

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 968 221**

51 Int. Cl.:

**A61B 17/28** (2006.01)

**A61B 34/37** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.12.2015 PCT/IB2015/002493**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.06.2016 WO16097864**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2015 E 15845518 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.10.2023 EP 3232951**

54 Título: **Instrumento quirúrgico con efector final articulado**

30 Prioridad:

**19.12.2014 US 201462094077 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**08.05.2024**

73 Titular/es:

**DISTALMOTION SA (100.0%)  
Route de la Corniche 3b, Building Phenyl  
1066 Epalinges, CH**

72 Inventor/es:

**BEIRA, RICARDO DANIEL RITA**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 968 221 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

Instrumento quirúrgico con efector final articulado

## 5 Campo de la invención

La presente invención hace referencia al campo de los sistemas mecánicos accionados a distancia, más en particular a mecanismos endoscópicos, y aún más en particular a instrumentos quirúrgicos endoscópicos accionados de manera remota. De manera más específica, esta invención hace referencia a mecanismos articulados endoscópicos tales como dispositivos de agarre, dispositivos de disección y tijeras, donde se puede controlar la orientación de los efectores finales con relación al vástago del instrumento. De manera más específica, la invención hace referencia a dichos mecanismos donde el accionamiento y la orientación del efector final distal del instrumento se realizan de manera remota, y se transmiten desde la extremidad proximal hasta la distal del vástago del instrumento mediante elementos de transmisión mecánica. Este mecanismo está diseñado para ser utilizado principalmente en procedimientos quirúrgicos, donde los instrumentos con efectores finales articulados pasan a través de incisiones o trócares al interior del cuerpo del paciente. También está adaptado para cualquier aplicación accionada de manera remota adecuada que requiera una manipulación diestra con una rigidez y precisión elevadas tal como, aunque sin carácter limitante, una manipulación de ensamblaje, manipulación en lugares estrechos, manipulación en entornos peligrosos o difíciles y una manipulación en entornos contaminados o estériles.

## 20 Antecedentes de la invención

La cirugía abierta sigue siendo la técnica estándar para la mayoría de los procedimientos quirúrgicos. La comunidad médica la ha estado utilizando durante varias décadas y consiste en realizar las tareas quirúrgicas mediante una incisión larga en el abdomen u otra cavidad corporal, a través de la cual se insertan instrumentos quirúrgicos tradicionales. No obstante, debido a la incisión larga, este enfoque es extremadamente invasivo para el paciente, lo que da como resultado una pérdida sustancial de sangre durante la cirugía y unos períodos de recuperación largos y dolorosos en un entorno hospitalario.

30 Con el fin de reducir la agresividad de la cirugía abierta, se desarrolló la laparoscopia, una técnica mínimamente invasiva. En lugar de una única incisión larga, se realizan una o más incisiones más pequeñas en el paciente a través de las cuales se insertan instrumentos quirúrgicos de tamaño adecuado y cámaras endoscópicas. Debido al bajo grado de agresividad, las técnicas laparoscópicas reducen la pérdida de sangre y el dolor al tiempo que acortan las estancias hospitalarias. Cuando son realizadas por cirujanos experimentados, estas técnicas pueden lograr resultados clínicos similares a la cirugía abierta. No obstante, a pesar de las ventajas mencionadas anteriormente, la laparoscopia requiere unas habilidades quirúrgicas avanzadas para manipular la instrumentación rígida y larga a través de las pequeñas incisiones en el paciente.

40 Tradicionalmente, los instrumentos laparoscópicos, tales como dispositivos de agarre, dispositivos de disección, tijeras y otras herramientas, se han montado en vástagos rectos. Estos vástagos se insertan a través de pequeñas incisiones en el cuerpo del paciente y, debido a eso, se reduce su rango de movimiento dentro del cuerpo. La incisión de entrada actúa como punto de rotación, lo que disminuye la libertad de posicionamiento y orientación de los instrumentos dentro del paciente. Por lo tanto, debido a los inconvenientes de su instrumentación, los procedimientos laparoscópicos se limitan principalmente a una utilización en cirugías simples, mientras que únicamente una pequeña minoría de cirujanos es capaz de utilizarlos en procedimientos complejos.

50 En consecuencia, existe una clara necesidad de proporcionar articulaciones distales a los elementos efectores de los instrumentos laparoscópicos, que permitan que los elementos efectores distales se inclinen con respecto al eje geométrico longitudinal del vástago del instrumento. Esto permite al cirujano alcanzar el tejido mediante ángulos oblicuos con respecto al eje geométrico longitudinal del vástago. Además, el instrumento debe ser capaz de manipular plenamente sus elementos efectores en dichas inclinaciones.

Aunque se han propuesto distintas muñecas articuladas utilizando una transmisión mecánica rígida (US5330502, US7819894, US7674255), se considera que la transmisión mecánica flexible exhibe mejores características de rendimiento en términos de peso, fricción y otros atributos (WO9743942, US6394998, US6554844).

60 Cuando se utilizan cuerdas metálicas con una construcción de hilo adecuada, la transmisión mecánica flexible puede proporcionar una rigidez axial bastante buena con una flexibilidad radial (de flexión) aceptable. Como consecuencia, las cuerdas deben pasar en un caso ideal alrededor de poleas de gran diámetro con el fin de reducir el roce de los hilos internos, la fricción en la transmisión mecánica general y el desgaste en las cuerdas a lo largo de varios ciclos de utilización.

65 En los instrumentos quirúrgicos accionados por cable divulgados en los documentos WO9743942, US6394998 y US6554844, el movimiento en cada grado de libertad se transmite desde el núcleo proximal hasta la articulación distal mediante un carrete rotativo, que se conecta a la polea distal respectiva mediante un único bucle de cable (figura 17). Dado que estos carretes, en el núcleo proximal, son independientes entre sí, su rotación  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ ,  $\theta_3$ ,  $\theta_4$  puede asumir

potencialmente cualquier valor, lo que hace posible suministrar una longitud de cable l2, l2' adecuada a cada articulación distal y compensar los efectos del acoplamiento cinemático entre las distintas uniones articuladas del efector final accionado por cable. No obstante, si el movimiento se transmite desde el núcleo proximal hasta cada una de las articulaciones distales mediante elementos rotativos con un rango de rotación no independiente (tal como en el sistema divulgado en el documento EP14159025, figuras 9 y 10), y no mediante un carrete rotativo independiente, la rotación de accionamiento de cada uno de los elementos rotativos está limitada por la rotación de accionamiento de los demás elementos rotativos. Esta limitación es particularmente problemática cuando se supone que se debe lograr un rango de movimiento amplio en las articulaciones distales y existen restricciones dimensionales sobre el diámetro de las poleas distales dado el diámetro y la construcción de las cuerdas de accionamiento.

En consecuencia, un objetivo de la presente invención es solucionar los inconvenientes mencionados anteriormente de la técnica anterior proporcionando un nuevo efector final articulado, preferentemente para que sea utilizado en un instrumento quirúrgico accionado por cables, y capaz de proporcionar una amplitud de movimiento suficiente a las articulaciones distales del instrumento, especialmente cuando está limitada la amplitud de los elementos rotativos de accionamiento en la extremidad proximal del vástago del instrumento. Además, otro objetivo de la presente invención es preservar la resistencia a la fatiga del instrumento al garantizar unas configuraciones de trabajo adecuadas de los elementos flexibles que componen el sistema de transmisión mecánica.

#### Compendio de la invención

Estos objetivos y otras ventajas se logran mediante un nuevo mecanismo de efector final articulado, diseñado para ser utilizado en la extremidad distal de un vástago del instrumento quirúrgico, en forma de, por ejemplo, un dispositivo de disección, una tijera o un dispositivo de agarre. El vástago define el eje geométrico longitudinal del instrumento y se puede mover de acuerdo con las restricciones de movilidad impuestas por una incisión corporal, que incluye un movimiento de rotación en torno a su propio eje geométrico. Esta rotación también provoca la rotación del efector final, montado en la extremidad distal del vástago. Por tanto, el vástago del instrumento tiene la función combinada de situar el efector final dentro del interior del cuerpo del paciente y permitir el paso de los distintos elementos mecánicos que pueden accionar las distintas articulaciones distales del efector final, mediante la transmisión del movimiento desde un núcleo del instrumento, colocado en la extremidad proximal del vástago del instrumento, hasta las articulaciones distales del efector final. Estas articulaciones distales del efector final pueden (1) manipular el instrumento quirúrgico con el fin de que cumpla su función (por ejemplo, agarrar o cortar) y (2) proporcionar movimientos de orientación entre el efector final y el vástago del instrumento.

El movimiento de cada articulación distal del efector final se origina mediante el movimiento de un elemento rotativo, situado en el núcleo proximal, que está conectado con un elemento distal de amplificación, colocado en el efector final del instrumento, mediante elementos de transmisión flexibles que pasan a través del vástago del instrumento. Este elemento distal de amplificación puede transmitir y amplificar en este caso el movimiento a la pieza de enlace final respectiva mediante una fuerza de contacto. El elemento de amplificación está conectado directamente con los elementos de transmisión flexibles en una geometría ranurada, teniendo una forma similar a una polea con un diámetro relativamente grande, de modo que se pueda minimizar el desgaste de las cuerdas.

Además, esta invención puede proporcionar distancias cortas entre las articulaciones del efector final y procedimientos de mantenimiento simplificados garantizados si es necesario retirar algunas piezas de enlace móviles del efector final.

#### Breve descripción de las figuras

La invención se comprenderá mejor de acuerdo con la siguiente descripción detallada de diversas realizaciones haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 muestra una vista en perspectiva de un instrumento quirúrgico que incluye un efector final articulado de acuerdo con una realización de la invención;
- la figura 2 muestra una vista en perspectiva del efector final articulado del instrumento quirúrgico de acuerdo con una realización de la invención;
- la figura 3 muestra el efector final articulado de la figura 2 en una primera posición activa;
- la figura 4 muestra el efector final articulado de la figura 2 en una segunda posición activa;
- la figura 5 muestra el efector final articulado de la figura 2 en una tercera posición activa;
- la figura 6 muestra el efector final articulado de la figura 2 en una cuarta posición activa;
- la figura 7 muestra el efector final articulado de la figura 2 en una sexta posición activa;
- la figura 8 muestra una vista en perspectiva del instrumento quirúrgico de la figura 1 con un recorte esquemático de un tubo exterior del vástago longitudinal del instrumento quirúrgico, a través del cual es posible ver los distintos elementos flexibles de transmisión mecánica;
- la figura 9 muestra una vista en perspectiva del núcleo proximal con los distintos elementos rotativos proximales;
- la figura 10 muestra la trayectoria simplificada de un elemento de transmisión flexible que acciona una articulación distal del efector final;
- la figura 11 muestra la topología de accionamiento de una primera pieza de enlace distal del efector final;

- la figura 12 muestra la topología de accionamiento de una segunda pieza de enlace distal del efector final;
- la figura 13 muestra una vista en perspectiva de las dos piezas de enlace distales del efector final;
- la figura 14 muestra una vista esquemática del rango de movimiento de los tres elementos rotativos en el núcleo proximal del instrumento quirúrgico;
- 5 • la figura 15 muestra una vista en perspectiva del elemento de amplificación que acciona la pieza de enlace proximal del efector final;
- la figura 16 muestra la topología de accionamiento de la pieza de enlace proximal del efector final;
- la figura 17 muestra la trayectoria simplificada de una transmisión flexible desde un carrete rotativo proximal hasta una articulación distal del efector final;
- 10 • las figuras 18 a 22 muestran la transmisión hasta la pieza de enlace del efector final mediante rotación de un elemento de amplificación por medio de diversos medios mecánicos;
- las figuras 23 a 28 muestran múltiples vistas en perspectiva de una realización adicional de la presente invención que incorpora la rotación de un elemento de amplificación.

15 Descripción detallada de la invención

En la presente se describe, y se observa en general en la figura 1, un instrumento quirúrgico 1 para procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos, con un efector final articulado fabricado de acuerdo con una realización de la presente invención. Este instrumento 1 incluye un vástago principal 2, un efector final distal 3 y un núcleo proximal 4. Haciendo referencia a la figura 2, el efector final 3 está conectado con la extremidad distal del vástago principal 20 mediante una unión articulada proximal, que permite la rotación de la pieza de enlace proximal del efector final 5 mediante el eje geométrico proximal 6 de tal manera que se pueda cambiar la orientación de la pieza de enlace proximal del efector final 5 con respecto al eje geométrico del vástago principal 7.

25 Haciendo referencia a la figura 2, las piezas de enlace distales del efector final 8, 9 están conectadas con la rotación permitida con la pieza de enlace proximal del efector final 5 mediante dos uniones articuladas distales, que tienen unos ejes geométricos de rotación coincidentes, que están representados por el eje geométrico distal 10. Este eje geométrico distal 10 es esencialmente perpendicular y no se interseca con el eje geométrico proximal 6 y esencialmente se interseca con el eje geométrico del vástago principal 7.

30 Al accionar la unión articulada proximal, la pieza de enlace proximal del efector final 5 se puede inclinar sobre el eje geométrico proximal 6, con respecto al plano que contiene el eje geométrico del vástago principal 7 y al eje geométrico proximal 6, esencialmente hasta  $\pm 90^\circ$ . Las figuras 3 y 5 muestran el instrumento quirúrgico 1 con distintos desplazamientos angulares en la unión articulada proximal.

35 Al accionar las dos uniones articuladas distales, las dos piezas de enlace distales del efector final 8, 9 se pueden inclinar, sobre el eje geométrico distal 10, con respecto al plano que contiene el eje geométrico del vástago principal 7 y el eje geométrico distal 10, esencialmente hasta  $\pm 90^\circ$ . En consecuencia, mediante la combinación de las rotaciones de las dos piezas de enlace distales del efector final es posible manipular el instrumento quirúrgico,  $\theta_f$ , con el fin de cumplir su función (figura 6) y proporcionar movimientos de orientación,  $\theta_o$ , entre el efector final y el vástago del instrumento (figura 7).

40 Haciendo referencia a la figura 8, el vástago principal 2 permite el paso de los elementos flexibles 11, 12, 13 que pueden suministrar movimiento a las distintas piezas de enlace del efector final 5, 8, 9, desde el núcleo proximal 4 en la extremidad proximal del instrumento.

45 Haciendo referencia a las figuras 9 y 10, el movimiento se transmite a cada una de las tres articulaciones distales del instrumento mediante un elemento rotativo 14, 15, 16, que puede rotar en torno a un eje geométrico 21 y está conectado con un bucle de cable 11, 12, 13. Como resultado, cuando el elemento rotativo 14, 15, 16 rota un cierto ángulo  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ ,  $\theta_3$  en torno al eje geométrico 21, se transmite una rotación  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$  al miembro del efector final 5, 8, 9 respectivo.

50 Tal como se puede observar en las figuras 11 y 12, los miembros distales del efector final 8, 9 están conectados de manera operativa con los miembros flexibles 12 y 13, de modo que se puedan hacer rotar independientemente en ambas direcciones a lo largo del eje geométrico distal 10. El contacto entre los elementos flexibles y los elementos distales del efector final se realiza en las superficies circulares ranuradas 8a, 8b, 9a, 9b (figura 13), que tienen una geometría similar a la de una polea. Cada uno de los elementos flexibles 12, 13 está compuesto por dos segmentos 12a, 12b, 13a, 13b diferentes, que forman un bucle de cable cerrado entre el miembro del efector final 8, 9 respectivo y el elemento rotativo 15, 16. Con el fin de mantener constante la longitud global de estos bucles de cables cerrados, independientemente de la posición del miembro del efector final 5 alrededor del eje geométrico 8, los segmentos de cables 12a, 12b, 13a, 13b pasan a través de las poleas locas 22a, 22b, 23a, 23b respectivamente, que son concéntricas con el eje geométrico 6 de la primera unión articulada del efector final. El contacto permanente entre los segmentos de cables 12a, 12b, 13a, 13b y las poleas locas 22a, 22b, 23a, 23b está garantizado por las poleas proximales 24a, 24b, 25a, 25b, que son concéntricas con el eje geométrico proximal 26.

65

La configuración de transmisión mencionada anteriormente, que utiliza poleas locas en el eje 6, aumenta la longitud del cable que se debe suministrar para accionar los miembros distales del efector final 8, 9 en todo su rango de movimiento. Por lo tanto, haciendo referencia a la figura 14, es necesario maximizar las amplitudes de rotación  $\Delta\theta_2$ ,  $\Delta\theta_3$  que deben alcanzar los elementos rotativos 15, 16. Sabiendo que  $\Delta\theta_1 + \Delta\theta_2 + \Delta\theta_3 < 360^\circ$ , solo se puede maximizar  $\Delta\theta_2$  y  $\Delta\theta_3$  minimizando  $\Delta\theta_1$ . Para lograr esta minimización, simplemente se podría reducir el diámetro de las superficies circulares ranuradas en el elemento del efector final 5, lo que reduce la necesidad de suministro de cable para el mismo rango de movimiento. No obstante, este diámetro más pequeño daría como resultado una peor resistencia a fatiga del instrumento, ya que al igual que la cuerda flexible sufriría una flexión de diámetro más pequeño.

Con el fin de mitigar estos problemas, y haciendo referencia a esta realización, se utiliza un elemento distal de amplificación 27 (figura 15) en el efector final del instrumento. Geométricamente, este se compone de un elemento con forma de disco con dos áreas dentadas 28 separadas por una ranura circular 29, que trabaja como una polea donde se unen ambos segmentos 11a, 11b del elemento flexible 11. Tal como se muestra en la figura 16, se coloca proximalmente con respecto al elemento del efector final 5, pudiendo rotar en torno al eje geométrico proximal 26 (en la presente realización). De esta forma, cuando el elemento rotativo 14 rota un cierto ángulo  $\theta_1$  en torno al eje 21, se transmite una rotación  $\alpha_1'$  a la parte distal del elemento de amplificación 27. A continuación, a través de una fuerza de contacto (utilizando dientes u otro método para aumentar las fuerzas de contacto), se transmite una rotación  $\alpha_1$  a un segundo elemento con forma de disco 30, que se une al elemento del efector final 5, con una cierta escala de amplificación (y dirección invertida) frente a  $\alpha_1'$ .

En otras realizaciones, la  $\alpha_1$  de rotación se puede transmitir al elemento 30 (y, por lo tanto, a la pieza de enlace del efector final 5) desde la rotación  $\alpha_1$  del elemento de amplificación 27 mediante distintas soluciones mecánicas (figuras 18 a 22). En la realización de la figura 18, la transmisión de movimiento se realiza mediante la fuerza de fricción entre el elemento de amplificación 27 y el elemento con forma de disco 30. En la realización de la figura 19, la transmisión de movimiento se realiza mediante un elemento de empuje-tracción 31, que está conectado con el pivotamiento permitido con el elemento de amplificación 27 y con el elemento con forma de disco 30. En más realizaciones adicionales, la transmisión de movimiento se realiza mediante dos elementos flexibles 32, 33 cuyas extremidades se fijan al elemento de amplificación 27 y al elemento con forma de disco 30 en una configuración cruzada (figura 20) y no cruzada (figura 21). En la realización de la figura 22, la transmisión de movimiento se realiza mediante un elemento de paso constante 34 (que puede adoptar la forma de una correa de distribución, una cadena o una cadena de cuentas) que se puede acoplar al elemento de amplificación 27 y al elemento con forma de disco 30.

Dado el hecho de que los elementos con forma de disco 30 no necesitan cubrir  $360^\circ$ , las realizaciones de la presente invención pueden proporcionar desfases más cortos entre los ejes 6 y 10. Además, estos garantizan un procedimiento de mantenimiento más sencillo en caso de que los componentes distales del efector final 3 tengan que ser retirados debido a que se puede retirar el miembro del efector final 5 sin la necesidad de retirar los elementos 11a y 11b.

La figura 23 muestra otra realización de la presente invención (una variación de la realización de la figura 20), cuyos componentes se muestran con más detalle en las figuras 24 a 28. En esta realización el elemento distal de amplificación 27 se divide en dos partes idénticas 27a, 27b, que pueden girar alrededor del eje geométrico proximal 26. Cada una de estas partes idénticas 27a, 27b está unida a un elemento flexible 11b, 11a que proviene del área proximal del instrumento. Haciendo referencia a las figuras 26 y 27, se puede observar que el elemento flexible 11b se acopla a la ranura circular 27a-2 de la parte idéntica 27a, mientras que la ranura circular 27a-1 está contactada por el elemento flexible 33 que está unido a la superficie ranurada de la polea 30 del miembro del efector final 5. Por lo tanto, el accionamiento simultáneo de los elementos flexibles 11a y 11b desencadena las rotaciones de las partes idénticas 27a y 27b, alrededor del eje geométrico proximal 26, lo que genera la rotación del miembro del efector final 5 alrededor del eje geométrico 6 por la acción de los elementos flexibles 32 y 33. Este sistema puede lograr distintas relaciones de amplificación de movimiento mediante la utilización de distintos diámetros en las superficies 27a-1, 27a-2 (27b-1, 27b-2) y 30.

Si bien esta invención se ha mostrado y descrito en particular haciendo referencia a sus realizaciones particulares, aquellos que son expertos en la técnica sobreentenderán que se pueden realizar diversos cambios en la forma y los detalles de estas sin alejarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, se podría cambiar el método para aumentar las fuerzas de contacto entre el elemento de amplificación y la pieza de enlace del efector final.

REIVINDICACIONES

1. Un instrumento articulado para utilizar en procedimientos quirúrgicos que comprende:

- 5 un tubo de instrumentos (2) que define el eje geométrico longitudinal del instrumento (1) y configurado para acomodar elementos de transmisión mecánica (11, 12, 13);  
 un efector final articulado (3) en una extremidad distal del tubo del instrumento (2), que comprende unas piezas de enlace distales del efector final (8, 9), una pieza de enlace proximal del efector final (5) y al menos dos uniones articuladas de rotación;
- 10 un conjunto de al menos dos elementos rotativos (14, 15, 16), colocados en una extremidad proximal del tubo del instrumento (2), configurados para accionar las piezas de enlace proximal y distales del efector final (5, 8, 9) del efector final articulado (3);  
 unos elementos flexibles de transmisión mecánica (11, 12, 13), que pasan a través del tubo del instrumento (2), configurados para transmitir el movimiento de cada elemento rotativo (14, 15, 16) a la pieza de enlace del efector final (5, 8, 9) correspondiente del efector final articulado (3); **caracterizados por** que comprenden además
- 15 al menos un elemento distal de amplificación (27), montado entre la pieza de enlace proximal del efector terminal (5) y los elementos flexibles de transmisión mecánica (11a, 11b) y que comprende un elemento con forma de disco con dos áreas dentadas (28) separadas por una ranura circular (29), estando conectados directamente el o los elementos distales de amplificación (27) con los elementos flexibles de transmisión mecánica (11a, 11b) en la ranura circular (29), y configurados para amplificar el movimiento transmitido desde cada elemento rotativo (14, 15, 16) a la pieza de enlace proximal del efector final (5), del efector final articulado (3).
- 20
- 25 2. El instrumento articulado de la reivindicación 1, donde un movimiento de accionamiento transmitido por los elementos flexibles de transmisión mecánica (11, 12, 13) al o a los elementos distales de amplificación (27) se puede transmitir con cierto grado de amplificación o reducción a la pieza de enlace del efector final (5, 8, 9) respectiva.
- 30 3. El instrumento articulado de la reivindicación 2, donde la transmisión de movimiento desde el elemento distal de amplificación (27) hasta la pieza de enlace del efector final (5, 8, 9) se realiza a través de una fuerza de contacto.
4. El instrumento articulado de la reivindicación 3, donde aumenta la fuerza de contacto mediante la utilización de una geometría adaptada tanto en las piezas de enlace del efector final (5, 8, 9) como en el elemento distal de amplificación (27).
- 35 5. El instrumento articulado de la reivindicación 2, donde la transmisión de movimiento desde el elemento distal de amplificación (27) hasta las piezas de enlace del efector final (5, 8, 9) se realiza a través de un mecanismo de acoplamiento que comprende al menos un elemento rígido.
- 40 6. El instrumento articulado de la reivindicación 2, donde la transmisión de movimiento desde el elemento distal de amplificación (27) hasta las piezas de enlace del efector final (5, 8, 9) se realiza a través de al menos un elemento flexible.
- 45 7. El instrumento articulado de la reivindicación 6, donde el o los elementos flexibles son elementos de paso constante (34).
8. El instrumento articulado de la reivindicación 1, donde los elementos flexibles de transmisión mecánica (11, 12, 13) comprenden elementos con una construcción mecánica flexible, seleccionados del grupo que está compuesto por cintas, cuerdas, correas y cadenas.
- 50 9. El instrumento articulado de la reivindicación 1, donde los elementos rotativos (14, 15, 16) se colocan en un mango proximal articulado configurado para estar controlado directamente por la mano de un usuario, de modo que se transmitan los movimientos del usuario al efector final distal (3).
- 55 10. El instrumento articulado de 1, donde su extremidad proximal se puede unir a una plataforma mecánica, de modo que se integre como parte de un manipulador telescópico maestro-esclavo, que tiene el movimiento de entrada de los elementos rotativos (14, 15, 16) dado por el movimiento de un mango proximal articulado.
- 60 11. El instrumento articulado de la reivindicación 1, donde su extremidad proximal se puede unir y separar con facilidad de una plataforma mecánica, de modo que se integre, con posibilidad de desmontarse, como parte de un manipulador telescópico maestro-esclavo.
- 65 12. El instrumento articulado de la reivindicación 1, donde su extremidad proximal se puede unir a una plataforma robótica, de modo que se integre como parte de un manipulador telescópico robótico maestro-esclavo, que tiene el movimiento de entrada de los elementos rotativos (14, 15, 16) dado por el movimiento de un mango proximal articulado.

Figura 1

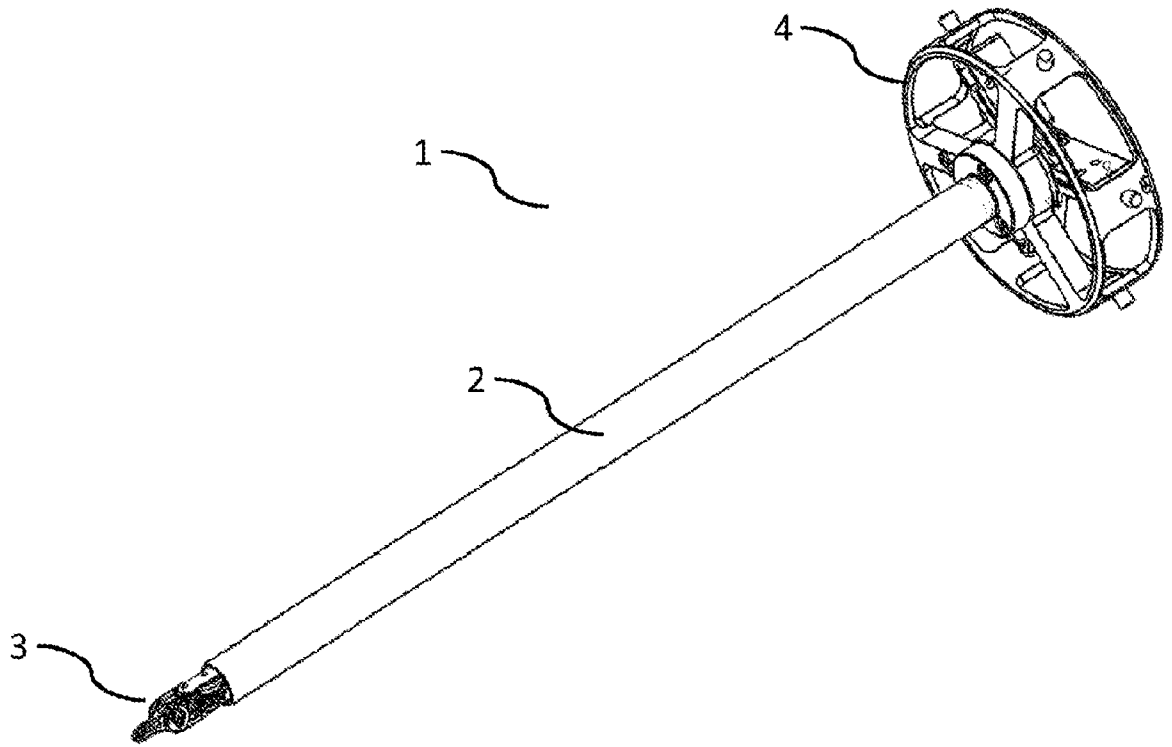


Figura 2

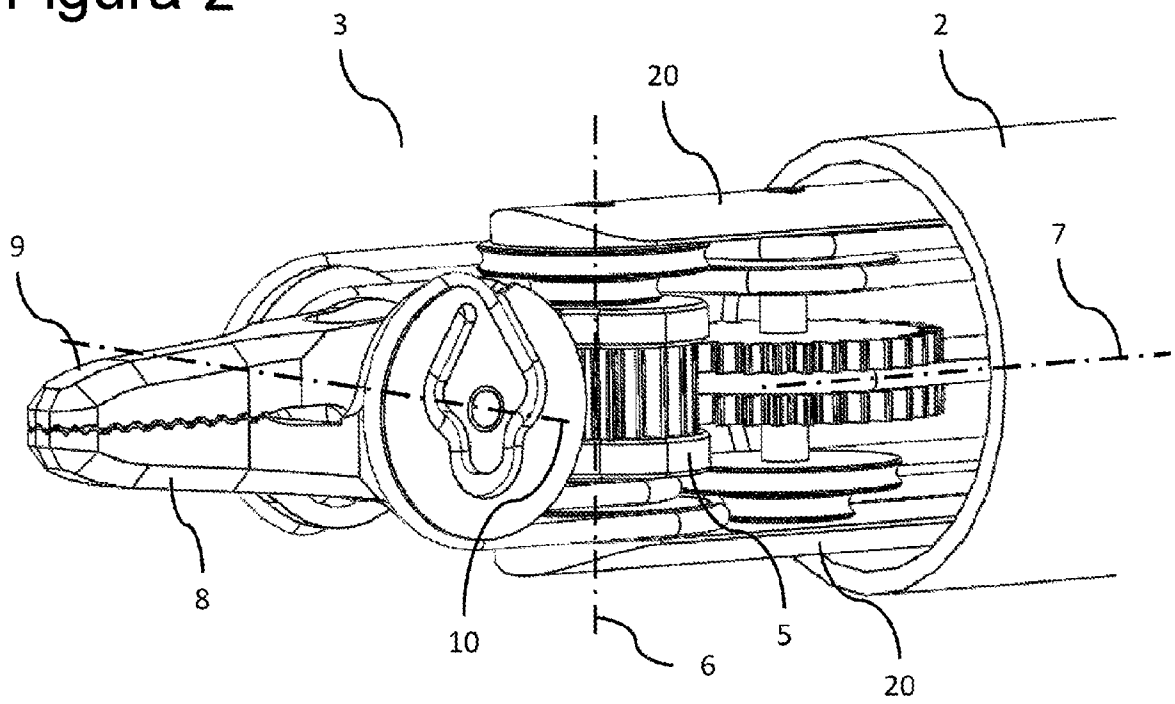


Figura 4

Figura 3

Figura 5

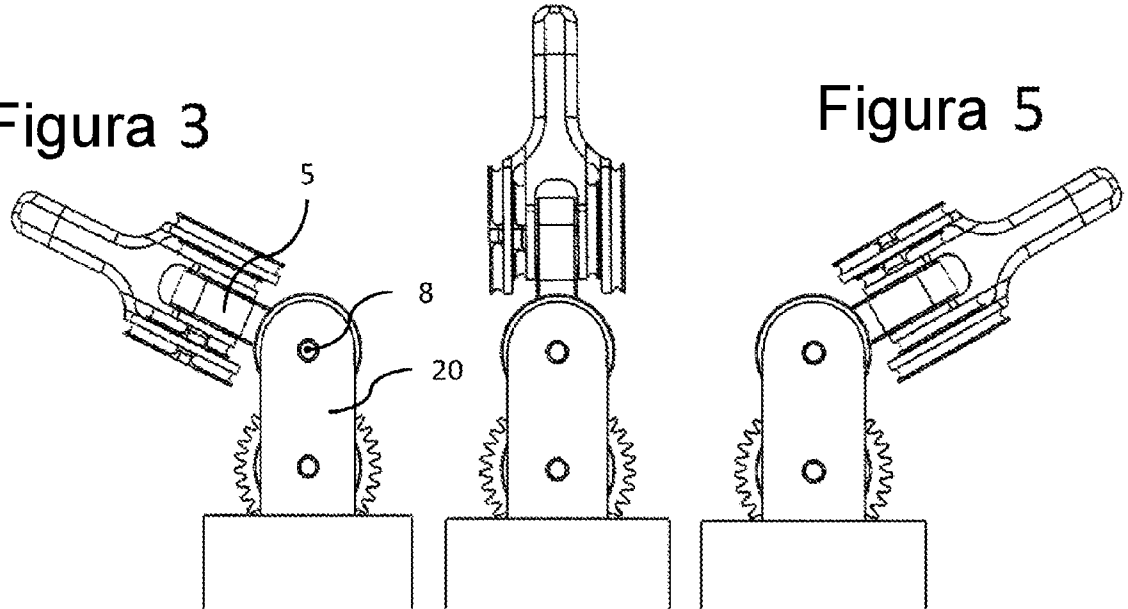


Figura 6

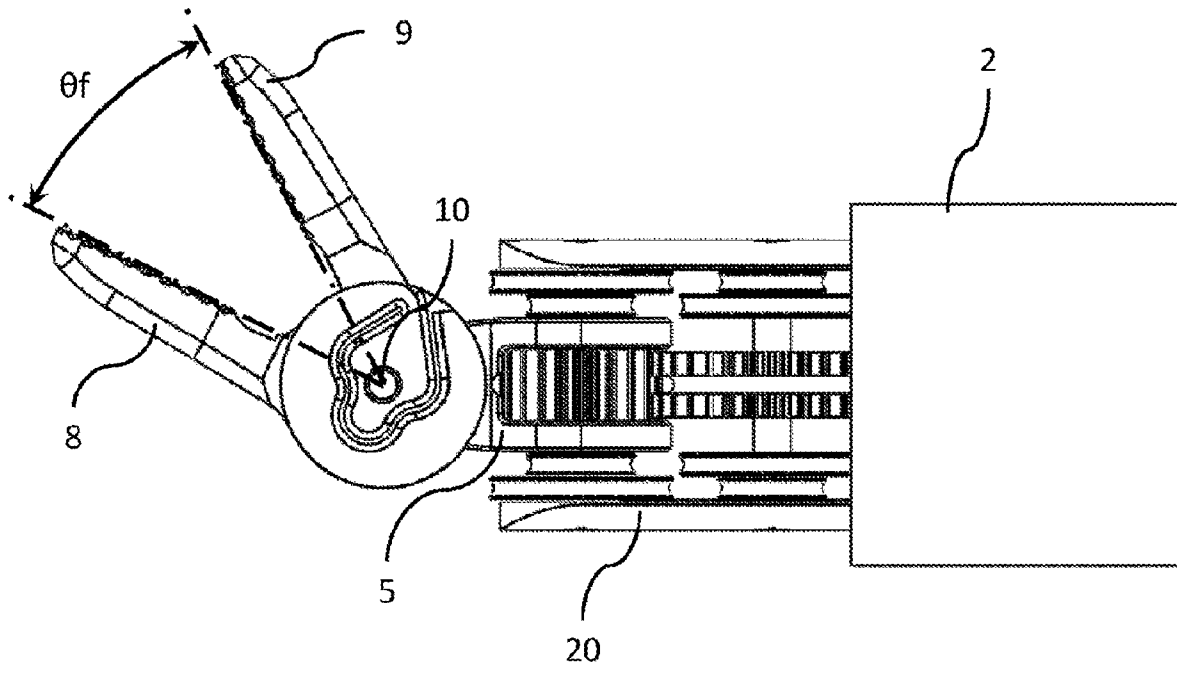


Figura 7

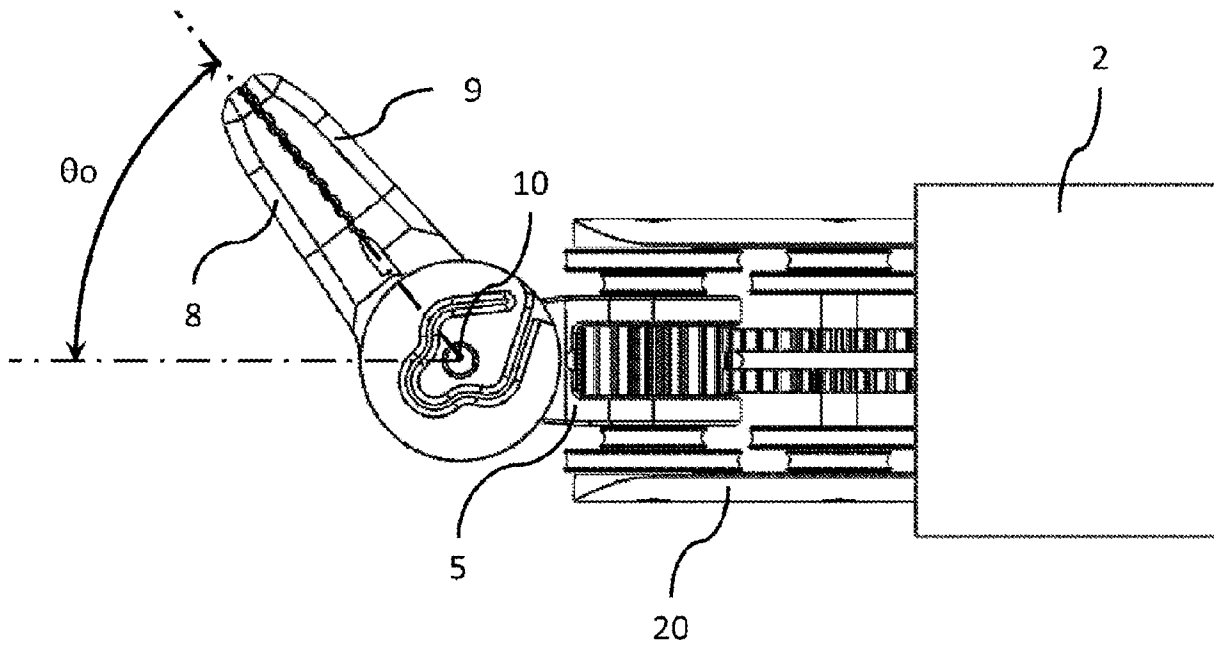
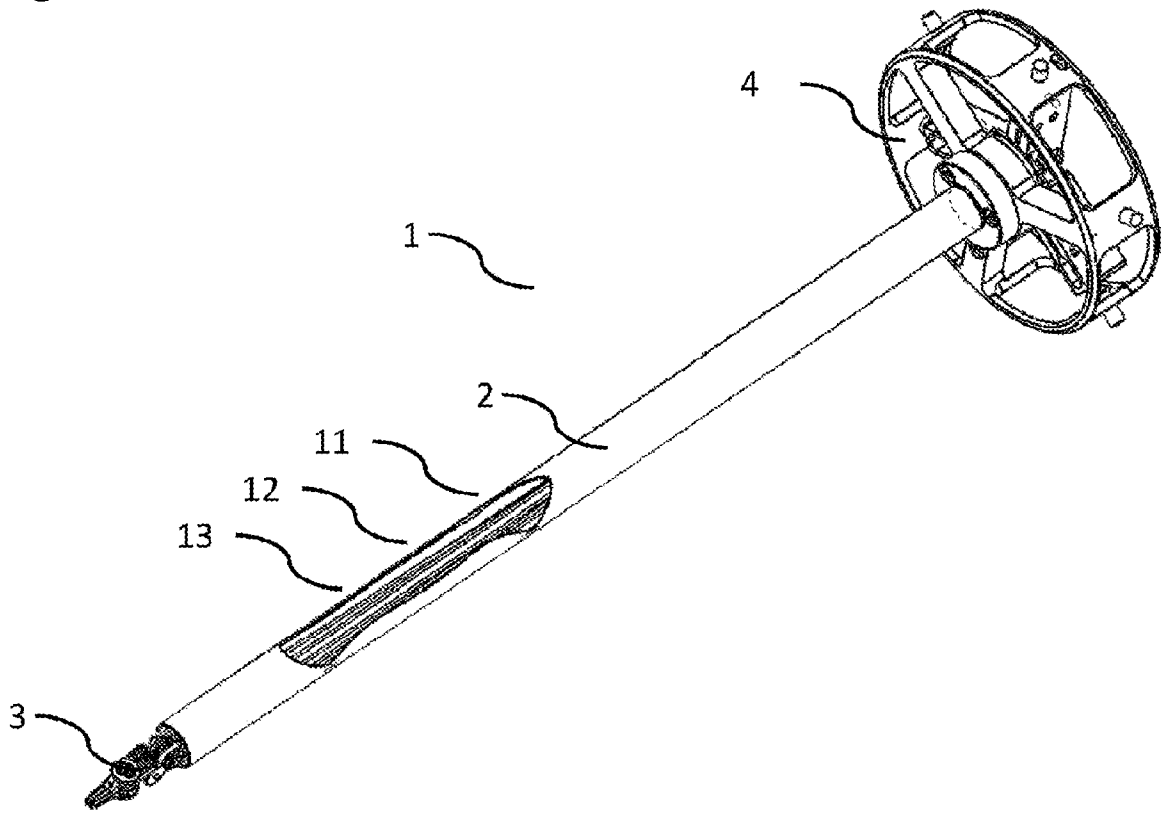


Figura 8



# Figura 9

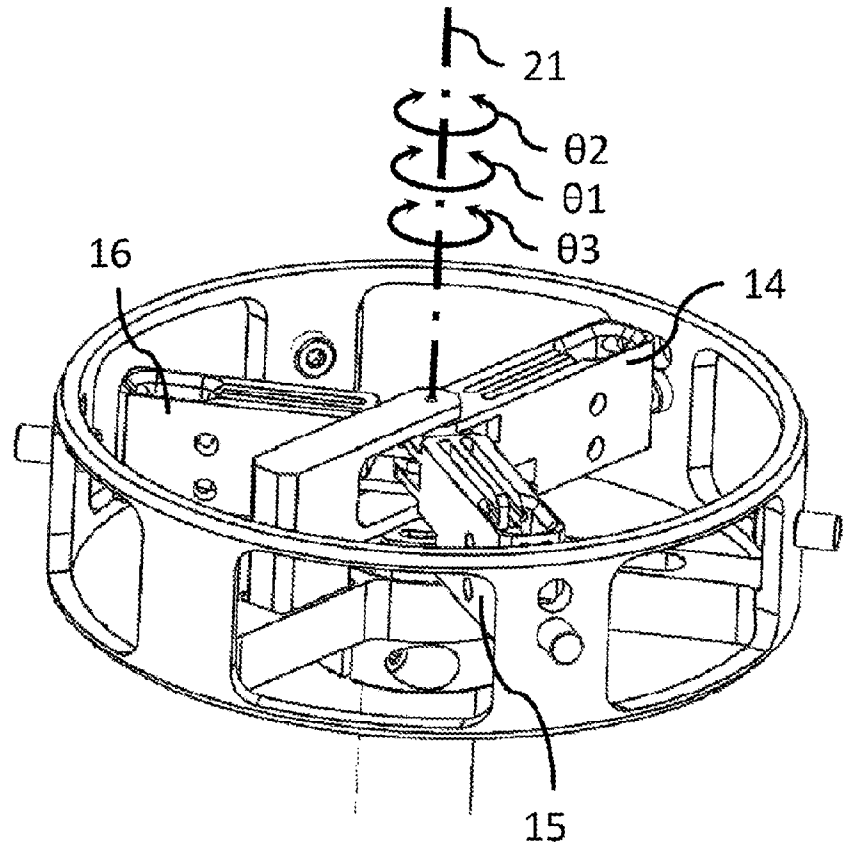


Figura 10

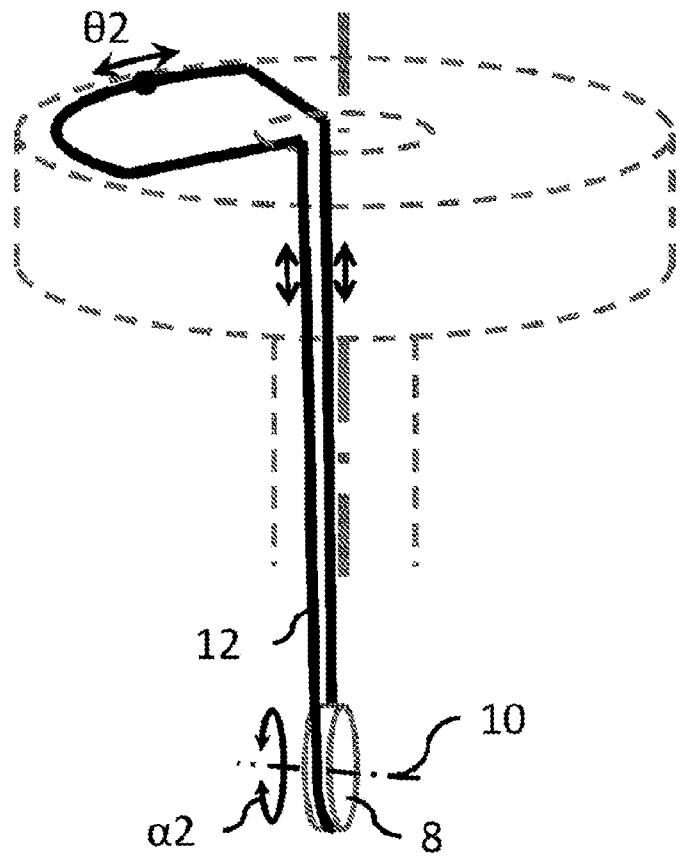


Figura 11

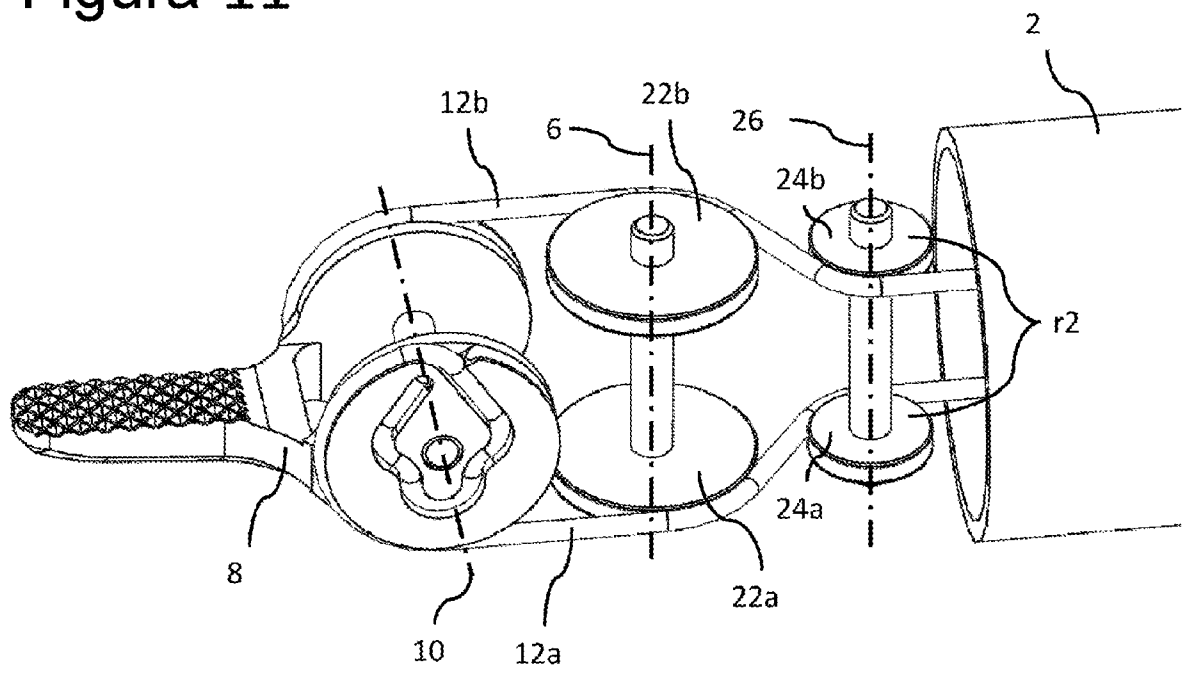


Figura 12

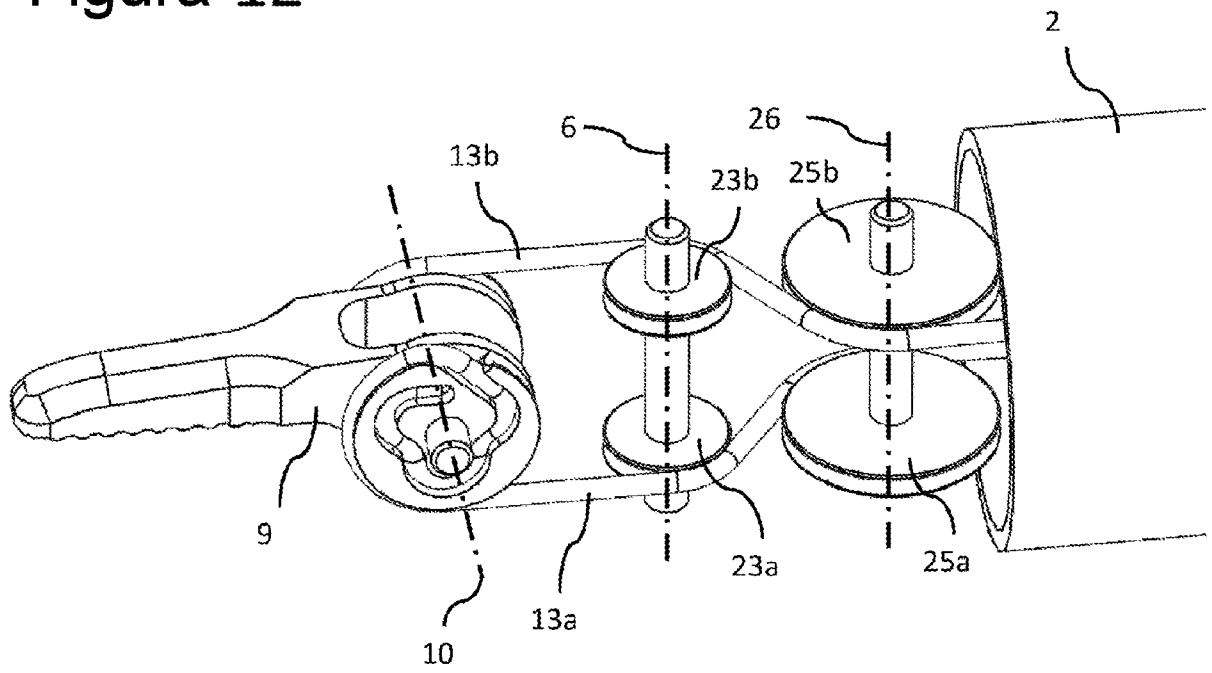


Figura 13

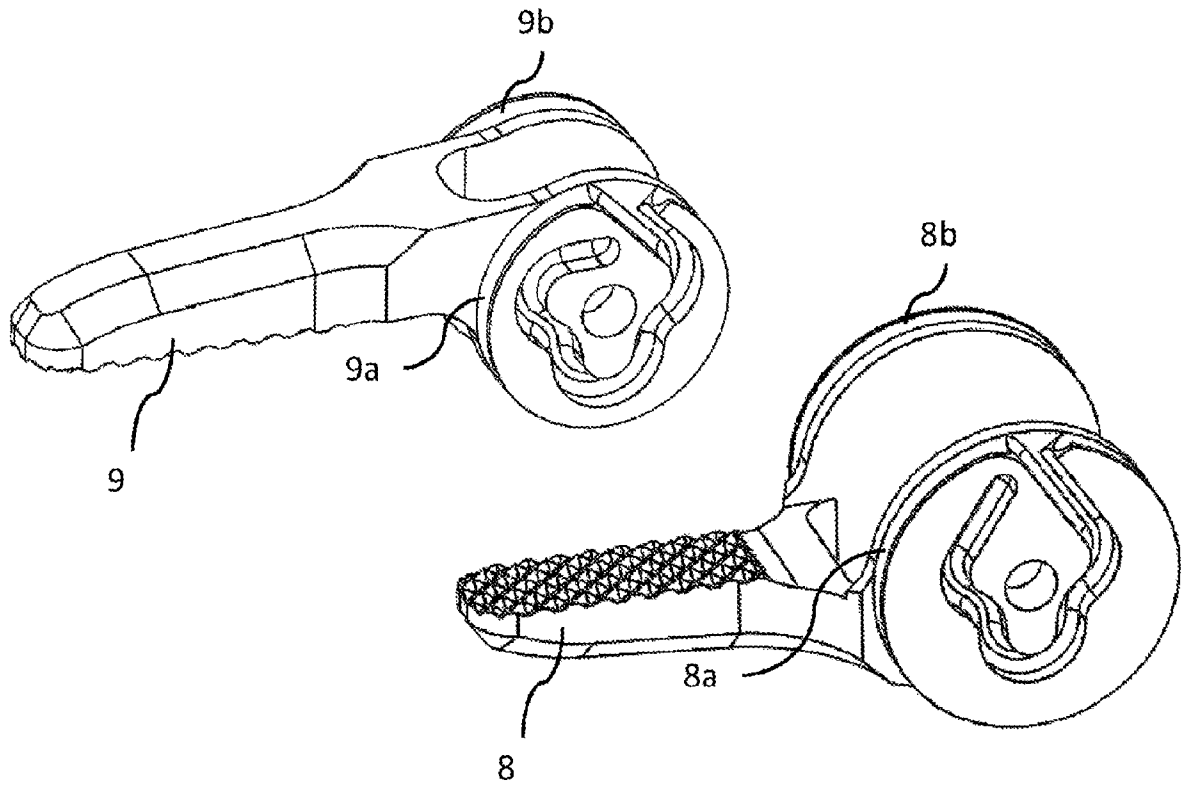


Figura 14

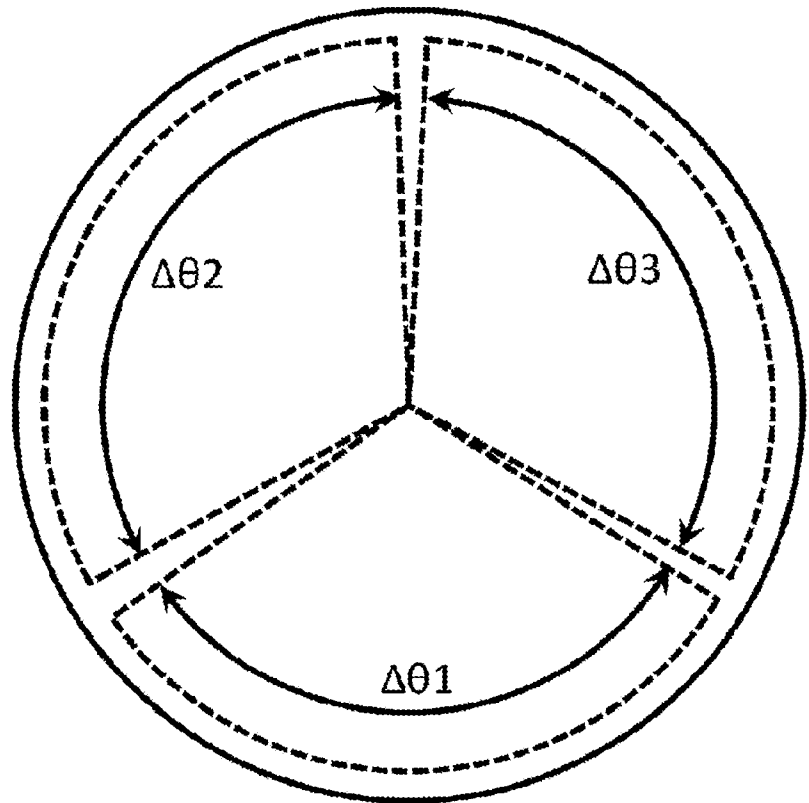


Figura 15

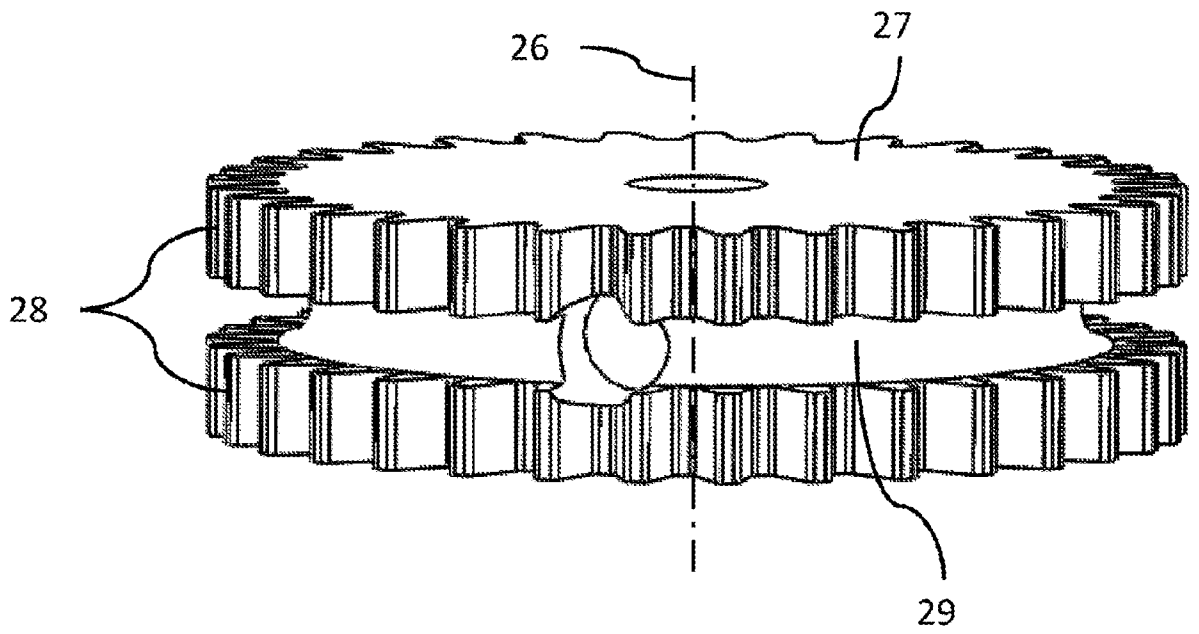


Figura 16

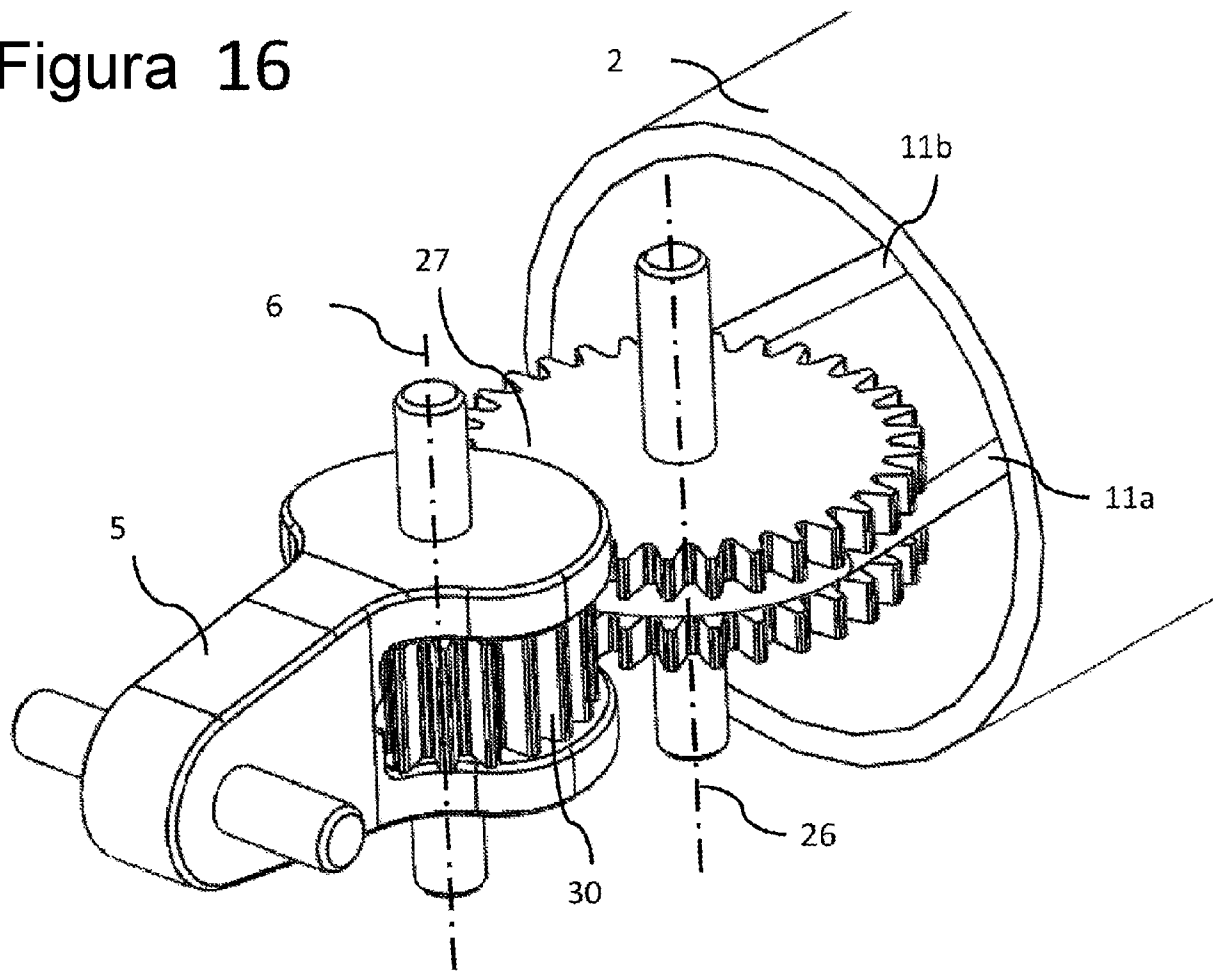


Figura 17

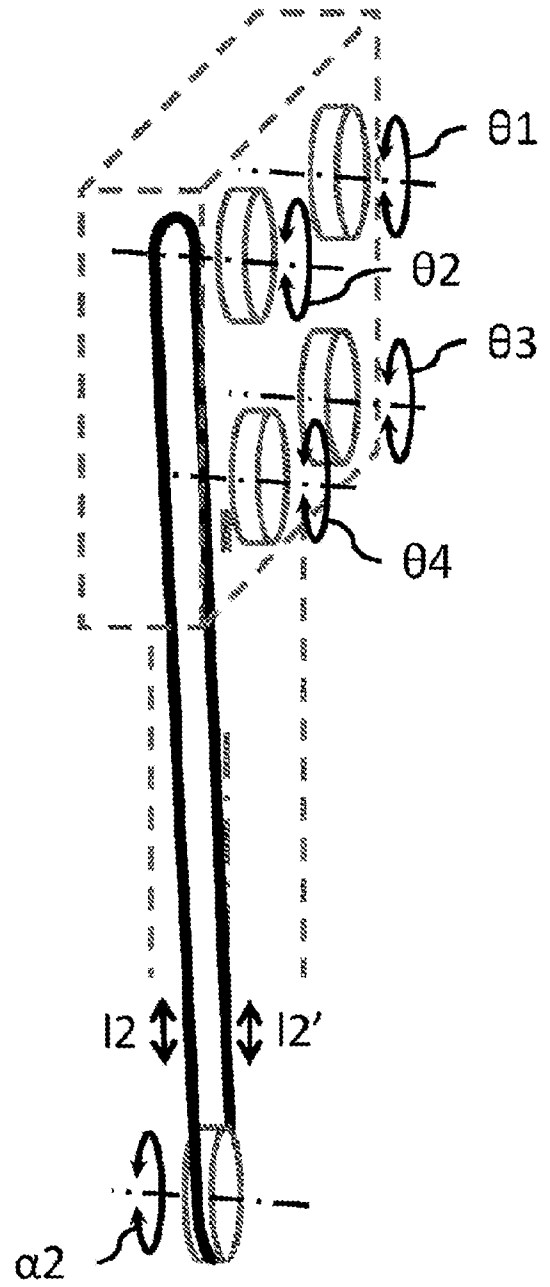


Figura 18

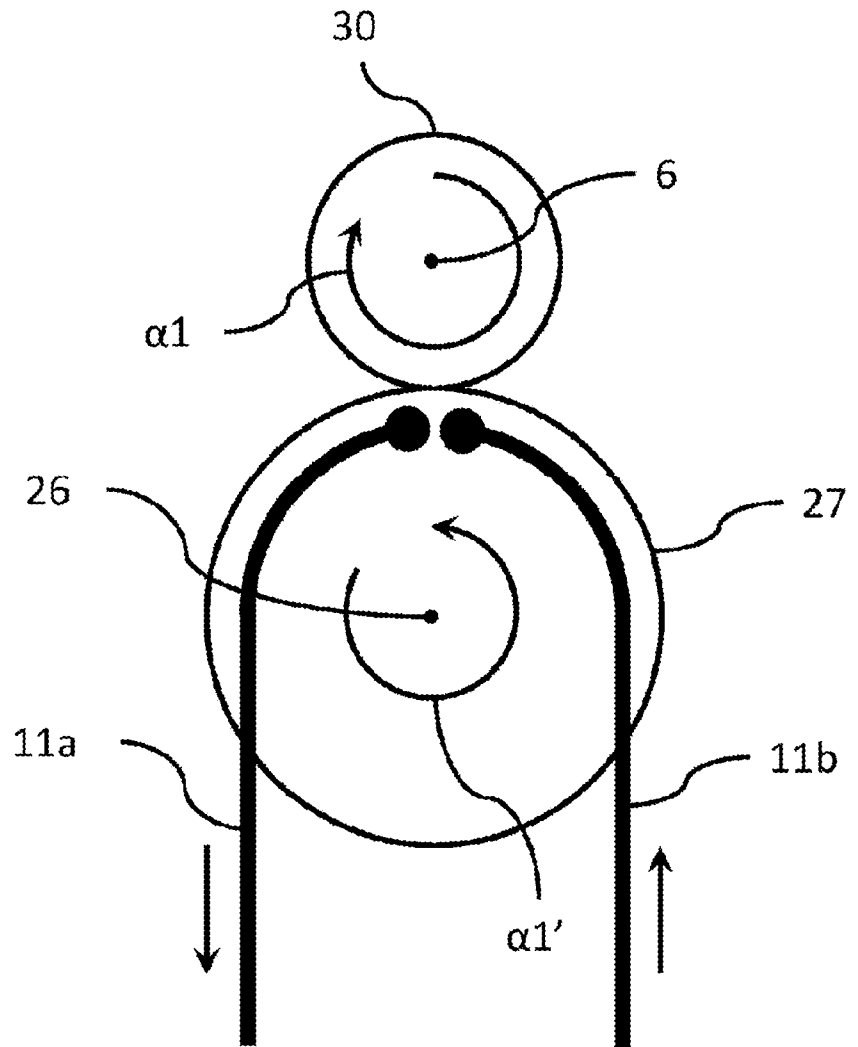


Figura 19

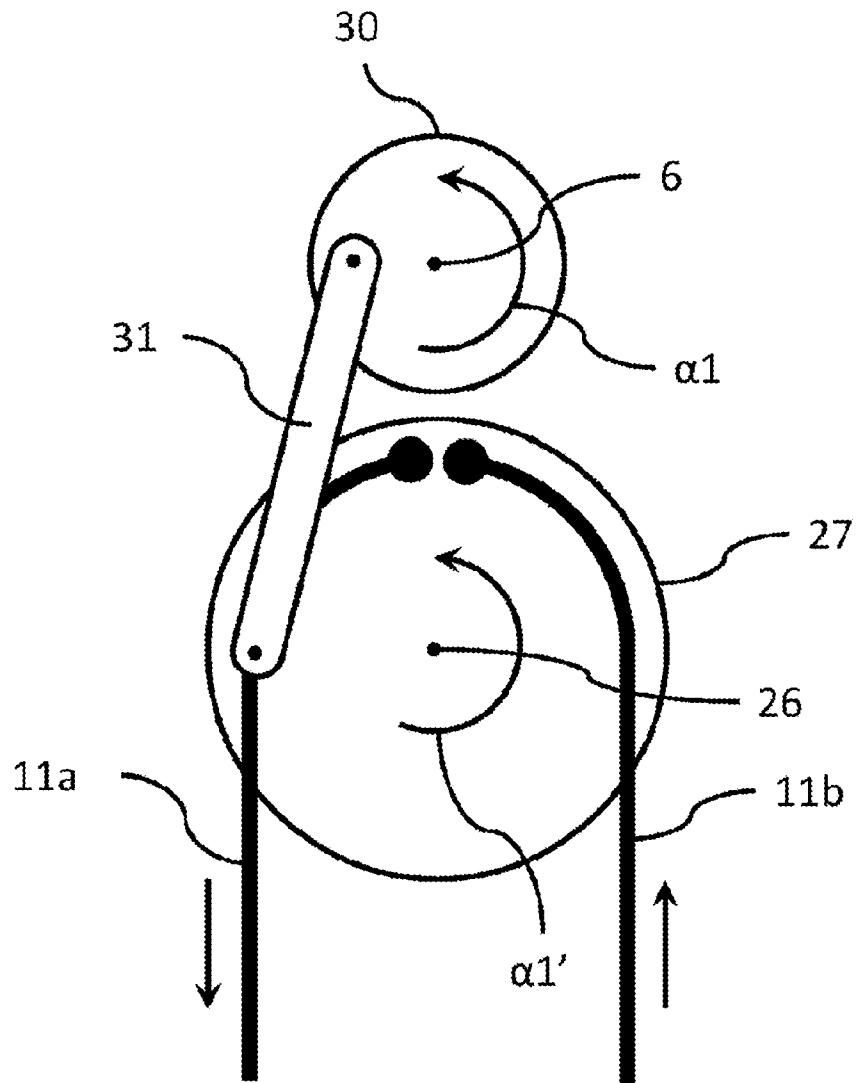


Figura 20

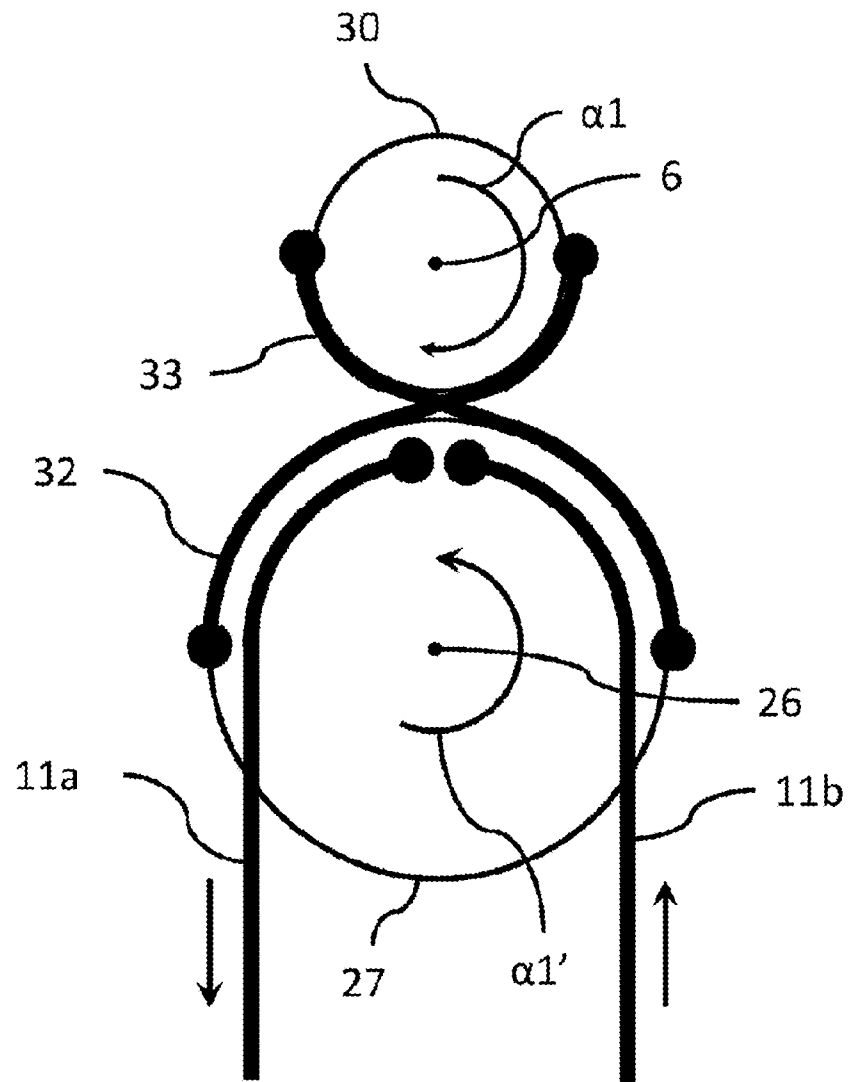


Figura 21

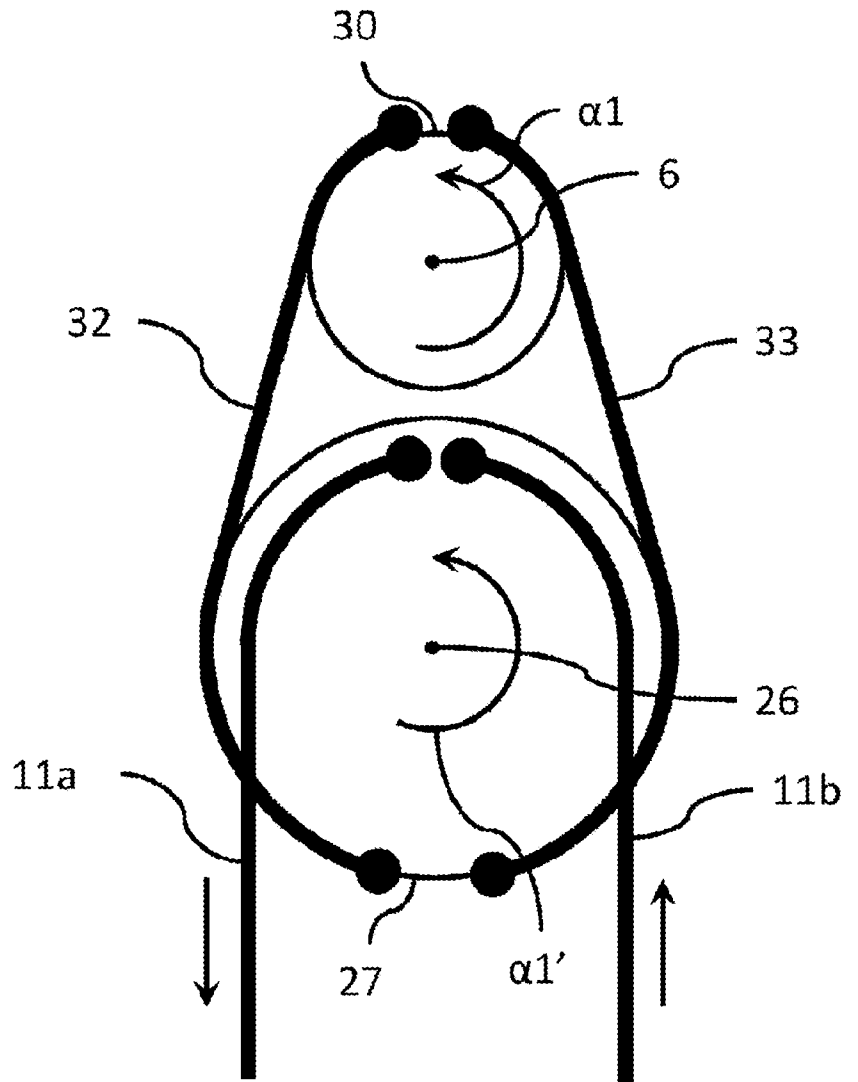


Figura 22

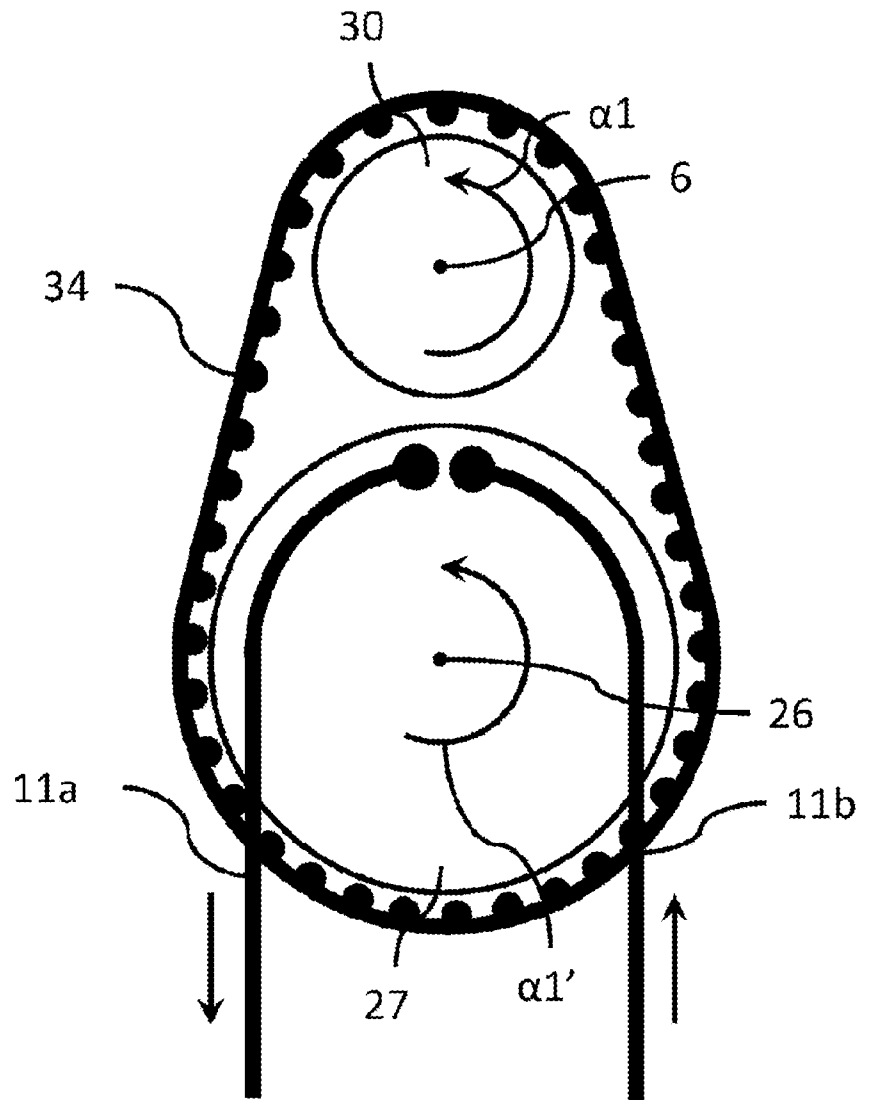


Figura 23

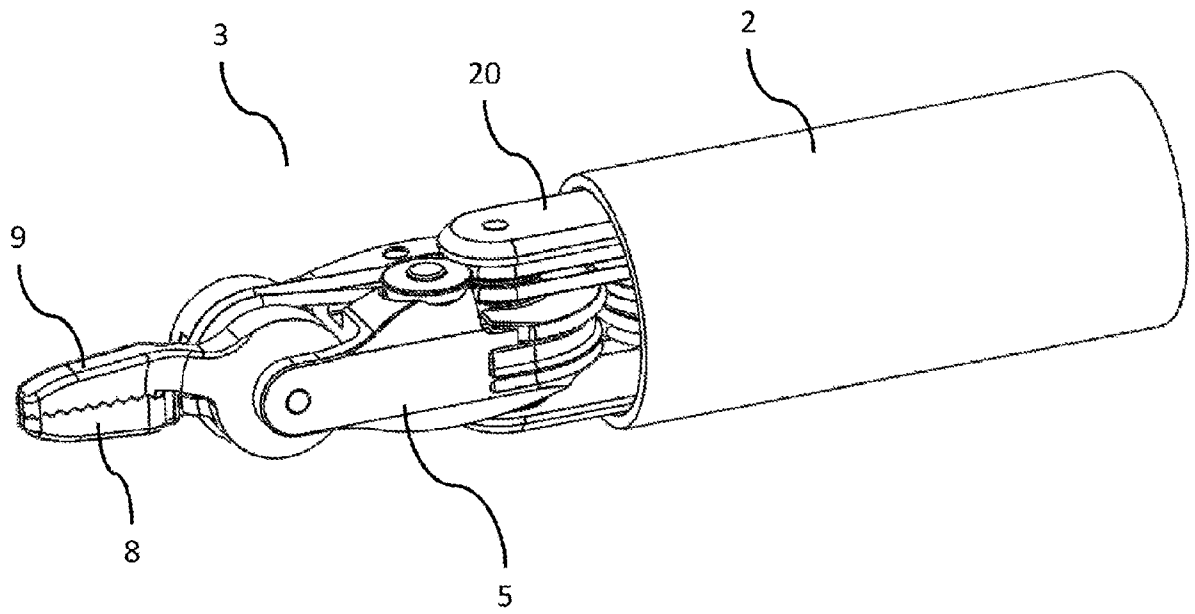


Figura 24

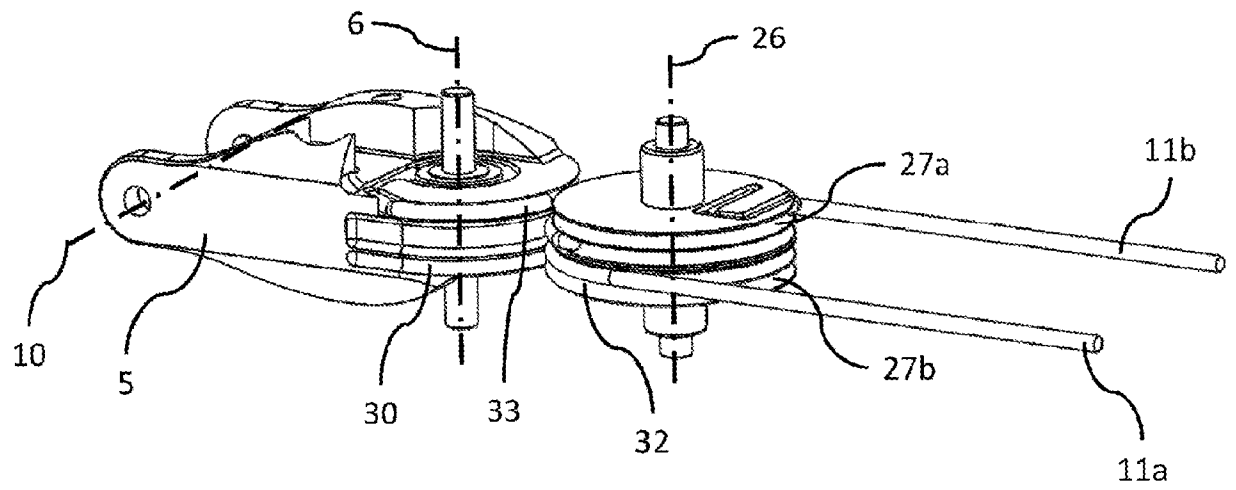


Figura 25

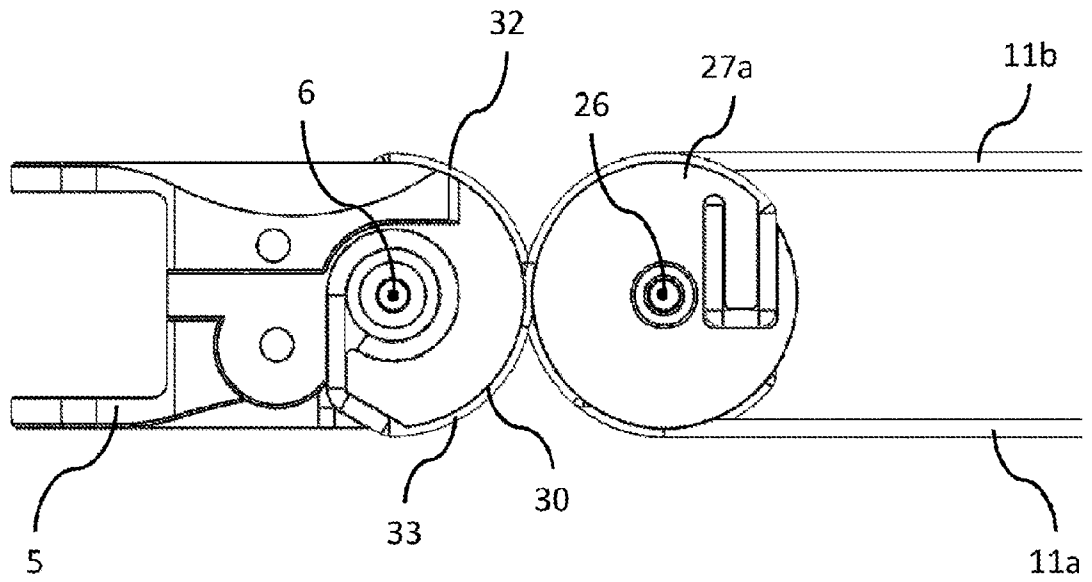


Figura 26

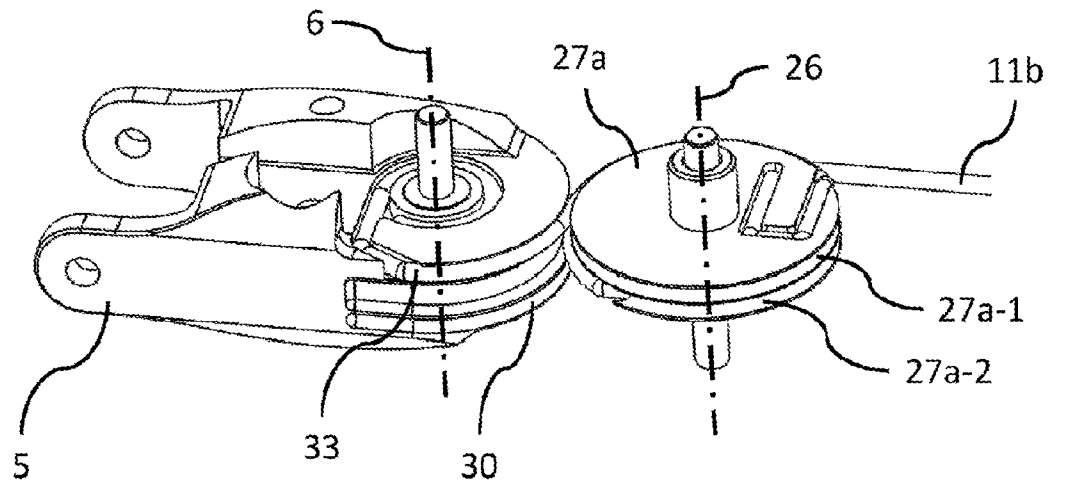


Figura 27

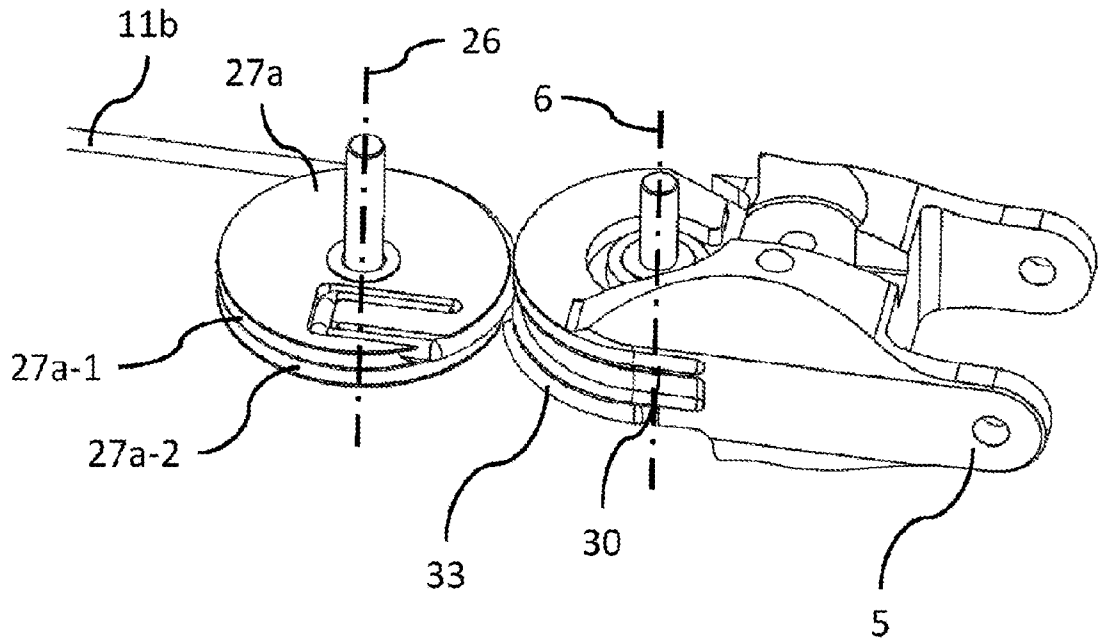


Figura 28

