

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 015 729**

51 Int. Cl.:

**A61B 34/00** (2006.01)

**A61B 34/30** (2006.01)

**A61B 17/29** (2006.01)

**B25J 17/02** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.09.2018 E 18197703 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.01.2025 EP 3461450**

54 Título: **Articulación del eje de potencia para herramienta quirúrgica robótica**

30 Prioridad:

**29.09.2017 US 201715720699**

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

**07.05.2025**

73 Titular/es:

**ETHICON LLC (100.00%)  
475 Street C, Suite 401, Los Frailes Industrial  
Park  
Guaynabo 00969, US**

72 Inventor/es:

**BRUEHWILER, MICHEL;  
CONSTANTINEAU, COLE;  
RYAN, ANDREW y  
SAEEDI, KHODABAKHSH**

74 Agente/Representante:

**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

ES 3 015 729 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

Articulación del eje de potencia para herramienta quirúrgica robótica

### 5 Antecedentes

La patente US-2017/0165017 A1 se refiere a un instrumento quirúrgico robótico que comprende un vástago y un elemento efector de extremo conectados por una articulación. La articulación comprende una primera y una segunda juntas, accionables mediante un primer y un segundo par de elementos de accionamiento. La primera junta permite que el elemento efector de extremo gire alrededor de un primer eje transversal a un eje longitudinal del vástago. Una disposición de poleas comprende un primer conjunto de poleas que pueden girar alrededor del primer eje y una polea de redirección entre el primer conjunto de poleas y la segunda junta, las cuales limitan el segundo par de elementos de accionamiento. La polea de redirección puede girar alrededor de un eje de la polea de redirección que está inclinado con respecto al primer eje para hacer que la polea de redirección redirija un primero del segundo par de elementos de accionamiento desde un punto de despegue de una primera polea del primer conjunto de poleas hasta un punto de recogida de la segunda junta.

La patente US-2008/0119870 A1 se refiere a una herramienta quirúrgica robótica que tiene mordazas opuestas, el elemento de trabajo de la herramienta quirúrgica robótica está fabricado de un material diferente del elemento de accionamiento de la herramienta quirúrgica robótica. Los dos elementos pueden fabricarse de forma independiente y ensamblarse juntos en una etapa posterior. Por lo tanto, el material que comprende cada elemento puede tener propiedades más apropiadas para la función que desempeña cada elemento en la herramienta quirúrgica robótica. Por ejemplo, el metal seleccionado para comprender la hoja de una tijera quirúrgica puede ser resistente a la corrosión y capaz de afilarse en gran medida.

La patente US-2008/0177284 A1 se refiere a una unidad de instrumentos médicos que comprende un vástago alargado, una herramienta transportada por el extremo distal del vástago alargado para realizar un procedimiento médico en un paciente, una pluralidad de secciones que pueden doblarse de forma controlable espaciadas a lo largo del vástago alargado y dispuestas proximales a la herramienta, una pluralidad de elementos de accionamiento que se extienden dentro del vástago alargado para accionar, respectivamente, las secciones que pueden doblarse de forma controlable, y un acoplador de instrumentos montado en el extremo proximal del vástago alargado, con el acoplador de instrumento configurado para acoplar un accionamiento electromecánico a los elementos de accionamiento.

Los instrumentos quirúrgicos mínimamente invasivos (MIS, por sus siglas en inglés) suelen preferirse a los dispositivos tradicionales para cirugía abierta debido a la reducción del tiempo de recuperación postoperatoria y a la mínima cicatrización. La cirugía endoscópica es un tipo de procedimiento MIS en el que se introduce un vástago flexible alargado en el cuerpo de un paciente a través de un orificio natural. La cirugía laparoscópica es otro tipo de procedimiento MIS en el que se forman una o más incisiones pequeñas en el abdomen de un paciente y se inserta un trocar a través de la incisión para formar una vía que dé acceso a la cavidad abdominal. A través del trocar, se pueden introducir una variedad de instrumentos y herramientas quirúrgicas en la cavidad abdominal. El trocar también ayuda a facilitar la insuflación para elevar la pared abdominal por encima de los órganos. Los instrumentos y herramientas que se introducen en la cavidad abdominal a través del trocar se pueden usar para acoplar y/o tratar el tejido de varias formas a fin de lograr un efecto diagnóstico o terapéutico.

Recientemente se han desarrollado varios sistemas robóticos para ayudar en los procedimientos MIS. Los sistemas robóticos pueden permitir movimientos de la mano más intuitivos al mantener el eje natural entre el ojo y la mano. Los sistemas robóticos también pueden permitir más grados de libertad de movimiento al incluir una junta de "articulación" en el instrumento, que crea una articulación más natural similar a la de una mano.

Para facilitar el funcionamiento de la junta de la articulación, los sistemas robóticos incluyen de forma típica sistemas de movimiento accionados por cable diseñados para articular (mover) el efector de extremo del instrumento. Los sistemas de movimiento accionados por cable comunes incluyen uno o más cables de accionamiento (denominados alternativamente miembros o alambres alargados) que se extienden a través de la junta de la articulación para ayudar a articular el efector de extremo del instrumento. Algunas herramientas quirúrgicas, tal como las portaagujas y las pinzas de agarre (pinzas quirúrgicas), requieren una gran cantidad de fuerza de agarre y una mayor capacidad de carga para llevar a cabo correctamente varios procedimientos quirúrgicos. Los sistemas de movimiento accionados por cable convencionales frecuentemente no pueden proporcionar la fuerza de agarre y la capacidad de carga suficientes necesarias para llevar a cabo estos diversos procedimientos quirúrgicos.

### Resumen de la invención

La invención se define en la reivindicación independiente 1. Las reivindicaciones dependientes describen realizaciones ilustrativas.

### Breve descripción de los dibujos

Las siguientes figuras se incluyen para ilustrar ciertos aspectos de la presente descripción y no deben considerarse realizaciones exclusivas. El tema descrito es capaz de modificaciones, alteraciones, combinaciones y equivalentes considerables en forma y función, sin apartarse del alcance de esta divulgación.

La figura 1 es una vista lateral de una herramienta quirúrgica ilustrativa que puede incorporar algunos o todos los principios de la presente descripción.

- 5 La figura 2 ilustra los posibles grados de libertad en los que la articulación de la figura 1 puede ser capaz de articularse (girar).

La figura 3 es una vista isométrica ampliada del extremo distal de la herramienta quirúrgica de la figura 1.

- 10 la figura 4 es una vista lateral en sección transversal ampliada de la articulación y el efector de extremo de la figura 3.

La figura 5 es una vista isométrica ampliada del efector de extremo de la figura 3.

- 15 La figura 6 es una vista lateral en sección transversal de la horquilla distal y el primer eje de la articulación en la figura 3.

La figura 7 es una vista lateral de una realización del efector de extremo de la figura 3.

La figura 8 es una vista lateral isométrica del efector de extremo y una parte de la articulación de las figuras 3 y 4.

- 20 La figura 9 es una vista lateral isométrica del efector de extremo y una parte de la articulación de las figuras 3 y 4, según una o más realizaciones adicionales.

La figura 10 es una vista despiezada de la horquilla proximal y la parte distal del vástago alargado.

- 25 La figura 11 es una vista isométrica en sección transversal del efector de extremo y la articulación, según una o más realizaciones adicionales.

#### Descripción detallada

- 30 La presente descripción se refiere a sistemas de cirugía robótica y, más particularmente, a herramientas quirúrgicas robóticas que tienen una junta de articulación que incorpora un cable del eje de potencia que suministra una fuerza elevada a la junta de la articulación y un efector de extremo asociado.

- 35 Las realizaciones descritas en la presente memoria describen una articulación del eje de potencia para una herramienta quirúrgica robótica. La herramienta quirúrgica incluye un alojamiento de accionamiento y un vástago alargado que se extiende desde el alojamiento de accionamiento. La articulación del eje de potencia acopla un efector de extremo al vástago alargado e incluye una horquilla distal que tiene un primer eje que monta de forma giratoria el efector de extremo en la horquilla distal, y una horquilla proximal acoplada al vástago alargado y que tiene un segundo eje que monta de forma giratoria la horquilla distal en la horquilla proximal. Una pluralidad de cables de accionamiento se extienden entre el alojamiento de accionamiento y el efector de extremo, y el movimiento de los cables de accionamiento hace que el efector de extremo se articule alrededor de un primer eje de pivote que se extiende a través del primer eje. Un cable del eje de potencia se extiende desde el alojamiento de accionamiento y está montado en la horquilla distal de tal modo que el movimiento del cable del eje de potencia hace girar correspondientemente el efector de extremo alrededor de un segundo eje de pivote en el segundo eje. El cable del eje de potencia está dedicado por completo a transmitir fuerza a la horquilla distal y, por lo tanto, proporciona una cantidad elevada de fuerza y capacidad de carga para el efector de extremo.

- La figura 1 es una vista lateral de una herramienta quirúrgica 100 ilustrativa que puede incorporar algunos o todos los principios de la presente descripción. Como se ilustra, la herramienta quirúrgica 100 incluye un vástago alargado 102, un efector 104 de extremo, una articulación 106 (denominada alternativamente “junta de articulación”) que acopla el efector 104 de extremo al extremo distal del vástago 102, y un alojamiento 108 de accionamiento acoplado al extremo proximal del vástago 102. La herramienta quirúrgica 100 puede diseñarse para acoplarse de manera liberable a un sistema quirúrgico robótico, y el alojamiento 108 de accionamiento puede incluir características de acoplamiento que acoplan de manera liberable la herramienta quirúrgica 100 al sistema quirúrgico robótico.

- 55 Los términos “proximal” y “distal” se definen en la presente memoria con respecto a un sistema quirúrgico robótico que tiene una interfaz configurada para acoplar mecánica y eléctricamente la herramienta quirúrgica 100 (p. ej., en el alojamiento 108) a un manipulador robótico. El término “proximal” se refiere a la posición de un elemento más cercano al manipulador robótico y el término “distal” se refiere a la posición de un elemento más cercano al efector 104 de extremo y por lo tanto más alejado del manipulador robótico. Además, el uso de términos direccionales tales como arriba, abajo, superior, inferior, ascendente, descendente, izquierda, derecha y similares se usa en relación con las realizaciones ilustrativas tal como se representan en las figuras, siendo la dirección hacia arriba o superior hacia la parte superior de la figura correspondiente y siendo la dirección hacia abajo o inferior hacia la parte inferior de la figura correspondiente.

- 60 Durante el uso de la herramienta quirúrgica 100, el efector 104 de extremo se configura para moverse (girar) con respecto al vástago 102 en la articulación 106 para colocar el efector 104 de extremo en las orientaciones y ubicaciones deseadas con respecto a un sitio quirúrgico. El alojamiento 108 incluye varios mecanismos diseñados

para controlar el funcionamiento de diversas características asociadas con el efector 104 de extremo (p. ej., sujeción, disparo, rotación, articulación, suministro de energía, etc.). En al menos algunas realizaciones, el vástago 102 y, por lo tanto, el efector 104 de extremo acoplado al mismo, se configuran para girar alrededor de un eje longitudinal A<sub>1</sub> del vástago 102. En tales realizaciones, al menos uno de los mecanismos incluidos en el alojamiento 108 se configura para controlar el movimiento de rotación del vástago 102 alrededor del eje longitudinal A<sub>1</sub>.

La herramienta quirúrgica 100 puede tener cualquiera de una variedad de configuraciones capaces de realizar al menos una función quirúrgica. Por ejemplo, la herramienta quirúrgica 100 puede incluir, pero no se limita a, pinzas quirúrgicas, una pinza de agarre, un portaagujas, unas tijeras, una herramienta de electrocauterización, una grapadora, un aplicador de grapas, una herramienta de succión, una herramienta de irrigación, un dispositivo de obtención de imágenes (p. ej., un endoscopio o una sonda ultrasónica) o cualquier combinación de los mismos. La herramienta quirúrgica 100 puede configurarse para aplicar energía al tejido, tal como energía de radiofrecuencia (RF, por sus siglas en inglés).

El vástago 102 es un elemento alargado que se extiende distalmente desde el alojamiento 108 y tiene al menos un lumen que se extiende a través del mismo a lo largo de su longitud axial. El vástago 102 puede estar fijado al alojamiento 108, pero alternativamente podría montarse de forma giratoria en el alojamiento 108 para permitir que el vástago 102 gire alrededor del eje longitudinal A<sub>1</sub>. El vástago 102 puede estar acoplado de manera liberable al alojamiento 108, lo que puede permitir que un solo alojamiento 108 se adapte a varios vástagos que tienen diferentes efectores de extremo.

El efector 104 de extremo puede tener una variedad de tamaños, formas, y configuraciones. El efector 104 de extremo comprende una pinza de agarre que tiene mordazas opuestas 110, 112 configuradas para moverse entre las posiciones abierta y cerrada. Una o ambas mordazas 110, 112 pueden configurarse para girar en la articulación 106 para mover el efector 104 de extremo entre las posiciones abierta y cerrada. Sin embargo, el efector 104 de extremo puede tener otras configuraciones, p. ej., tijeras que incluyen un par de cuchillas de corte opuestas, un babcock que incluye un par de mordazas de agarre opuestas, un retractor, un gancho, una espátula, portaagujas, pinzas de agarre, pinzas quirúrgicas, etc.

La articulación 106 puede tener cualquiera de una variedad de configuraciones. En general, la articulación 106 comprende una junta configurada para permitir el movimiento giratorio del efector 104 de extremo con respecto al vástago 102. Como se explica con más detalle a continuación, la articulación 106 puede caracterizarse como una “articulación del eje de potencia” capaz de suministrar una fuerza y una carga elevadas al efector 104 de extremo en comparación con las juntas de articulación convencionales.

La figura 2 ilustra los posibles grados de libertad en los que la articulación 106 puede articularse (girar). Los grados de libertad de la articulación 106 están representados por tres variables de traslación (es decir, oleaje, inclinación y balanceo) y por tres variables de rotación (es decir, ángulos de Euler o balanceo, inclinación y guiñada). Las variables de traslación y rotación describen la posición y orientación de un componente de un sistema quirúrgico (p. ej., el efector 104 de extremo) con respecto a un marco de referencia de coordenadas cartesianas dado. Como se representa en la figura 2, “oleaje” se refiere al movimiento de traslación hacia adelante y hacia atrás, “inclinación” se refiere al movimiento de traslación hacia arriba y hacia abajo, y “balanceo” se refiere al movimiento de traslación hacia la izquierda y hacia la derecha. Con respecto a los términos de rotación, “alabeo” se refiere a la inclinación de un lado a otro, “inclinación” se refiere a la cabeceo hacia adelante y hacia atrás, y “guiñada” se refiere a girar a la izquierda y a la derecha.

El movimiento de giro puede incluir un movimiento de inclinación alrededor de un primer eje de la articulación 106 (p. ej., el eje X), un movimiento de guiñada alrededor de un segundo eje de la articulación 106 (p. ej., el eje Y) y combinaciones de los mismos para permitir un movimiento de rotación de 360° del efector 104 de extremo alrededor de la articulación 106. En otras aplicaciones, el movimiento de giro puede limitarse al movimiento en un solo plano, p. ej., solo al movimiento de inclinación alrededor del primer eje de la articulación 106 o solo al movimiento de guiñada alrededor del segundo eje de la articulación 106, de tal modo que el efector 104 de extremo se mueve solo en un solo plano.

Haciendo referencia nuevamente a la figura 1, la herramienta quirúrgica 100 incluye una pluralidad de cables de accionamiento (ocultos en la figura 1) que forman parte de un sistema de movimiento accionado por cable configurado para facilitar el movimiento (giratorio) del efector 104 de extremo con respecto al vástago 102. Los cables de accionamiento pueden denominarse y caracterizarse de lo contrario como cables, bandas, líneas, cordones, alambres, sogas, cuerdas, cuerdas retorcidas, elementos alargados, etc. Los cables de accionamiento pueden fabricarse de una variedad de materiales que incluyen, pero no se limitan a, metal (p. ej., tungsteno, acero inoxidable, etc.) o un polímero. Los cables de accionamiento ilustrativos se describen en la publicación de patente US-2015/0209965 titulada “Compact Robotic Wrist”, y la publicación de patente US-2015/0025549 titulada “Hyperdexterous Surgical System”.

Los cables de accionamiento están acoplados operativamente a varios mecanismos de accionamiento alojados dentro del alojamiento 108 de accionamiento y se extienden dentro del lumen del vástago 102 hasta la articulación 106, donde se enganchan operativamente con el efector 104 de extremo. El accionamiento selectivo de todos o una parte de los cables de accionamiento hace que el efector 104 de extremo (p. ej., una o ambas mordazas 110, 112) se mueva (gire) con respecto al vástago 102. Más específicamente, el accionamiento selectivo hace que un cable de accionamiento correspondiente se traslade longitudinalmente dentro del lumen del vástago 102 y, por lo tanto, provoque un movimiento de giro del efector 104 de extremo. Durante el funcionamiento, uno o más cables de accionamiento pueden trasladarse longitudinalmente para hacer que el efector 104 de extremo se articule (p. ej., ambas mordazas 110, 112 inclinadas en un mismo sentido), para

hacer que el efector 104 de extremo se abra (p. ej., una o ambas mordazas 110, 112 se alejen la una de las otras), o para hacer que el efector 104 de extremo se cierre (p. ej., una o ambas mordazas 110, 112 se mueven hacia el otro).

El accionamiento de los cables de accionamiento puede lograrse de diversas formas, tal como activando un accionador o mecanismo asociado acoplado operativamente o alojado dentro del alojamiento 108 de accionamiento. El accionamiento aplica tensión a (es decir, tira) de los cables de accionamiento en una dirección proximal para hacer que el elemento alargado correspondiente se traslade y, por lo tanto, hacer que el efector 104 de extremo se mueva (articule) con respecto al vástago 102. Cuando ambas mordazas 110, 112 están diseñadas para moverse para abrir y cerrar el efector 104 de extremo, uno o más primeros cables de accionamiento se acoplarán operativamente a la primera mordaza 110 para mover esa mordaza 110 y uno o más segundos cables de accionamiento se acoplarán operativamente a la segunda mordaza 112 para mover esa mordaza 112. Cuando solo una de las mordazas 110, 112 está configurada para moverse para abrir y cerrar el efector 104 de extremo, uno o más cables de accionamiento pueden acoplarse operativamente a la primera mordaza 110 para mover la primera mordaza 110 con respecto a la segunda mordaza 112.

El accionamiento de los cables de accionamiento mueve el efector 104 de extremo entre una posición no articulada y una posición articulada. El efector 104 de extremo se representa en la figura 1 en la posición no articulada donde un eje longitudinal  $A_2$  del efector 104 de extremo está sustancialmente alineado con el eje longitudinal  $A_1$  del vástago 102, de tal modo que el efector 104 de extremo está en un ángulo sustancialmente cero con respecto al vástago 102. Debido a factores tal como la tolerancia de fabricación y la precisión de los dispositivos de medición, el efector 104 de extremo puede no estar en un ángulo cero preciso con respecto al vástago 102 en la posición desarticulada, pero, no obstante, puede considerarse “sustancialmente alineado” con el mismo. En la posición articulada, los ejes longitudinales  $A_1$ ,  $A_2$  estarían desplazados angularmente entre sí de tal modo que el efector 104 de extremo esté en un ángulo distinto de cero con respecto al vástago 102.

El alojamiento 108 de accionamiento (denominada alternativamente “disco”) puede engancharse (unirse) de forma liberable a un accionador de herramientas de un sistema quirúrgico robótico de diversas maneras, tal como, sujetándolo, enganchándolo o acoplándolo de forma deslizable con él. Los dispositivos o mecanismos de accionamiento alojados dentro del alojamiento 108 de accionamiento pueden controlarse por el robot basándose en las entradas del usuario recibidas a través de un sistema informático incorporado en el robot. En consecuencia, las entradas de usuario controlan el movimiento de los cables de accionamiento y, en consecuencia, el movimiento del efector 104 de extremo.

En solicitud de patente US-15/200.283 mencionada anteriormente se describen ejemplos de destornilladores de herramientas a los que puede unirse el alojamiento 108 de accionamiento de forma extraíble. Además, el alojamiento 108 de accionamiento ilustrada en la figura 1 no es más que un ejemplo de un alojamiento de accionamiento adecuada, y las realizaciones adicionales del alojamiento 108 de accionamiento se describen en la publicación de patentes mencionada anteriormente US-2015/0209965 y US-2015/0025549. Los ejemplos de sistemas quirúrgicos robóticos se describen en la patente US-8.831.782 titulada “Patient-Side Surgeon Interface for a Teleoperated Surgical Instrument” y anteriormente mencionada en la publicación de patente US-2015/0209965 y US-2015/0025549.

La figura 3 es una vista isométrica ampliada del extremo distal de la herramienta quirúrgica 100 de la figura 1. Más específicamente, la figura 3 representa vistas ampliadas del efector 104 de extremo y la articulación 106, con el efector 104 de extremo en la posición no articulada donde las mordazas 110, 112 están cerradas. La articulación 106 acopla operativamente el efector 104 de extremo al vástago 102. Para lograr esto, la articulación 106 incluye una horquilla distal 302a y una horquilla proximal 302b. El efector 104 de extremo (es decir, las mordazas 110, 112) está montado de forma giratoria en la horquilla distal 302a en un primer eje 304a, la horquilla distal 302a está montada de forma giratoria en la horquilla proximal 302b en un segundo eje 304b, y la horquilla proximal 302b está acoplada a un extremo distal 306 del vástago 102.

La articulación 106 proporciona un primer eje de pivote  $P_1$  que se extiende a través del primer eje 304a y un segundo eje de pivote  $P_2$  que se extiende a través del segundo eje 304b. El primer eje de pivote  $P_1$  es sustancialmente perpendicular (ortogonal) al eje longitudinal  $A_2$  del efector 104 de extremo, y el segundo eje de pivote  $P_2$  es sustancialmente perpendicular tanto al eje longitudinal  $A_2$  como al primer eje de pivote  $P_1$ . El movimiento alrededor del primer eje de pivote  $P_1$  proporciona una articulación de “guiñada” del efector 104 de extremo, y el movimiento alrededor del segundo eje de pivote  $P_2$  proporciona una articulación de “inclinación” del efector 104 de extremo. Las mordazas 110, 112 están montadas en el primer eje de pivote  $P_1$ , lo que permite que las mordazas 110, 112 giren una con respecto a la otra para abrir y cerrar el efector 104 de extremo o, alternativamente, pivoten en tándem para articular la orientación del efector 104 de extremo.

Una pluralidad de cables 308 de accionamiento, mostrados como cables 308a, 308b, 308c y 308d de accionamiento, se extienden longitudinalmente dentro de un lumen 310 del vástago 102 hasta terminar en la articulación 106. Los cables 308a-d de accionamiento se extienden proximalmente desde el efector 104 de extremo hasta el alojamiento 108 de accionamiento (figura 1), el cual, como se ha comentado anteriormente, puede estar configurado para facilitar el movimiento longitudinal de los cables 308a-d de accionamiento dentro del lumen 310. El lumen 310 puede ser un único lumen, como se ilustra, o puede comprender alternativamente una pluralidad de lúmenes independientes, cada uno de los cuales recibe uno o más de los cables 308a-d de accionamiento.

La articulación 106 incluye una primera pluralidad de poleas 312a y una segunda pluralidad de poleas 312b, cada una configurada para interactuar y redirigir los cables 308a-d de accionamiento para su acoplamiento con el efector 104 de extremo. La primera pluralidad de poleas 312a está montada en la horquilla proximal 302b en el segundo eje 304b y la segunda pluralidad de poleas 312b también está montada en la horquilla proximal 302b, en un tercer eje 304c. El tercer eje 304c está ubicado próximo al segundo eje 304b. La primera y la segunda pluralidad de poleas 312a, b redirigen cooperativamente los cables 308a-d de accionamiento a través de una trayectoria en forma de “S”.

En al menos una realización, un par de cables 308a-d de accionamiento está acoplado operativamente a cada mordaza 110, 112 y configurado para operar “de modo antagónico” la mordaza 110, 112 correspondiente. Por ejemplo, el primer y segundo cables 308a,b de accionamiento están acoplados en un conector 314 montado en la primera mordaza 110, y el tercer y cuarto cables 308c de accionamiento, están acoplados en otro conector (oculto en la figura 3) montado en la segunda mordaza 112. El accionamiento 308a del primer cable de accionamiento actúa sobre el primer conector 314 y, por lo tanto, hace girar la primera mordaza 110 alrededor del primer eje de pivote  $P_1$  hacia la posición abierta. Por el contrario, el accionamiento del segundo cable 308b de accionamiento también actúa sobre el primer conector 314, y por lo tanto hace girar la primera mordaza 110 alrededor del primer eje de pivote  $P_1$  en la dirección opuesta y hacia la posición cerrada. De modo similar, el accionamiento del tercer cable 308c de accionamiento actúa sobre el segundo conector (no mostrado) y, por lo tanto, hace girar la segunda mordaza 112 alrededor del primer eje de pivote  $P_1$  hacia la posición abierta, mientras que el accionamiento del cuarto cable 308d de accionamiento actúa sobre el segundo conector correspondiente para hacer girar la segunda mordaza 112 alrededor del primer eje de pivote  $P_1$  en la dirección opuesta y hacia la posición cerrada.

En consecuencia, los cables 308a-d de accionamiento pueden caracterizarse o denominarse de lo contrario cables “antagónicos” que funcionan de forma cooperativa (antagónicamente) para provocar un movimiento relativo o en tándem de la primera y segunda mordazas 110, 112. Cuando se acciona el primer cable 308a de accionamiento, el segundo cable 308b de accionamiento sigue naturalmente acoplado al primer cable 308a de accionamiento en el conector 314, y viceversa. De modo similar, cuando se acciona el tercer cable 308c de accionamiento, el cuarto cable 308d de accionamiento sigue naturalmente acoplado al tercer cable 308c de accionamiento en el otro conector (oculto en la figura 3), y viceversa.

Según la presente descripción, la herramienta 100 puede incluir además un cable 316 del eje de potencia, que también se extiende longitudinalmente dentro del lumen 310 hasta terminar en la articulación 106, donde se acoplan las horquillas distal y proximal 302a, b. De modo similar a los cables 308a-d de accionamiento, el cable 316 del eje de potencia se extiende desde el alojamiento 108 de accionamiento (figura 1), que aloja uno o más mecanismos de accionamiento utilizados para accionar selectivamente el cable 316 del eje de potencia y facilitar así el movimiento longitudinal (traslación) del cable 316 del eje de potencia dentro del lumen 310. En algunas realizaciones, el cable 316 del eje de potencia es un cable de bucle cerrado que interactúa con un solo mecanismo de accionamiento en el alojamiento 108 de accionamiento. Sin embargo, en otras realizaciones, el cable 316 del eje de potencia puede comprender dos cables del eje de potencia acoplados a la horquilla distal 302a y cada uno de los cuales interactúa con un mecanismo independiente en el alojamiento 108 de accionamiento, sin apartarse del alcance de la descripción.

El cable 316 del eje de potencia está dedicado a transmitir fuerza a la horquilla distal 302a, lo que proporciona capacidades de fuerza y carga elevadas al efector 104 de extremo. Durante el funcionamiento, el accionamiento del cable 316 del eje de potencia en una primera dirección hace girar la horquilla distal 302a y, por lo tanto, el efector 104 de extremo, alrededor del segundo eje de pivote  $P_2$  en una primera dirección de “inclinación”. Por el contrario, el accionamiento del cable 316 del eje de potencia en una segunda dirección opuesta a la primera dirección hace girar la horquilla distal 302a (y el efector 104 de extremo) alrededor del segundo eje de pivote  $P_2$  en una segunda dirección de “inclinación” opuesta a la primera dirección de paso. A medida que el efector 104 de extremo se mueve en la primera y segunda direcciones de inclinación, se proporciona fuerza y carga adicionales al efector 104 de extremo, lo que mejora sus capacidades. Esta fuerza elevada permite utilizar instrumentos para retraer y agarrar órganos o tejidos grandes, y para suturar y manipular una aguja a través de un tejido grueso.

La figura 4 es una vista lateral en sección transversal ampliada de la articulación 106 y el efector 104 de extremo de la figura 3, según una o más realizaciones de la presente descripción. Como se ha ilustrado y mencionado anteriormente, el efector 104 de extremo está montado de forma giratoria en la horquilla distal 302a en el primer eje 304a, y la horquilla distal 302a está montada de forma giratoria en la horquilla proximal 302b en el segundo eje 304b.

La horquilla distal 302a comprende un cuerpo 402 que proporciona y define de otro modo una primera extensión 404a y una segunda extensión 404b desplazadas lateralmente con respecto a la primera extensión 404a. Se define una cavidad 406 entre la primera y segunda s extensiones 404a, b y se configura para recibir una parte del efector 104 de extremo. Por ejemplo, la cavidad 406 está dimensionada para recibir una parte proximal de cada una de la primera y segunda las mordazas 110, 112.

Para fijar el efector 104 de extremo a la horquilla distal 302a, el primer eje 304a puede extenderse a través del primero y segundo orificios 408a, 408b definidos por la primera y segunda extensiones 404a, b, respectivamente. El primer eje 304a también puede extenderse a través de los orificios 410 correspondientes definidos por el efector 104 de extremo (es decir, a través de las partes proximales de cada mordaza 110, 112). Una vez montado en el primer eje 304a, el efector 104 de extremo es capaz de girar alrededor del primer eje de pivote  $P_1$  cuando actúan sobre los cables 308a-d de accionamiento correspondientes (figura 3).

Como se ilustra, puede usarse un conector 412 del eje de potencia para montar el cable 316 del eje de potencia en la horquilla distal 302a. La horquilla distal 302a puede proporcionar una polea interior 414 que define una ranura interior 416 que circunscribe concéntricamente el segundo eje 304b. El cable 316 del eje de potencia puede recibirse dentro de la ranura interior 416 y, por lo tanto, enrutarse concéntricamente alrededor del segundo eje 304b, y el conector 412 del eje de potencia mantiene el cable 316 del eje de potencia en su lugar en la horquilla distal 302a.

El conector 412 del eje de potencia puede comprender cualquier mecanismo de unión capaz de montar el cable 316 del eje de potencia en la horquilla 302a distal de tal modo que el movimiento (accionamiento) del cable 316 del eje de potencia en un lado del conector 412 del eje de potencia mueva de manera correspondiente el cable 316 del eje de potencia en el lado opuesto del conector 412 del eje de potencia. Por ejemplo, el conector 412 del eje de potencia puede comprender un engarce, tal como un engarce esférico. Alternativamente, pueden emplearse otros tipos de engarces, que incluyen, pero sin limitarse a, un engarce de cilindro, un engarce de doble cilindro, etc. Sin embargo, el conector 412 del eje de potencia puede comprender alternativamente un accesorio soldado, un accesorio de soldadura fuerte, una unión adhesiva, un sujetador mecánico y cualquier combinación de los mismos.

El conector 412 del eje de potencia puede montarse en la horquilla distal 302a al ser recibido dentro de un bolsillo 418 definido por la horquilla distal 302a. El bolsillo 418 puede tener un tamaño de tal modo que, cuando el conector 412 del eje de potencia se recibe en el mismo, el movimiento del cable 316 del eje de potencia hace que el conector 412 del eje de potencia actúe sobre la horquilla distal 302a y la impulse a moverse alrededor del segundo eje de pivote  $P_2$ .

El movimiento (accionamiento) del cable 316 del eje de potencia en una primera dirección, por ejemplo, moverá (rotará) la horquilla distal 302a alrededor del segundo eje de pivote  $P_2$  en una primera dirección o en “sentido de las agujas del reloj”. Por el contrario, el movimiento (accionamiento) del cable 316 del eje de potencia en una segunda dirección opuesta a la primera dirección moverá (rotará) la horquilla distal 302a alrededor del segundo eje de pivote  $P_2$  en una segunda dirección o en “sentido de las agujas del reloj”. Además, dado que el efector 104 está acoplado a la horquilla distal 302a en el primer eje 304a, el movimiento del cable 316 del eje de potencia hará girar el efector 104 alrededor del segundo eje de pivote  $P_2$  en la misma dirección.

El cable 316 del eje de potencia está dedicado por completo a transmitir fuerza a la horquilla distal 302a. A diferencia de los cables 308a de accionamiento, b (figura 3), que se dirigen alrededor de la primera y la segunda pluralidad de poleas 312a, b, el cable 316 del eje de potencia se dirige directamente a la horquilla distal 302a. El enrutamiento de los cables 308a, b de accionamiento alrededor de la primera y la segunda pluralidad de poleas 312a, b introduce fricción y reduce la capacidad de carga disponible. Dado que el cable 316 del eje de potencia se dirige directamente a la horquilla distal 302a, está disponible una mayor capacidad de fuerza y carga para el efector 104 de extremo.

La figura 5 es una vista lateral isométrica del efector 104 de extremo, según una o más realizaciones. De nuevo, el efector 104 de extremo ilustrado incluye una primera y una segunda mordazas 110, 112 opuestas y puede moverse entre las posiciones abierta y cerrada según actúan sobre ellos los cables 308a-d de accionamiento. Además, el primero y segundo cables 308a, b de accionamiento están acoplados en el conector 314, que está montado en la primera mordaza 110, y el tercero y cuarto cables 308c, d de accionamiento, están acoplados en otro conector (oculto en la figura 5), que está montado en la segunda mordaza 112.

El conector 314 (y el conector oculto) pueden comprender cualquier mecanismo de unión capaz de acoplar los cables de accionamiento 308a-d correspondientes de tal modo que el movimiento (accionamiento) de un cable de accionamiento mueva de manera correspondiente el otro cable de accionamiento asociado, y viceversa. Por ejemplo, el conector 314 (y el conector oculto) pueden comprender un engarce esférico. Sin embargo, el conector 314 (y el conector oculto) puede comprender cualquiera de los mecanismos de unión mencionados en la presente memoria con referencia al conector 412 del eje de potencia de la figura 4.

Como se ilustra, el conector 314 puede recibirse dentro de un bolsillo 502 definido por la primera mordaza 110. Si bien no es visible en la figura 5, el conector oculto montado en la segunda mordaza 112 también puede recibirse dentro de un bolsillo correspondiente definido por la segunda mordaza 112. Para los fines de la descripción, solo se analizarán el conector visible 314 y el bolsillo 502, pero se apreciará que el análisis puede aplicarse igualmente al conector y al bolsillo ocultos de la segunda mordaza 112, sin apartarse del alcance de la descripción.

El bolsillo 502 puede estar dimensionado para recibir el conector 314 de tal modo que el movimiento del primer cable 308 a de accionamiento mueva de manera correspondiente el segundo cable 308b de accionamiento, y viceversa, pero también impulse simultáneamente al conector 314 a actuar sobre la primera mordaza 110 para moverse alrededor del primer eje de pivote  $P_1$ . En algunas realizaciones, el efector 104 de extremo puede proporcionar además una punta 504 que ayude al primer cable 308a de accionamiento a mantener su posición y evitar que el primer cable 308a de accionamiento “salte” o se salga de su lugar mientras se encuentra en plena articulación de guiñada. En la realización ilustrada, la punta 504 es una extensión integral de la mordaza 110 y se extiende desde ella en una dirección que esencialmente atrapa y detiene el conector 314 si se impulsa al conector 314 a escapar del bolsillo 502.

La figura 6 es una vista lateral en sección transversal de la horquilla distal 302a y el primer eje 304a de la articulación 106 de las figuras 3 y 4. En algunas realizaciones, el primer orificio 408a definido por la primera extensión 404a puede tener un primer diámetro interior 602a y el segundo orificio 408b definido por la segunda extensión 404b puede tener un segundo diámetro interior 602b mayor que el primer diámetro interior 412a. Además, el primer eje 304a puede configurarse y dimensionarse de otro modo para que coincida con el primero y segundo orificios 408a, b en una disposición de ajuste a presión o ajuste por contracción. En consecuencia, el primer eje 304a puede presentar un primer diámetro exterior 604a en un primer extremo 606a y un segundo diámetro exterior 604b en un segundo extremo 606b, donde el segundo diámetro exterior 604b es menor que el primer diámetro exterior 604a. El primer diámetro interior 602a puede estar dimensionado para recibir el primer diámetro exterior 604a, y el segundo diámetro interior 602b puede dimensionarse para recibir el segundo diámetro exterior 604b. Como se apreciará, esto puede resultar ventajoso para facilitar la unidad, ya que el primer eje 304a no sufrirá fricción hasta justo antes de que ambos extremos 606a, b se ajusten a presión en los orificios 408a, b correspondientes.

La figura 7 es una vista lateral de una realización ilustrativa del efector 104 de extremo de la figura 3, según con una o más realizaciones adicionales. El conector 412 del eje de potencia está asentado dentro del bolsillo 418 definido en la horquilla distal 302a y sobresale parcialmente del bolsillo 418 y entra en la cavidad 406 definida entre la primera y segunda] extensiones 404a, b. Sin embargo, el conector 412 del eje de potencia no interfiere con la articulación del efector 104 de extremo debido a un rebaje 702 definido en la parte inferior (parte proximal) del efector 104 de extremo. Como se ilustra, el rebaje 702 puede estar dimensionado para alojar la parte del conector 412 del eje de potencia que sobresale del bolsillo 418, de tal modo que el conector 412 del eje de potencia no obstruya el movimiento del efector de extremo.

La figura 8 es una vista lateral isométrica del efector 104 de extremo y una parte de la articulación 106 de las figuras 3 y 4, según una o más realizaciones adicionales. Como se ilustra, el cuerpo 402 de la horquilla distal 302a puede definir dos tope rígidos 802 (uno mostrado y otro oculto) y una pluralidad de canales 804 (dos mostrados y dos ocultos). Cada tope rígido 802 puede comprender una proyección definida en el cuerpo 402 y posicionada para limitar el movimiento de “guiñada” de la mordaza 110, 112 correspondiente a un ángulo máximo predeterminado. El tope rígido 802 está configurado para detener la articulación de guiñada de la segunda mordaza 112, mientras que el tope duro oculto en el lado opuesto del efector 104 de extremo está configurado para detener la articulación de guiñada de la primera mordaza 110. En algunas realizaciones, el ángulo máximo predeterminado puede ser de aproximadamente 100°, pero alternativamente podría ser mayor o menor de 100°, sin apartarse del alcance de la descripción.

La pluralidad de canales 804 puede configurarse para recibir los cables 308a-d de accionamiento que se extienden proximalmente desde el efector 104 de extremo a cada lado del mismo. El segundo y tercer cables 308b, c de accionamiento, se muestran extendiéndose a través de los dos canales visibles 804, mientras que el primero y cuarto cables 308a de accionamiento, d se extienden a través de dos canales ocultos en el lado opuesto del cuerpo 402. Los canales 802 tienen un tamaño, de tal modo que, en condiciones normales, los cables 308a-d de accionamiento no se acoplan a los canales 802 y, por lo tanto, no introducen fricción en el sistema.

La figura 9 es una vista lateral isométrica del efector 104 de extremo y una parte de la articulación 106 de las figuras 3 y 4, según una o más realizaciones adicionales. La horquilla proximal 302b se muestra en sección transversal para exponer la primera y la segunda pluralidad de poleas 312a, b para su discusión. Como se ilustra, el segundo eje 304b es mayor que el tercer eje 304c, y el diámetro exterior de cada una de las poleas 312a, b es sustancialmente el mismo. Sin embargo, debido a que el segundo eje 304b es mayor que el tercer eje 304c, un diámetro interior 902b de la segunda pluralidad de poleas 312b puede ser menor que un diámetro interior 902a de la primera pluralidad de poleas 312a.

Como se ha descrito anteriormente, la primera y la segunda pluralidad de poleas 312a, b redirigen cooperativamente los cables 308a-d de accionamiento (figura 3) a través de una trayectoria en forma de “S” que se extiende hacia y desde el efector 104 de extremo. El diámetro interior más pequeño 902b de la segunda pluralidad de poleas 312b equivale a un menor ángulo de curvatura aplicado a los cables 308a-d de accionamiento a medida que se dirigen a través de la trayectoria en forma de “S”. Un menor ángulo de curvatura equivale a un menor contacto de los cables 308a-d de accionamiento contra la segunda pluralidad de poleas 312b, lo que reduce ventajosamente la fricción y las ineficiencias en el tercer eje 304c durante la operación.

La figura 10 es una vista despiezada de la horquilla proximal 302b y del extremo distal 306 del vástago alargado 102, según una o más realizaciones. La horquilla proximal 302b puede acoplarse al extremo distal 306 del vástago 102 de diversas maneras, sin apartarse del alcance de la descripción. Los ejemplos de formas en las que la horquilla proximal 302b puede acoplarse al extremo distal 306 del vástago 102 incluyen, pero no se limitan a, un enganche roscado, una soldadura, una soldadura fuerte, un adhesivo industrial, uno o más sujetadores mecánicos, un ajuste de interferencia (p. ej., ajuste a presión, ajuste por contracción, etc.) o cualquier combinación de los mismos.

En algunas realizaciones, como se ilustra, la horquilla proximal 302b puede acoplarse al extremo distal 306 del vástago 102 al recibir el extremo distal 306 dentro de un interior 1002 de la horquilla proximal 302b. El extremo distal 306 del vástago 102 puede definir un rebaje anular 1004 dimensionado para ser recibida dentro del interior 1002 de la horquilla proximal 302b. En algunas realizaciones, el rebaje anular 1004 puede recibirse dentro del interior 1002 mediante un ajuste de interferencia (p. ej., ajuste a presión, ajuste por contracción, etc.). El acoplamiento de ajuste por interferencia puede mejorarse mediante soldadura, soldadura fuerte o un adhesivo.



En algunas realizaciones, el extremo distal 306 del vástago 102 puede definir una o más ranuras 1006 (una mostrada y otra oculta) y pueden proporcionarse una o más llaves 1008 correspondientes (una mostrada y otra oculta) dentro del interior 1002 de la horquilla proximal 302b. Cuando el extremo distal 306 se recibe dentro del interior 1002, la(s) ranura(s) 1006 pueden configurarse para alinearse con y recibir las llaves 1008, lo que evita la rotación de la articulación 106 (figura 3) con respecto al vástago 102. Además, hacer coincidir la(s) llave(s) 1008 con la(s) ranura(s) 1006 puede resultar ventajoso para garantizar que el vástago 102 solo se acoplará a la horquilla proximal 302b de una manera predeterminada orientación angular, lo que garantiza que la articulación 106 esté alineada con el vástago 102 en una configuración conocida.

La figura 11 es una vista isométrica en sección transversal del efector 104 de extremo y la articulación 106, según con una o más realizaciones adicionales. Más específicamente, se representa una vista del interior 1002 de la horquilla proximal 302b. En algunas realizaciones, la horquilla proximal 302b puede definir una pluralidad de canales 1102 configurados para recibir los cables 308a-d de accionamiento (figura 3) y el cable 316 del eje de potencia. En consecuencia, si bien solo se representan tres canales 1102 en la figura 11, el número de canales 1102 generalmente será igual al número total de cables 308a-d de accionamiento y los dos extremos del cable 316 del eje de potencia.

En algunas realizaciones, puede proporcionarse un sello 1104 dentro del interior 1002 de la horquilla proximal 302b. El sello 1104 puede comprender un sello de silicona y los cables 308a-d de transmisión (figura 3) y el cable 316 del eje de potencia pueden pasar a través del sello 1104 con poca o ninguna generación de fricción. El sello 1104 puede resultar ventajoso para ayudar a mantener la insuflación durante las operaciones quirúrgicas, y también puede proporcionar una barrera que ayude a evitar que los residuos, la sangre y otras materias entren en el vástago 102 (figuras 3 y 10) y otras partes de una herramienta quirúrgica.

Las realizaciones descritas en la presente memoria incluyen:

una herramienta quirúrgica que incluye un alojamiento de accionamiento, un vástago alargado que se extiende desde el alojamiento de accionamiento, una articulación que acopla un efector de extremo al vástago alargado e incluye una horquilla distal que tiene un primer eje que monta de forma giratoria el efector de extremo en la horquilla distal y una horquilla proximal acoplada a un extremo distal del vástago alargado y que tiene un segundo eje que monta de forma giratoria la horquilla distal en la horquilla proximal, una pluralidad de cables de accionamiento que se extienden entre el alojamiento de accionamiento y el efector de extremo, en donde el movimiento de uno o más de la pluralidad de los cables de accionamiento hacen que el efector de extremo se articule alrededor de un primer eje de pivote que se extiende a través del primer eje, y un cable del eje de potencia que se extiende desde el alojamiento de accionamiento y está montado en la horquilla distal de tal modo que el movimiento del cable del eje de potencia hace girar correspondientemente el efector de extremo alrededor de un segundo eje de pivote que se extiende a través del segundo eje y perpendicular al primer eje de pivote.

B. Un método, no reivindicado, para operar una herramienta quirúrgica que incluye colocar la herramienta quirúrgica junto a un paciente para su operación, la herramienta quirúrgica incluye un alojamiento de accionamiento, un vástago alargado que se extiende desde el alojamiento de accionamiento, una articulación que acopla un efector de extremo al vástago alargado e incluye una horquilla distal que tiene un primer eje que monta de forma giratoria el efector de extremo en la horquilla distal y una horquilla proximal acoplada a un extremo distal del vástago alargado y que tiene un segundo eje que monta de forma giratoria la horquilla distal en la horquilla proximal, una pluralidad de cables de accionamiento que se extienden entre el alojamiento de accionamiento y el efector de extremo y un cable del eje de potencia que se extiende desde el alojamiento de accionamiento y está montado en la horquilla distal. El método incluye además mover uno o más de la pluralidad de cables de accionamiento y, por lo tanto, hacer que el efector de extremo se articule alrededor de un primer eje de pivote que se extiende a través del primer eje, y mover el cable del eje de potencia y, por lo tanto, hacer girar el efector de extremo alrededor de un segundo eje de pivote que se extiende a través del segundo eje y perpendicular al primer eje de pivote.

C. Una articulación del eje de potencia para una herramienta quirúrgica que acopla un efector de extremo a un vástago alargado de la herramienta quirúrgica, la articulación del eje de potencia incluye una horquilla distal que tiene un primer eje en el que el efector de extremo está montado de forma giratoria en la horquilla distal, el efector de extremo puede articularse alrededor de un primer eje de pivote que se extiende a través del primer eje, una horquilla proximal configurada para acoplarse a un extremo distal del vástago alargado y que tiene un segundo eje donde la horquilla distal está montada de forma giratoria en la horquilla proximal, y un cable del eje de potencia montado en la horquilla distal, de modo que el movimiento del cable del eje de potencia hace girar correspondientemente el efector de extremo alrededor de un segundo eje de pivote que se extiende a través del segundo eje y perpendicular al primer eje de pivote.

Por lo tanto, los sistemas descritos están bien adaptados para lograr los fines y ventajas mencionados, así como los que son inherentes a los mismos. Las realizaciones particulares descritas anteriormente son solo ilustrativas, ya que la invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas. Además, no se pretende limitar los detalles de construcción o diseño aquí mostrados, excepto los descritos en las reivindicaciones siguientes. Por lo tanto, es evidente que las realizaciones ilustrativas particulares descritas anteriormente pueden alterarse, combinarse, o modificarse dentro del alcance de las reivindicaciones. Los sistemas descritos de modo ilustrativo en la presente memoria pueden ponerse en práctica adecuadamente en ausencia de cualquier elemento que no se describe específicamente en la presente memoria y/o de cualquier elemento opcional descrito en la presente memoria. Si bien las composiciones y los métodos se describen en términos de “comprender”, “contener” o “incluir” varios componentes o etapas, las composiciones y métodos también pueden “consistir esencialmente

en” o “consistir en” los diversos componentes y etapas. Todos los números e intervalos descritos anteriormente pueden variar en cierta cantidad. Siempre que se divulgue un rango numérico con un límite inferior y un límite superior, se describe específicamente cualquier número y cualquier rango incluido que esté dentro del rango. En particular, debe entenderse que cada intervalo de valores (de la forma “desde aproximadamente a hasta aproximadamente b” o, de modo equivalente, “de aproximadamente a a b” o, de modo equivalente, “aproximadamente a-b”) descrito en la presente memoria establece cada número e intervalo abarcado dentro del intervalo más amplio de valores. Además, los términos de las reivindicaciones tienen su significado simple y corriente, a menos que el titular de la patente defina de lo contrario de forma explícita y clara. Además, los artículos indefinidos “uno” o “una”, tal como se usan en las reivindicaciones, se definen en la presente memoria para referirse a uno o más de uno de los elementos que introducen. Si hay algún conflicto entre los usos de una palabra o término en esta especificación, se deben adoptar las definiciones que sean consistentes con esta especificación.

Tal como se utiliza en la presente memoria, la frase “al menos uno de” que precede a una serie de elementos, con los términos “y” u “o” para separar cualquiera de los elementos, modifica la lista en su conjunto, en lugar de cada miembro de la lista (es decir, cada elemento). La frase “al menos uno de” permite un significado que incluye al menos uno de cualquiera de los artículos, y/o al menos una de cualquier combinación de los elementos, y/o al menos uno de cada uno de los artículos. A modo de ejemplo, las frases “al menos uno de A, B y C” o “al menos uno de A, B o C” se refieren cada una a solo A, solo B o solo C; cualquier combinación de A, B y C; y/o al menos uno de cada uno de los A, B y C.

# REIVINDICACIONES

1. Una articulación 106 del eje de potencia para una herramienta quirúrgica (100) que acopla un efector (104) de extremo a un vástago alargado (102) de la herramienta quirúrgica, comprendiendo la articulación del eje de potencia:  
una horquilla distal (302a) que tiene un primer eje (304a) donde el efector de extremo está montado de forma giratoria en la horquilla distal, siendo el efector de extremo articulable alrededor de un primer eje de pivote ( $P_1$ ) que se extiende a través del primer eje;  
una horquilla proximal (302b) configurada para acoplarse a un extremo distal del vástago alargado y que tiene un segundo eje (304b) donde la horquilla distal está montada de forma giratoria en la horquilla proximal;  
un cable (316) del eje de potencia montado en la horquilla distal de tal modo que el movimiento del cable del eje de potencia hace girar correspondientemente el efector de extremo alrededor de un segundo eje de pivote ( $P_2$ ) que se extiende a través del segundo eje y perpendicular al primer eje de pivote;  
una primera pluralidad de poleas (312a) montadas en el segundo eje; y  
una segunda pluralidad de poleas (312b) montadas en un tercer eje (304c) acopladas a la horquilla proximal y ubicadas proximales al segundo eje; en donde la primera y la segunda pluralidad de poleas están configuradas para redirigir de forma cooperativa una pluralidad de cables (308a-d) de accionamiento a través de una trayectoria en forma de S mientras el cable del eje de potencia se dirige directamente a la horquilla distal;  
**caracterizada por que** el diámetro exterior de cada polea de la primera y la segunda pluralidad de poleas es el mismo, pero el segundo eje es mayor que el tercer eje y el diámetro interior (902b) de cada polea de la segunda pluralidad de poleas es menor que el diámetro interior (902a) de cada polea de la primera pluralidad de poleas, y en donde el diámetro interior más pequeño de cada segunda pluralidad de poleas equivale a menor ángulo de curvatura aplicado a los cables de accionamiento a medida que pasan por la trayectoria en forma de S.
2. El eje de potencia de la reivindicación 1, en donde la articulación del eje de potencia comprende un bolsillo (418) definido en la horquilla distal y dimensionado para recibir un conector (412) del eje de potencia fijado al cable del eje de potencia; y  
una polea interior (414) proporcionada por la horquilla distal y que define una ranura interior (416) que circunscribe concéntricamente el segundo eje, en donde el cable del eje de potencia se recibe dentro de la ranura interior.
3. El eje de potencia de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde el conector del eje de potencia comprende un mecanismo de unión seleccionado del grupo que consiste en un engarce, un accesorio soldado, un accesorio de soldadura fuerte, una unión adhesiva, un sujetador mecánico y cualquier combinación de los mismos.
4. El eje de potencia de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la horquilla distal proporciona una primera extensión que define un primer orificio que tiene un primer diámetro interior, y una segunda extensión desplazada lateralmente con respecto a la primera extensión y que define un segundo orificio que tiene un segundo diámetro interior mayor que el primer diámetro interior, y  
en donde el primer eje se puede extender a través del primer y segundo orificios y proporciona un primer extremo con un primer diámetro exterior similar al primer diámetro interior, y un segundo extremo con un segundo diámetro exterior similar al segundo diámetro interior.
5. El eje de potencia de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además un sello provisto dentro de un interior de la horquilla proximal.
6. Una herramienta quirúrgica, que comprende:  
un alojamiento de accionamiento;  
un vástago alargado que se extiende desde el alojamiento de accionamiento;  
una articulación del eje de potencia según la reivindicación 1; y  
la pluralidad de cables de accionamiento se extiende entre el alojamiento de accionamiento y el efector de extremo, en donde el movimiento de uno o más de la pluralidad de cables de accionamiento hace que el efector de extremo se articule alrededor de un primer eje de pivote que se extiende a través del primer eje,  
en donde el cable del eje de potencia se extiende desde el alojamiento de accionamiento y en donde la primera y la segunda pluralidad de poleas redirigen de forma cooperativa la pluralidad de cables de transmisión a través de la trayectoria en forma de S, mientras que el cable del eje de potencia se dirige directamente a la horquilla distal.
7. La herramienta quirúrgica de la reivindicación 6, en donde una parte del conector del eje de potencia sobresale del bolsillo y se define un rebaje en el efector de extremo para alojar la parte del conector del

eje de potencia de tal modo que el conector del eje de potencia no obstruya el movimiento del efector de extremo alrededor del primer eje de pivote.

- 5 8. La herramienta quirúrgica de una cualquiera de la reivindicaciones 6 o 7, en donde el efector de extremo incluye una primera y una segunda mordazas opuestas, y en donde el movimiento de la pluralidad de cables de accionamiento hace que una o ambas de la primera y segunda mordazas pivoten alrededor del primer eje de pivote en la articulación de guiñada y el movimiento del cable del eje de potencia provoca el movimiento del efector de extremo alrededor del segundo eje de pivote en la articulación de inclinación.
- 10 9. La herramienta quirúrgica de la reivindicación 8, en donde la pluralidad de cables de accionamiento incluye un primer par de cables de accionamiento acoplados a un primer conector montado en la primera mordaza en un primer bolsillo y un segundo par de cables de accionamiento acoplados a un segundo conector montado en la segunda mordaza en un segundo bolsillo, y en donde una punta se extiende desde cada mordaza para mantener los primeros y segundos conectores dentro del primero y segundo bolsillos, respectivamente.
- 15 10. La herramienta quirúrgica de la reivindicación 8 o la reivindicación 9, en donde la horquilla distal proporciona al menos un tope duro colocado para limitar la articulación de la guiñada de al menos una de la primera y segunda mordazas a un ángulo máximo predeterminado.
- 20 11. La herramienta quirúrgica de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, en donde un extremo distal del vástago alargado se recibe dentro de un interior de la horquilla proximal, y el extremo distal del vástago alargado define uno o más chaveteros que se pueden acoplar con una o más chavetas correspondientes provistas dentro del interior de la horquilla proximal.
- 25 12. La herramienta quirúrgica de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 11, en donde la horquilla distal proporciona una pluralidad de canales y cada cable de accionamiento se extiende proximalmente desde el efector de extremo y pasa a través de uno correspondiente de la pluralidad de canales sin tocar el uno correspondiente de la pluralidad de canales.
- 30 13. La herramienta quirúrgica de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 12, en donde el efector de extremo se selecciona del grupo que consiste en pinzas quirúrgicas, un sujetador de tejidos, un portaagujas, tijeras, una herramienta de electrocauterización, una grapadora, un aplicador de clips, una herramienta de succión, una herramienta de irrigación, un dispositivo de obtención de imágenes, un babcock, un retractor, un gancho, una espátula y cualquier combinación de los mismos.

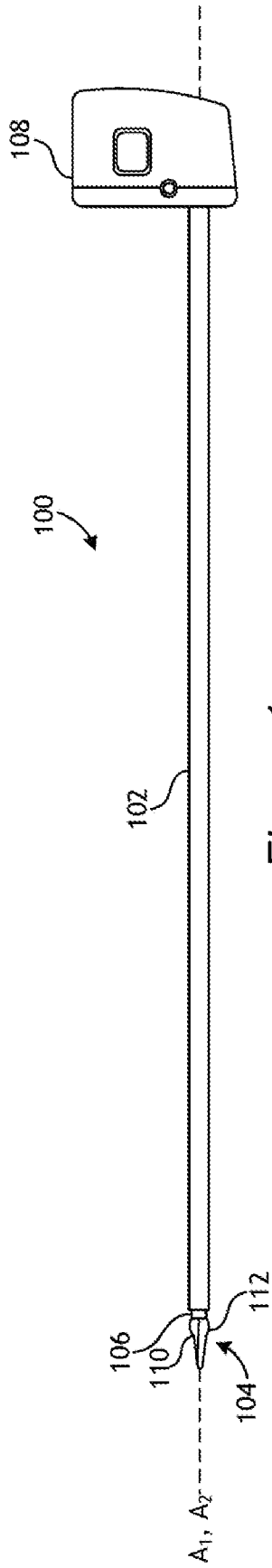


Figura 1

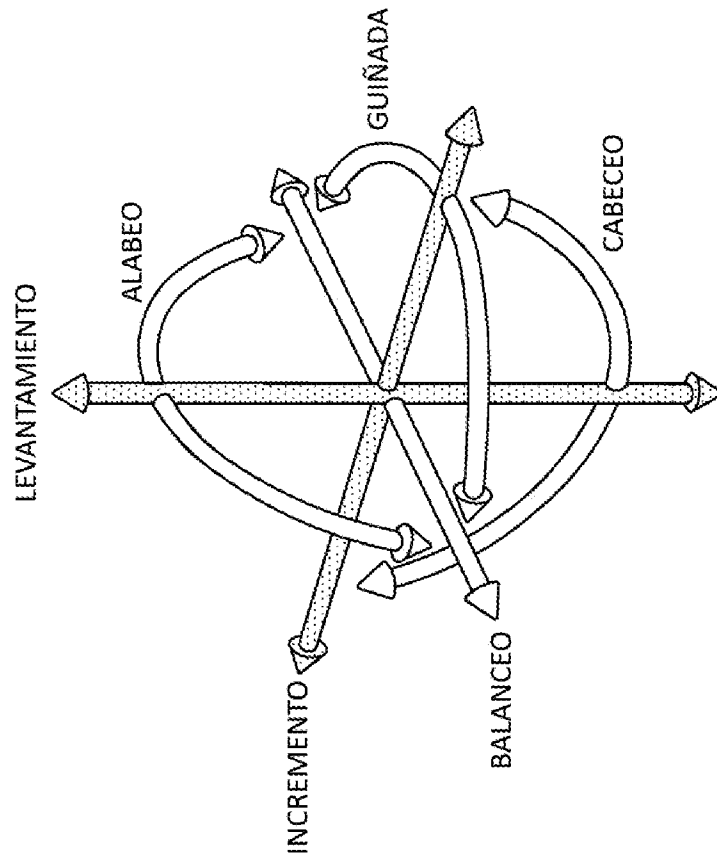


Figura 2

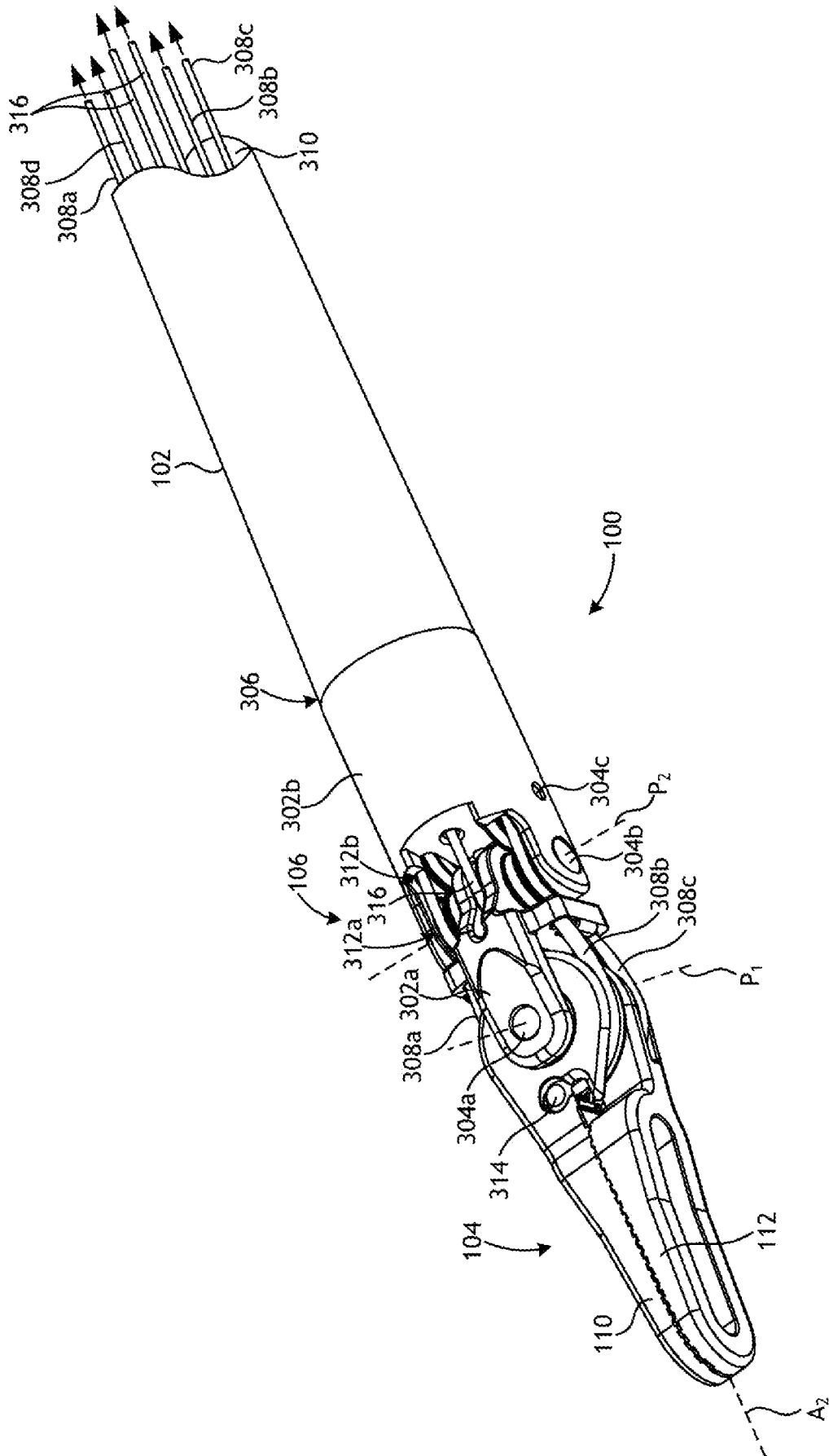


Figura 3

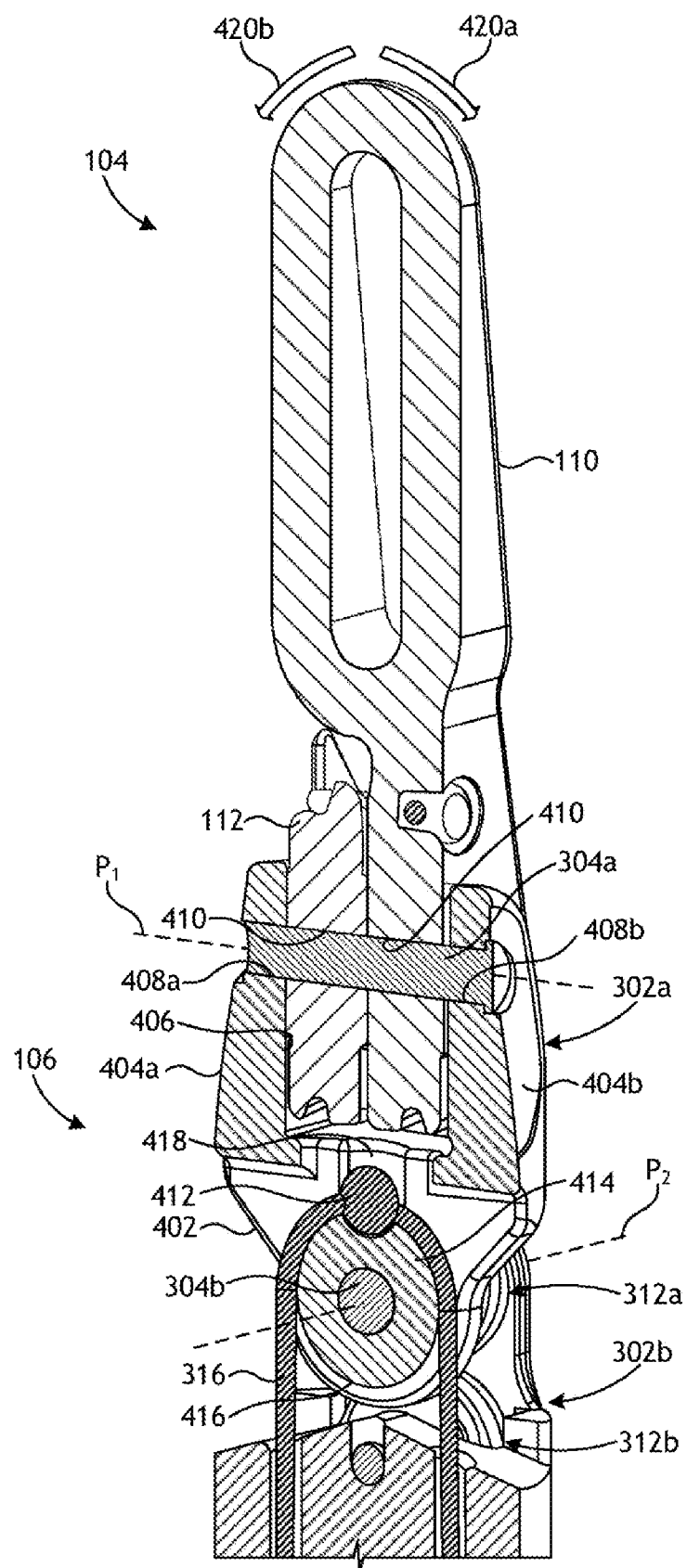
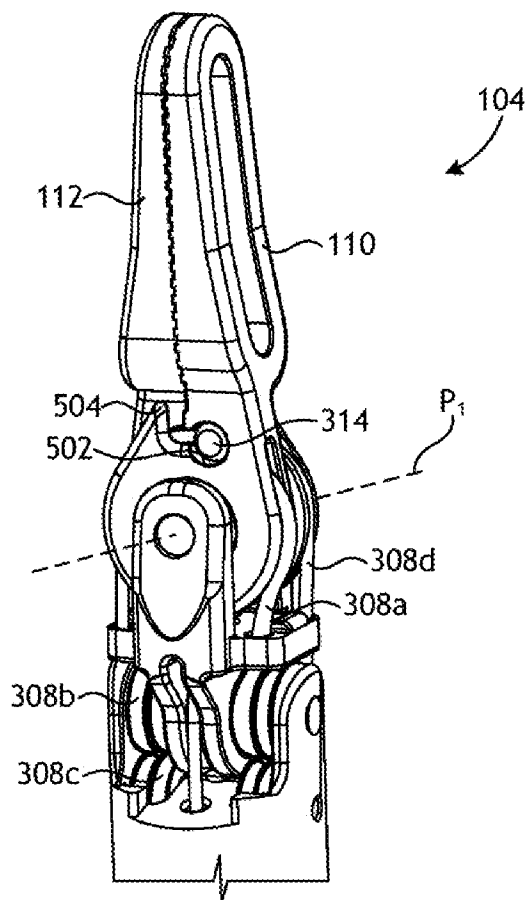
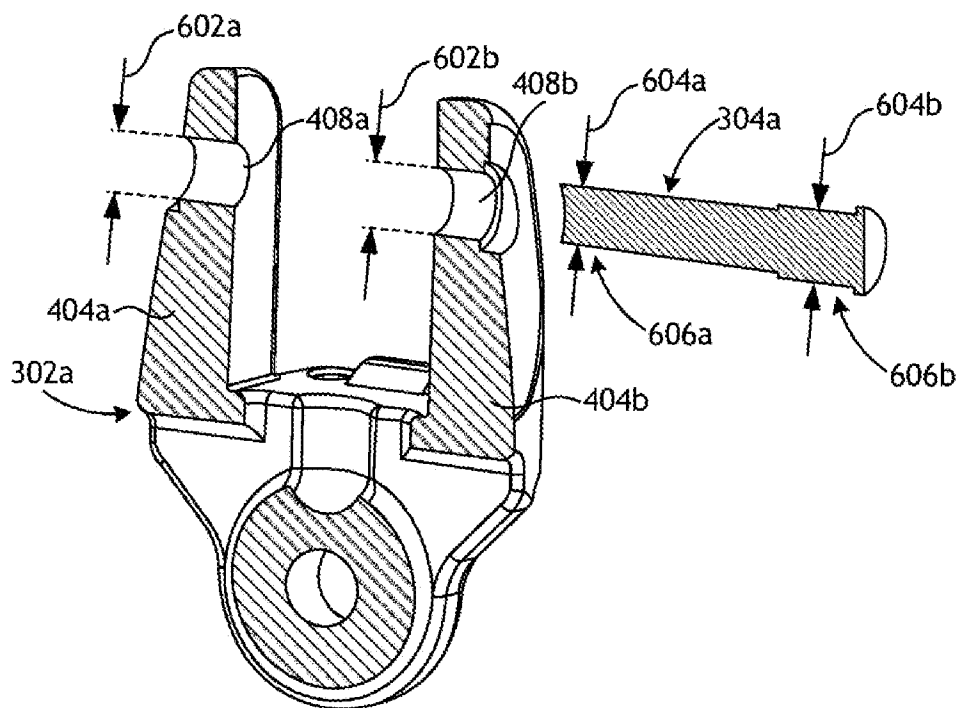


Figura 4

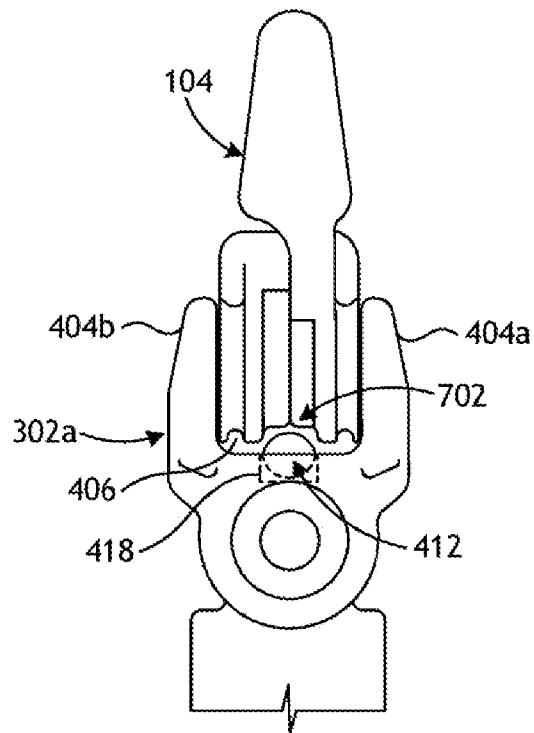


*Figura 5*

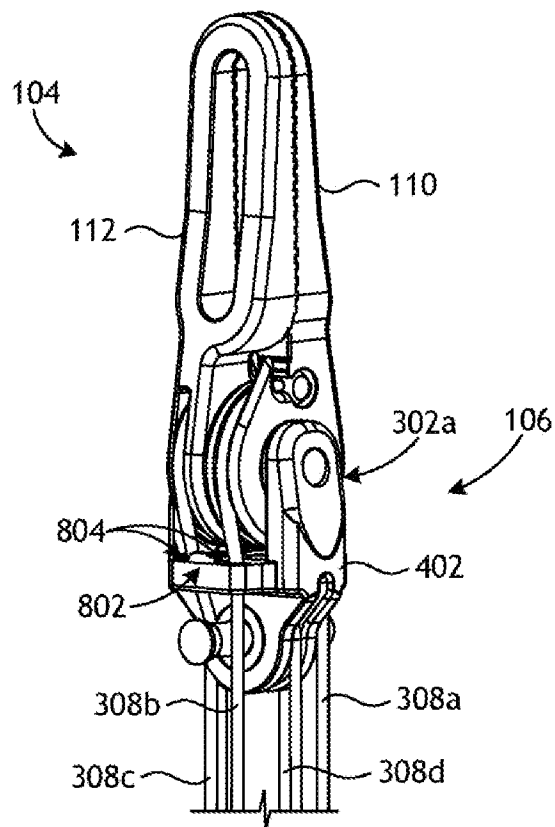


*Figura 6*





*Figura 7*



*Figura 8*

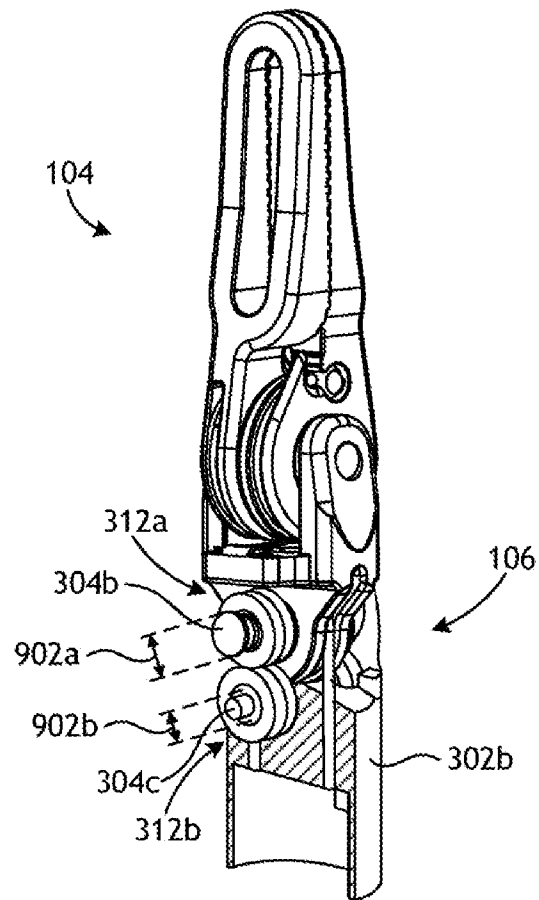


Figura 9

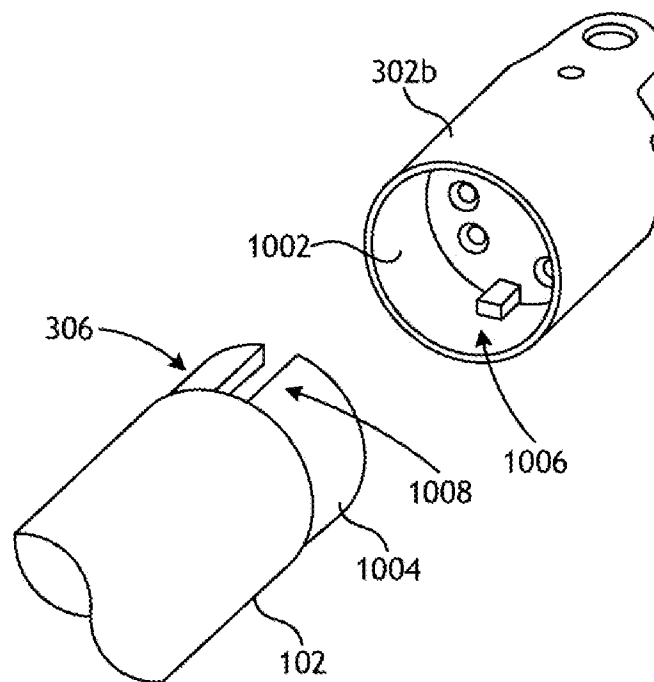


Figura 10

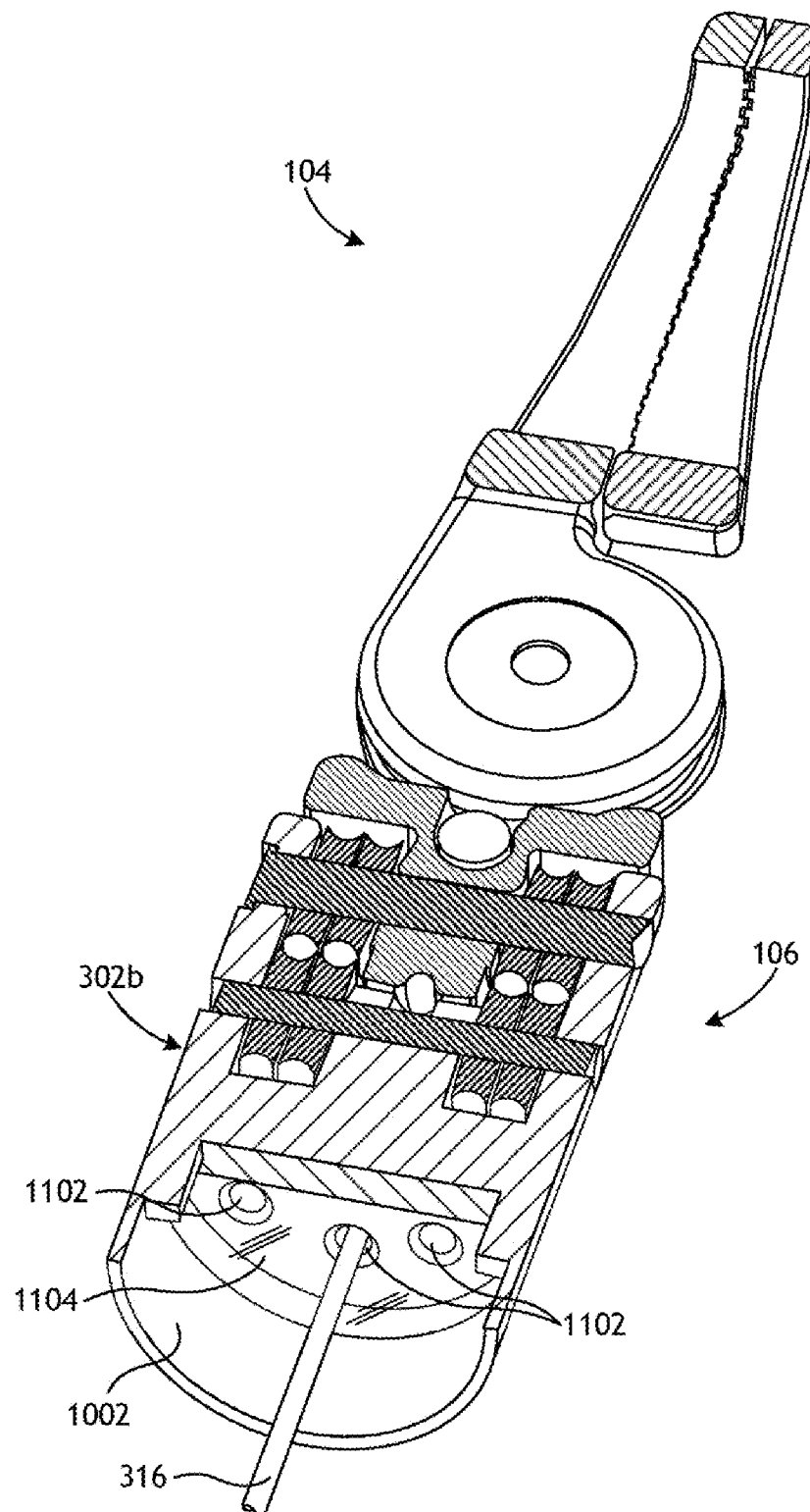


Figura 11