

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 801 149**

51 Int. Cl.:

A61B 1/00 (2006.01)

B25J 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.09.2016 PCT/IL2016/050976**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.03.2017 WO17037723**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.09.2016 E 16840991 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020 EP 3190942**

54 Título: **Accionamiento de un dispositivo que comprende brazos mecánicos**

30 Prioridad:

04.09.2015 WO PCT/IL2015/050893

04.09.2015 WO PCT/IL2015/050892

04.09.2015 WO PCT/IL2015/050891

09.03.2016 US 201662305613 P

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

08.01.2021

73 Titular/es:

MEMIC INNOVATIVE SURGERY LTD. (100.0%)

6 Yonatan Netanyahu Street

6037604 Or-Yehuda, IL

72 Inventor/es:

**COHEN, DVIR y
LEVINSON, YARON**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 801 149 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

Accionamiento de un dispositivo que comprende brazos mecánicos

5 Campo y antecedentes

Esta aplicación se refiere al accionamiento de un dispositivo que incluye al menos un brazo quirúrgico y, más particularmente, aunque no exclusivamente, a una unidad de motor configurada para accionar al menos un brazo quirúrgico.

10 Los antecedentes incluyen: "Diseño de un manipulador robótico compacto para laparoscopia de puerto único" de Claudio Quaglia *et al.*, Documento n.º: MD-13-1148 en J. Mech. Des. 136(9), 095001 (13 de junio de 2014); "Un método de cinemática inversa para figuras 3D con datos de movimiento" de Taku Komura *et al.*, Actas de Computer Graphics International (CGI'03);

15 Hubens *et al.*, 2004, "¿Qué hemos aprendido después de dos años trabajando con el sistema robótico Da Vinci en cirugía digestiva?", Acta chir belg;

20 Michael Irvine, 2009, "Anestesia para la cirugía laparoscópica asistida por robot", Cont Edu Anaesth Crit Care and Paint;

Jeong Rim Lee, 2014, "Consideraciones anestésicas para la cirugía robótica", Revista Coreana de Anestesiología;

25 Teljeur *et al.*, 2014, "Evaluación económica de la histerectomía asistida por robot: un análisis de minimización de costes", BJOG;

Box *et al.*, 2008, "Comunicación rápida: nefrectomía NOTES asistida por robot: informe inicial", J Endourol;

30 DR. Domingo, 2009, "Resumen de las tendencias actuales de histerectomía", Revisión experta de obstetricia y ginecología; y

DR. Kho, "Histerectomía vaginal frente a laparoscópica", Asesoramiento experto contemporáneo de obstetras/ginecólogos, 2013.

35 Otra técnica anterior incluye la Patente de los Estados Unidos n.º US 8224485, la Patente de Estados Unidos n.º US 8347754, la Patente de Estados Unidos n.º US 7833156, la Patente de Estados Unidos n.º US 8518024, la Publicación de Solicitud de Patente Internacional n.º WO 2010096580, y la Publicación de Solicitud de Patente Internacional n.º WO 2013116869.

40 Sumario

De acuerdo con la invención, se proporciona un mecanismo para accionar el movimiento de un eje que tiene dos grados de libertad como se define en la reivindicación independiente 1. Las realizaciones preferidas están definidas en las reivindicaciones dependientes.

45 De acuerdo algunos ejemplos, se proporciona 5 un mecanismo para accionar el movimiento de un eje que tiene dos grados de libertad, que comprende: un primer accionador configurado para girar el eje alrededor del línea central del eje; un segundo accionador configurado para flexionar el eje usando uno o más elementos alargados unidos al eje; en el que el accionamiento del primer accionador manipula indirectamente los elementos alargados controlados por el segundo accionador, afectando de ese modo el funcionamiento del segundo accionador.

En algunos ejemplos, el mecanismo comprende al menos un motor y al menos uno del primer y segundo accionadores comprende al menos un engranaje accionado por el motor.

55 En algunos ejemplos, la manipulación indirecta comprende cambiar una posición de los elementos alargados en respuesta al giro del eje por el primer accionador.

En algunos ejemplos, el giro del eje por el primer accionador tensa al menos uno de los elementos alargados controlados por el segundo accionador.

60 En algunos ejemplos, los elementos alargados están unidos al eje en un punto distal a una articulación flexible del eje.

En algunos ejemplos, el segundo accionador está configurado para tensar y liberar respectivamente los elementos alargados para causar la flexión y extensión de la articulación.

65 En algunos ejemplos, uno o ambos del primer y segundo accionadores comprenden un engranaje.

En algunos ejemplos, el engranaje está posicionado para girar alrededor de la línea central del eje.

5 En algunos ejemplos, ambos accionadores comprenden engranajes y están posicionados para girar alrededor de la línea central del eje.

En algunos ejemplos, el accionamiento relativo del primer y segundo accionadores está configurado para flexionar el eje.

10 En algunos ejemplos, el accionamiento relativo comprende accionar los accionadores a diferentes velocidades.

En algunos ejemplos, el accionamiento unificado del primer y segundo accionadores está configurado para girar el eje como un único cuerpo rígido.

15 En algunos ejemplos, cada uno de los accionadores es accionado por un motor.

En algunos ejemplos, un engranaje de motor o uno o más engranajes de transmisión accionados por el motor están posicionados para interferir, al menos en parte, con giro del segundo accionador.

20 En algunos ejemplos, una cantidad de fricción impuesta en el segundo accionador por la interferencia efectúa una conexión final del eje accionada por el mecanismo.

25 En algunos ejemplos, cuando se impone una alta fricción en el segundo accionador, el accionamiento del primer accionador da como resultado el giro y flexión simultáneos del eje; y cuando se impone poca o ninguna fricción en el segundo accionador, el accionamiento del primer accionador da como resultado el giro del eje como un cuerpo rígido.

En algunos ejemplos, el eje forma al menos una porción de un brazo quirúrgico.

30 De acuerdo algunos ejemplos, se proporciona un sistema quirúrgico que comprende un brazo quirúrgico que comprende al menos una articulación; una unidad de motor configurada para accionar la conexión de al menos una articulación del brazo quirúrgico, la unidad de motor comprende una extensión proximal del brazo; en el que la unidad de motor comprende al menos un mecanismo de accionamiento configurado para uno o ambos de girar al menos una porción del brazo alrededor de su eje y flexionar la al menos una articulación, el mecanismo de accionamiento acoplado operativamente a la extensión del brazo.

35 En algunos ejemplos, la porción del brazo que se mueve mediante el mecanismo de accionamiento está configurada proximalmente a la articulación.

40 En algunos ejemplos, el brazo comprende al menos un eje interno anidado dentro de un eje externo, extendiéndose los ejes interno y externo en una dirección proximal y formando la extensión proximal del brazo.

45 En algunos ejemplos, el mecanismo de accionamiento comprende un primer engranaje proximal y un segundo engranaje distal; en el que el eje externo está acoplado operativamente al engranaje distal, y el eje interno anidado se extiende en una dirección proximal hacia y a través del engranaje proximal.

En algunos ejemplos, cada uno de los engranajes es impulsado directamente o mediante una transmisión de engranajes por un motor.

50 En algunos ejemplos, el brazo comprende 3 conexiones accionadas por 3 mecanismos de accionamiento.

En algunos ejemplos, se acciona más de un mecanismo de accionamiento para generar una conexión seleccionada del brazo.

55 En algunos ejemplos, la conexión del eje externo se realiza simultáneamente con la conexión del eje interno.

En algunos ejemplos, los mecanismos de accionamiento son colineales.

60 En algunos ejemplos, el sistema comprende dos brazos quirúrgicos y la unidad de motor comprende mecanismos de accionamiento para articular ambos brazos.

En algunos ejemplos, la unidad de motor tiene menos de 500 mm de longitud y menos de 70 mm de anchura.

65 En algunos ejemplos, la unidad de motor comprende uno o más sensores de posición para indicar una posición angular actual del engranaje de motor.

En algunos ejemplos, un controlador de un primer motor está configurado para recibir la entrada de un sensor de

posición de un segundo motor y para controlar el funcionamiento del primer motor en respuesta a la entrada.

De acuerdo algunos ejemplos, se proporciona un mecanismo para el movimiento lineal de elementos alargados accionados por un movimiento giratorio, que comprende: un engranaje acoplado operativamente a un tornillo roscado, el engranaje configurado para girar el tornillo alrededor del eje del tornillo; al menos dos elementos de guía acoplados a la rosca del tornillo; en el que un primer elemento de guía está unido a al menos un primer elemento alargado y un segundo elemento de guía está unido a al menos un segundo elemento alargado; en el que el giro del tornillo mueve los elementos de guía lateralmente en direcciones opuestas, tensar el primer elemento alargado y liberar la tensión del segundo elemento alargado o viceversa.

En algunos ejemplos, el movimiento giratorio de los elementos de guía alrededor del tornillo está limitado por una o más protuberancias configuradas en una cara interna de un alojamiento en el que se recibe el tornillo.

En algunos ejemplos, un acoplamiento entre el engranaje y el tornillo comprende un embrague. En algunos ejemplos, el embrague comprende un resorte acoplado al tornillo de tal manera que cuando el par y/o la tensión producidos por el giro del tornillo excede un umbral, las cesiones de resorte y un giro adicional del tornillo ya no son efectivos para accionar el movimiento de los elementos alargados.

En algunos ejemplos, el embrague comprende uno o más resortes unidos entre los elementos de guía y los elementos alargados de manera que cuando un elemento alargado se tensa por encima de un umbral, las cesiones de resorte y el movimiento adicional del elemento de guía ya no son efectivos para tensar el elemento alargado.

En algunos ejemplos, cada uno de los elementos de guía está unido a dos elementos alargados.

En algunos ejemplos, los elementos alargados están cada uno acoplado en su extremo proximal al elemento de guía respectivo, y en su extremo distal a un eje que forma al menos una porción de un brazo quirúrgico.

En algunos ejemplos, los elementos alargados están acoplados al eje en un punto distal a una articulación flexible del eje.

De acuerdo algunos ejemplos, se proporciona un mecanismo para accionar un eje que tiene dos grados de libertad, que comprende: un eje tubular; primer y segundo accionadores dispuestos en un extremo del eje tubular, los accionadores colineales al eje tubular; en el que el primer accionador está configurado para accionar el movimiento del eje de un primer tipo, y el segundo accionador está configurado para accionar el movimiento del eje de un segundo tipo, el movimiento de un segundo tipo diferente al movimiento de un primer tipo.

En algunos ejemplos, uno o ambos del primer y segundo accionadores comprenden un engranaje.

En algunos ejemplos, el primer y segundo accionadores están configurados para moverse alrededor de un eje central del eje tubular.

En algunos ejemplos, el primer y segundo accionadores están separados entre sí.

En algunos ejemplos, el primer accionador está directamente acoplado al eje tubular y el segundo accionador está indirectamente acoplado al eje tubular.

En algunos ejemplos, el segundo accionador está acoplado al eje tubular a través de uno o más elementos alargados que se extienden entre el segundo accionador y el eje tubular.

En algunos ejemplos, el movimiento de un primer tipo comprende el giro del eje tubular alrededor de su eje y el movimiento de un segundo tipo comprende la flexión del eje tubular.

En algunos ejemplos, se proporciona un método para mantener la calibración de un brazo quirúrgico, que comprende colocar una extensión de un brazo quirúrgico en una unidad de motor configurada para accionar la conexión del brazo quirúrgico al comprender uno o más engranajes acoplados operativamente a la extensión; durante el posicionamiento, interferir con el movimiento de uno o más engranajes para mantener un estado calibrado del brazo quirúrgico.

En algunos ejemplos, la interferencia comprende cambiar una posición de elementos interferentes a una posición de bloqueo de engranajes usando un elemento elástico.

En algunos ejemplos, el método comprende además cerrar una puerta de cubierta de la unidad de motor para liberar los elementos interferentes de la posición de bloqueo del engranaje.

Salvo que se defina lo contrario, todos los términos técnicos y/o científicos usados en el presente documento tienen los mismos significados que los entendidos comúnmente por un experto habitual en la materia. Aunque pueden usarse métodos y materiales similares o equivalentes a los descritos en el presente documento en la práctica o ensayo, a

continuación, se describen los métodos y/o materiales ejemplares. En caso de conflicto, la memoria descriptiva de la patente, que incluye las definiciones, será el que regule esto. Además, los materiales, métodos y ejemplos son solamente ilustrativos y no pretenden ser necesariamente limitantes.

- 5 La implementación del método y/o sistema puede implicar realizar o completar tareas seleccionadas manualmente, automática o mediante una combinación de estas. Así mismo, de acuerdo con la instrumentación real y el equipo de las realizaciones del método y/o sistema, varias tareas seleccionadas podrían implementarse mediante hardware, software o firmware o mediante una combinación de los mismos utilizando un sistema operativo.
- 10 Por ejemplo, el hardware para realizar tareas seleccionadas podría implementarse como un chip o un circuito. En cuanto al software, las tareas seleccionadas podrían implementarse como una pluralidad de instrucciones de software ejecutadas por un ordenador utilizando cualquier sistema operativo adecuado. En un ejemplo, una o más tareas del método y/o sistema como se describe en el presente documento son realizadas por un procesador de datos, tal como una plataforma informática para ejecutar una pluralidad de instrucciones. Opcionalmente, el procesador de datos
- 15 incluye una memoria volátil para almacenar instrucciones y/o datos y/o un almacenamiento no volátil, por ejemplo, un disco duro magnético y/o medios extraíbles, para almacenar instrucciones y/o datos. Opcionalmente, también se proporciona una conexión en red. Así mismo, se proporcionan opcionalmente una pantalla y/o un dispositivo de entrada de datos del usuario, tal como un teclado o ratón.
- 20 Breve descripción de las diversas vistas de los dibujos
- Algunos ejemplos se describen en el presente documento, haciendo referencia a los dibujos adjuntos. A continuación, con referencia específica y pormenorizada a los dibujos, se hace hincapié en que las particularidades mostradas son a modo de ejemplo y con el objetivo de descripción ilustrativa. A este respecto, la descripción, junto con los dibujos,
- 25 hacen que sea evidente para los expertos en la materia cómo pueden ponerse en práctica los diversos ejemplos.
- En los dibujos:
- la Figura 1A es una vista lateral esquemática simplificada de un dispositivo quirúrgico que incluye una pluralidad de
- 30 brazos, de acuerdo con algunos ejemplos;
- la Figura 1B es un esquema simplificado de un dispositivo que incluye una pluralidad de brazos, de acuerdo con algunos ejemplos;
- 35 las Figuras 1C-D son vistas laterales esquemáticas simplificadas de brazos quirúrgicos, de acuerdo con algunos ejemplos;
- la Figura 2 es un esquema simplificado de un dispositivo, sujeto por un soporte, de acuerdo con algunos ejemplos;
- 40 las Figuras 3A-B son vistas esquemáticas simplificadas de un sistema donde un dispositivo está sujeto por un soporte, de acuerdo con algunos ejemplos;
- la Figura 4A es una vista esquemática en sección transversal simplificada de un brazo con extensiones de segmento anidadas, de acuerdo con algunos ejemplos;
- 45 la Figura 4B es un esquema simplificado de una vista lateral de una porción de un brazo, de acuerdo con algunos ejemplos;
- la Figura 4C es una vista esquemática en sección transversal simplificada de un brazo con extensiones de segmento anidadas, de acuerdo con algunos ejemplos;
- 50 la Figura 5 es un diagrama esquemático del accionamiento de un brazo quirúrgico, de acuerdo con algunos ejemplos;
- las Figuras 6A-D son varias vistas de una unidad de motor para accionar un brazo quirúrgico, de acuerdo con algunos
- 55 ejemplos;
- la Figura 7 es un diagrama de flujo del accionamiento de engranaje para articular un brazo quirúrgico, de acuerdo con algunos ejemplos;
- 60 las Figuras 8A-C son varias vistas de un mecanismo de accionamiento, de acuerdo con algunos ejemplos;
- las Figuras 9A-D ilustran esquemáticamente, en una sección transversal, diferentes capas de una estructura del mecanismo de accionamiento para articular segmentos de brazo anidados, de acuerdo con algunos ejemplos;
- 65 las Figuras 10A-B ilustran mecanismos de embrague, de acuerdo con algunos ejemplos;

las Figuras 11A-B ilustran diversas configuraciones de un mecanismo de accionamiento, de acuerdo con algunos ejemplos;

5 la Figura 12A es un diagrama de flujo de un método para mantener la calibración de un brazo quirúrgico, de acuerdo con algunos ejemplos;

la Figura 12B ilustra una posición calibrada de un brazo quirúrgico, de acuerdo con algunos ejemplos;

10 la Figura 12C es una sección transversal de la unidad de motor que incluye un brazo quirúrgico (o extensión del mismo) recibido dentro de la unidad de motor, de acuerdo con algunos ejemplos;

las Figuras 13A-E ilustran un mecanismo para mantener la calibración de un brazo quirúrgico, de acuerdo con algunos ejemplos;

15 las Figuras 14A-B son una vista interna de la unidad de motor (14A) y una vista externa de la unidad de motor (14B), de acuerdo con algunos ejemplos;

20 las Figuras 15A-B son vistas en sección transversal de la unidad de motor que muestran componentes eléctricos y sensores de posición relacionados con la seguridad, de acuerdo con algunos ejemplos; y

la Figura 16 es una vista lateral simplificada de una porción de una unidad de motor que incluye elementos para suministrar energía eléctrica a un efector final del brazo quirúrgico, de acuerdo con algunos ejemplos.

Descripción de ejemplos específicos

25 La presente solicitud se refiere al accionamiento de un dispositivo que incluye al menos un brazo quirúrgico y, más particularmente, aunque no exclusivamente, a una unidad de motor configurada para accionar al menos un brazo quirúrgico.

30 Un aspecto amplio de algunos ejemplos se refiere al accionamiento de un brazo quirúrgico, y más particularmente, aunque no exclusivamente, al accionamiento motorizado del brazo quirúrgico.

35 Un aspecto de algunos ejemplos se relaciona con el movimiento de accionamiento de un eje (por ejemplo, un segmento de brazo quirúrgico) que tiene dos grados de libertad usando dos accionadores configurados para interactuar entre sí de tal manera que el accionamiento del primer accionador manipula indirectamente uno o más elementos alargados unidos al eje y controlado por el segundo accionador. En algunos ejemplos, la manipulación indirecta comprende girar el eje, provocando un cambio en la posición de los elementos alargados unidos al eje.

40 En algunos ejemplos, el primer accionador está configurado para girar el eje alrededor de la línea central del eje. En algunos ejemplos, el segundo accionador está configurado para flexionar el eje, por ejemplo, mediante la tensión y la liberación relativas de los elementos alargados unidos al eje, por ejemplo, unidos en un punto distal a una porción flexible del eje. En algunos ejemplos, el giro del eje por el primer accionador tensa los elementos alargados, afectando así el funcionamiento del segundo accionador, que controla los elementos alargados. En algunos ejemplos, el primer accionador está ubicado entre el segundo accionador y el punto de unión de los elementos alargados al eje, de modo que los elementos alargados se extiendan más allá del primer accionador (por ejemplo, pasen de proximalmente con respecto al primer accionador hasta distalmente del primer accionador).

45 En algunos ejemplos, el accionador comprende un engranaje o un tren de engranajes. En algunos ejemplos, el accionamiento relativo de los accionadores, que comprende, por ejemplo, girar los engranajes a diferentes velocidades y/o direcciones, mantener un engranaje estacionario mientras se gira el otro engranaje está configurado para accionar un primer tipo de movimiento del eje, por ejemplo, flexión del eje. En algunos ejemplos, el accionamiento unificado de los accionadores, que comprende, por ejemplo, girar los engranajes a velocidades similares, está configurado para accionar un segundo tipo de movimiento del eje, por ejemplo, el giro del eje como un cuerpo rígido único.

50 En algunos ejemplos, uno o más elementos tales como un engranaje de un motor que acciona el accionador están configurados para interferir con el giro libre del accionador. En algunas realizaciones, una cantidad de resistencia impuesta sobre el segundo accionador (por ejemplo, fricción debido al engranaje de motor interferente) durante el accionamiento del primer accionador afecta el tipo de movimiento producido por el accionamiento del primer accionador. Por ejemplo, si la resistencia es lo suficientemente alta como para mantener el segundo accionador estacionario mientras se gira el primer accionador, el accionamiento del primer accionador dará como resultado el giro y flexión simultáneas del eje. Como alternativa, si el segundo accionador encuentra poca o ninguna fricción, el giro del primer accionador girará a su vez el segundo accionador, resultando en el giro del eje controlado como un cuerpo rígido único.

65 En algunos ejemplos, se aplica un umbral para accionar un movimiento seleccionado del eje, por ejemplo, los engranajes deben girarse a una velocidad mínima seleccionada para girar el eje como un solo cuerpo, rígido.

Un aspecto de algunos ejemplos se refiere a un mecanismo de accionamiento del eje que comprende dos o más accionadores móviles alrededor de un eje de giro similar. En algunos ejemplos, el eje de giro es el mismo que el eje de giro del eje. En algunos ejemplos, al menos uno de los accionadores está configurado para girar el eje alrededor del eje de giro común. Opcionalmente, al menos otro accionador está configurado para producir la flexión del eje y/o el movimiento lineal del eje.

Un aspecto de algunos ejemplos se relaciona con la conexión de una pluralidad de ejes que están anidados, al menos en parte, uno dentro del otro. En algunos ejemplos, la conexión de un eje externo requiere la conexión simultánea de un eje interno colocado dentro del eje externo. En un ejemplo, para flexionar un eje externo, un eje interno anidado al menos en parte dentro del eje externo también está flexionado.

Algunos ejemplos se refieren a un sistema que comprende una unidad de motor configurada para accionar el movimiento de un brazo quirúrgico que incluye una pluralidad de ejes anidados. En algunos ejemplos, la unidad de motor comprende uno o más mecanismos de accionamiento, configurados para articular (por ejemplo, flexionar y/o girar) al menos un segmento de brazo quirúrgico. Como se denomina en el presente documento, un "mecanismo de accionamiento" puede incluir uno o más accionadores, como engranajes o trenes de engranajes, configurado para accionar el movimiento de una articulación del brazo quirúrgico. En algunos ejemplos, el mecanismo de accionamiento está configurado para girar un segmento de brazo proximal a la articulación alrededor del eje largo del segmento, así como flexionar (flexionar y/o extender) la articulación. En un ejemplo, un mecanismo de accionamiento comprende un engranaje de giro configurado en un extremo distal del mecanismo, y un engranaje de flexión configurado en un extremo proximal del mecanismo de accionamiento. En algunos ejemplos, un eje externo está unido operativamente al engranaje de giro de tal manera que el engranaje de giro está configurado para girar el eje externo alrededor de la línea central larga del eje. En algunos ejemplos, un eje interno anidado dentro del eje externo se extiende en una dirección proximal hacia y a través del engranaje de flexión, opcionalmente, continuar en la dirección proximal para ser recibido operativamente dentro de un segundo mecanismo de accionamiento, y así sucesivamente.

En algunos ejemplos, el engranaje de flexión y giro se conduce de diferentes maneras, por ejemplo, en algunos ejemplos, el engranaje de flexión es girado por un segundo engranaje accionado por un motor, mientras que el engranaje de giro es accionado directamente por un motor. Adicionalmente o como alternativa, se utilizan engranajes de diferentes formas y/o tamaños (por ejemplo, con un número diferente de dientes) para conducir los engranajes de accionamiento de movimiento. Una ventaja potencial de usar un tren de engranajes y/o engranajes de diferentes tamaños puede incluir la reducción de la velocidad del motor de accionamiento, aumentando el par y permitiendo un mayor grado de precisión en el control de los movimientos del brazo. Adicionalmente o como alternativa, se utiliza un engranaje seleccionable configurado para modificar la velocidad del motor a una velocidad seleccionada.

En algunos ejemplos, se selecciona una determinada velocidad de accionamiento. En algunos ejemplos, la velocidad se selecciona de acuerdo con una acción quirúrgica realizada por el brazo, por ejemplo, realizada por un efector final en un extremo distal del brazo. Por ejemplo, en algunos ejemplos, para el accionamiento de un efector final del brazo, tal como pinzas configuradas en un extremo distal del brazo, al accionar el movimiento rápido de la pinza, por ejemplo, durante la disección de tejido, se selecciona una alta velocidad; al accionar el movimiento de la pinza que requiere una fuerza relativamente alta para aplicarla, por ejemplo, al grapar tejido, separar tejido y/u otras acciones asociadas con la aplicación de una cantidad relativamente alta de fuerza a través de las pinzas, se selecciona una velocidad del motor más lenta. En algunos ejemplos, la conexión de una articulación del brazo quirúrgico implica el accionamiento de diferentes combinaciones de accionadores, por ejemplo, el giro de una articulación de codo se obtiene mediante una combinación de 4 accionadores, mientras que la flexión de la articulación de codo se obtiene mediante un solo accionador. En algunos ejemplos, la conexión de dos o más articulaciones se realiza simultáneamente, por ejemplo, al flexionar el hombro, la flexión del codo se acciona también para no limitar la flexión del hombro.

En algunos ejemplos, la conexión se realiza de acuerdo con la posición actual del brazo quirúrgico. Opcionalmente, la unidad de motor comprende sensores de posición y/o está controlada por un procesador, opcionalmente incluye una memoria que almacena comandos. En algunos ejemplos, los datos del uno o más sensores de posición y/o de la memoria de control se usan para inferir una posición de la una o más porciones del brazo. En algunos ejemplos, el procesador recibe señales de un dispositivo de entrada (por ejemplo, un joystick) y/o de un dispositivo detector de movimiento del usuario, y controla la activación de la unidad de motor en función de las señales recibidas.

En algunos ejemplos, un eje largo de la unidad de motor es colineal con el eje largo del brazo quirúrgico. En algunos ejemplos, la pluralidad de mecanismos de accionamiento de la unidad de motor está alineados concéntricamente entre sí y/o con respecto al brazo.

En algunos ejemplos, los accionadores principales (por ejemplo, motores) están conformados y dimensionados para disponerse en paralelo al mecanismo de accionamiento, opcionalmente al lado y/o debajo del mecanismo de accionamiento, para permitir una unidad de motor fina.

En algunos ejemplos, la unidad de motor comprende una disposición especular de los mecanismos de accionamiento para accionar dos brazos quirúrgicos (opcionalmente, imitando los brazos humanos izquierdo y derecho). Como

alternativa, la unidad de motor está configurada para accionar un solo brazo. En algunos ejemplos, una unidad de motor que comprende 3 mecanismos de accionamiento, opcionalmente accionados por 6 motores, se configura para accionar un solo brazo, por ejemplo, un brazo que comprende 3 articulaciones.

- 5 En algunos ejemplos, la unidad de motor es de pequeñas dimensiones, por ejemplo, una unidad de motor configurada para accionar dos brazos comprende una anchura de menos de 60 mm, menos de 70 mm, menos de 90 mm o un tamaño intermedio, mayor o menor, y/o una longitud de menos de 300 mm, menos de 400 mm, menos de 500 mm o un tamaño intermedio, mayor o menor. En algunos ejemplos, durante su uso, al menos una porción del uno o más brazos quirúrgicos se inserta en el cuerpo (a través de un orificio natural del cuerpo y/o a través de un puerto inciso),
10 mientras la unidad de motor permanece fuera del cuerpo. Como alternativa, la unidad de motor es lo suficientemente pequeña para ser insertada, al menos en parte, en el cuerpo.

Un aspecto de algunas realizaciones se refiere al movimiento lineal de accionamiento impulsado por movimiento giratorio. En algunas realizaciones, un tornillo roscado está configurado para girar sobre su eje, por ejemplo, por un engranaje (por ejemplo, un engranaje de flexión, como se ha descrito anteriormente), causando movimiento lateral de uno o más elementos de guía, como las medias tuercas, que encajan dentro de las ranuras definidas por la rosca y/o encajan dentro de hendiduras definidas por protuberancias radialmente hacia dentro en el alojamiento. En algunas realizaciones, se usan dos medias tuercas, cada una de las medias tuercas está acoplada a un elemento alargado, de modo que el giro del tornillo hace que una media tuerca se mueva distalmente y la otra mitad se mueva proximalmente, causando así la tensión y liberación respectivas de los elementos alargados. En algunas realizaciones, un extremo distal de los elementos alargados se une a un eje flexible en un punto distal a una porción flexible que define una articulación, y la flexión y extensión de eje se logra mediante la flexión y extensión relativas accionadas por los elementos alargados movidos linealmente.

- 25 En algunos ejemplos, un acoplamiento entre el engranaje de giro y el tornillo roscado comprende un embrague. En algunos ejemplos, el embrague comprende un elemento elástico tal como un resorte (por ejemplo, un resorte de torsión y/o tensión) que está acoplado al tornillo roscado, opcionalmente en un extremo distal del tornillo. Opcionalmente, cuando el par y/o la tensión aplicada por el tornillo girado al resorte excede un cierto umbral, las cesiones de resorte y un giro adicional del tornillo ya no son efectivos para mover los elementos alargados. Adicionalmente o como alternativa, el embrague comprende un resorte dispuesto en la unión entre el elemento alargado y la media tuerca. Opcionalmente, cuando una fuerza de tracción aplicada al elemento alargado a través del resorte excede un cierto umbral, las cesiones de resorte y un giro adicional del tornillo ya no son efectivos para mover los elementos alargados. En algunos ejemplos, el embrague está operativamente acoplado a un codificador configurado para enviar una señal a un circuito de control que controla un motor que acciona el engranaje de giro, por ejemplo, para que el motor se detenga en respuesta a la señal.

Un aspecto de algunos ejemplos se relaciona con la fijación temporal de un brazo quirúrgico en una posición seleccionada, por ejemplo, mantener un estado calibrado del brazo quirúrgico durante la unión del brazo a una unidad de motor. En algunos ejemplos, el movimiento de uno o más engranajes de accionamiento de movimiento (por ejemplo, engranajes de flexión y/o giro) está limitado o impedido, por ejemplo, por elementos configurados para interferir con el movimiento del engranaje. En algunos ejemplos, la finalización del proceso de fijación, como al cerrar una puerta de cubierta de la unidad de motor, libera los elementos interferentes, permitiendo que los engranajes giren nuevamente.

- 45 Un aspecto de algunos ejemplos se refiere a la seguridad de un dispositivo que comprende uno o más brazos quirúrgicos. En algunos ejemplos, la unidad de motor comprende uno o más mecanismos para reducir el riesgo durante un corte de energía, por ejemplo: un bloqueo de solenoide que bloquea una cubierta de la unidad de motor durante un corte de energía; un modo manual en el que la unidad de motor puede funcionar manualmente, por ejemplo, por el cirujano; y/u otros mecanismos configurados para limitar la manipulación del brazo y/o para limitar el acceso del usuario, por ejemplo, durante un corte de energía.

50 En algunos ejemplos, la unidad de motor comprende uno o más mecanismos para reducir el riesgo de error humano durante la operación, por ejemplo, un relé que impide la entrega de energía a un instrumento de electrocauterización cuando el instrumento se conecta por error al brazo del dispositivo incorrecto (por ejemplo, un dispositivo que comprende dos brazos, el instrumento de electrocauterización se une al brazo definido como el brazo izquierdo en lugar del brazo definido como el brazo derecho o viceversa).

En algunos ejemplos, la unidad de motor comprende uno o más mecanismos para la operación autocontrolada, por ejemplo: control cruzado de los motores en los que un sensor de seguridad de un primer motor es controlado por un circuito de control que controla un segundo motor; suministro selectivo de energía monopolar o bipolar al efector final usando, por ejemplo, un anillo colector y/u otros mecanismos de control de entrega de energía.

60 En algunos ejemplos, los mecanismos y/o sistemas y/o métodos, por ejemplo, como se describe en el presente documento, se usan en cirugías asistidas por robot y/o cirugías asistidas por ordenador. Las cirugías asistidas por robot pueden incluir, por ejemplo, cirugías mínimamente invasivas (por ejemplo, cirugías en las que se realiza una incisión de menos de 5 cm, se realiza una incisión de menos de 2 cm, se realiza una incisión de menos de 1 cm o intermedia, más grande o más pequeña); procedimientos quirúrgicos abiertos; procedimientos de puerto único;

procedimientos de múltiples puertos y/u otros tipos de cirugías.

En algunos ejemplos, los mecanismos y/o sistemas, por ejemplo, como se describe aquí, están configurados para ser controlados de forma remota. En algunos ejemplos, el robot (que comprende uno o más brazos quirúrgicos, por ejemplo, como se describe en el presente documento) se coloca sobre y/o debajo y/o adyacente a la mesa de operaciones. En algunos ejemplos, el control de uno o más brazos quirúrgicos, por ejemplo, como se describe aquí (por ejemplo, brazos como se muestra en las Figuras 1A-D y/o Figura 2 y/o Figuras 4A-C y/o Figura 5 y/o Figura 6A y/u otras Figuras descritas), se proporciona a través de una consola que puede estar ubicada en la sala de operaciones, opcionalmente adyacente a la mesa de operaciones y a los brazos quirúrgicos. Adicionalmente o como alternativa, el control de uno o más brazos quirúrgicos se realiza desde la distancia.

Un "robot" como se menciona aquí puede incluir, de acuerdo con algunos ejemplos, una máquina electromecánica que comprende uno más brazos quirúrgicos, por ejemplo, como se describe aquí, que están controlados por circuitos, por ejemplo, controlados por un ordenador. En algunos ejemplos, el movimiento del al menos un brazo quirúrgico, tal como giro de al menos una porción del brazo; flexión del brazo; el movimiento axial del brazo (por ejemplo, el movimiento hacia delante y hacia atrás del brazo) y/u otros movimientos y/o conexiones, por ejemplo, como se describe en el presente documento, son accionados por uno o más motores acoplados operativamente al brazo quirúrgico.

En algunos ejemplos, el robot está configurado para realizar movimientos asociados con la cirugía, por ejemplo, movimientos que de otro modo hubieran sido realizados por un cirujano. En algunos ejemplos, el robot está configurado para controlar el funcionamiento de los instrumentos quirúrgicos dentro y/o fuera del cuerpo del paciente, por ejemplo, para accionar el movimiento de un efector final, como una pinza.

Antes de explicar en detalle al menos un ejemplo de la invención, debe entenderse que la aplicación de la invención no se limita necesariamente a los detalles de fabricación y a la distribución de los componentes y/o métodos expuestos en la siguiente descripción y/o ilustrados en los dibujos y/o Ejemplos. La invención es apta para otros ejemplos o puede ponerse en práctica o llevarse a cabo de varias maneras.

Con referencia ahora a los dibujos, la Figura 1A es una vista lateral esquemática simplificada de un dispositivo (por ejemplo, dispositivo quirúrgico) que incluye una pluralidad de brazos, de acuerdo con algunos ejemplos.

En algunos ejemplos, el dispositivo incluye un primer brazo 104 y un segundo brazo 102.

En algunos ejemplos, cada brazo 104, 106 incluye un segmento de soporte 102, 103, acoplado a un primer segmento 112, 114 por una primera sección de conexión 108, 110, en el que el primer segmento 112, 114 está acoplado a un segundo segmento 116, 118 por una segunda sección de conexión 120, 122, y un tercer segmento 124, 126 acoplado al segundo segmento 116, 118 por una tercera sección de conexión 128, 130.

En algunos ejemplos, uno o más de los segmentos de soporte 102, 103 son rígidos. En algunos ejemplos, uno o más de los segmentos de soporte 102, 103 son flexibles o incluyen una porción flexible.

En algunos ejemplos, los segmentos de soporte 102, 103 están acoplados, por ejemplo, por una cubierta 102a. En algunos ejemplos, los segmentos de soporte están acoplados solo en una parte de la longitud del torso o no están acoplados: la Figura 1B es un esquema simplificado de un dispositivo 100 que incluye una pluralidad de brazos 104, 106, de acuerdo con algunos ejemplos.

En algunos ejemplos, uno o más brazos incluyen una estructura como humanoide. Por motivos de claridad, en algunas porciones del presente documento, los segmentos del dispositivo y las secciones de conexión llevan nombres anatómicos: los segmentos de soporte 102, 103 también se denominan como primer torso 102 y segundo torso 103. Las primeras secciones de conexión 108, 110 se denominan también primera articulación de hombro 108, segunda articulación de hombro 110, los primeros segmentos, 112, 114 se denominan también primer húmero 112 y segundo húmero 114, las segundas secciones de conexión 120, 122 se denominan también primera articulación de codo 120 y segunda articulación de codo 122, los segundos segmentos 116, 118 se denominan también primer radio 116 y segundo radio 118 y los terceros segmentos 124 y 126 se denominan también herramienta de mano 124 y herramienta de mano 126.

En algunos ejemplos, una o más secciones de conexión incluyen una bisagra. En algunos ejemplos, una o más secciones de conexión son flexibles y/o incluyen una porción flexible. En un ejemplo ejemplar, un brazo del dispositivo incluye una articulación de codo y una articulación de hombro en el que la flexión de la conexión se distribuye a lo largo de la articulación en la dirección de un eje largo de la articulación.

En algunos ejemplos, los torsos 102, 103 están muy juntos, por ejemplo, un eje largo del primer torso 102 y un eje largo del segundo torso 103 están dentro de 5 mm, o 3 mm, o 1 mm entre sí. Como alternativa, los torsos 102, 103 están separados entre sí. Adicionalmente o como alternativa, los torsos 102, 103 están configurados para converger o divergir entre sí. Opcionalmente, un torso es curvo.

En algunos ejemplos, uno o más segmentos del dispositivo tienen una forma externa sustancialmente cilíndrica (por ejemplo, radio, húmero). En algunos ejemplos, las conexiones tienen una sección transversal circular de eje largo. Como alternativa, en algunos ejemplos, uno o más segmentos y/o articulaciones del dispositivo tienen una forma externa de sección transversal no circular, por ejemplo, ovalada, cuadrada, rectangular, formas irregulares.

En algunos ejemplos, un brazo quirúrgico incluye uno o más segmentos cortos y/o ajustables. En algunos ejemplos, las porciones flexibles están directamente conectadas.

En algunos ejemplos, una porción flexible comprende una pluralidad de varillajes apilados.

Las Figuras 1C-D son vistas laterales esquemáticas simplificadas de brazos quirúrgicos, de acuerdo con algunos ejemplos. La Figura 1C ilustra un ejemplo ejemplar donde un segmento de húmero 112 es corto, por ejemplo, incluyendo el segmento una longitud de eje larga, J de 1-50 mm, o 1-35 mm, o 10-20 mm, o aproximadamente 10 mm o intervalos o longitudes inferiores o superiores o intermedias.

En algunos ejemplos, un usuario selecciona uno o más brazos, incluidas las longitudes de segmento deseadas, en que, por ejemplo, la selección se basa en la anatomía del paciente y/o un procedimiento a realizar. Por ejemplo, cuando trata a un niño, un usuario, en algunos ejemplos, selecciona uno o más brazos con uno o más segmentos cortos (por ejemplo, como se ilustra en la Figura 1C). Por ejemplo, cuando se trata a un paciente obeso, un usuario, en algunos ejemplos, selecciona un brazo con uno o más segmentos largos, por ejemplo, un brazo estándar con un segmento largo del húmero (por ejemplo, como se ilustra en la Figura 1D) (por ejemplo, la longitud del segmento del húmero, J' es 10-100 mm, o 20-35 mm, o 10-20 mm, o intervalos o longitudes inferiores o superiores o intermedias).

En algunos ejemplos, un dispositivo incluye un kit con diferentes brazos estructurados (por ejemplo, diferentes longitudes de segmento, por ejemplo, diferentes tamaños de brazo).

Como alternativa o adicionalmente, en algunos ejemplos, la longitud de uno o más segmentos es ajustable, por ejemplo, durante un tratamiento y/o durante la configuración del dispositivo. Por ejemplo, en algunos ejemplos, el brazo ilustrado en la Figura 1C es ajustable (por ejemplo, haciendo telescópico del segmento de húmero 112) a la configuración ilustrada en la Figura 1D.

En algunos ejemplos, la extensión y/o retracción de uno o más segmentos se efectúa mediante una porción conectada al segmento (por ejemplo, una extensión de segmento) que se mueve con respecto a otras porciones de un brazo quirúrgico. Por ejemplo, en algunos ejemplos, una extensión de segmento se mueve (por ejemplo, mediante un motor ubicado en una unidad de motor) para aumentar la longitud de un segmento. En algunos ejemplos, un motor usa un mecanismo de tornillo para mover la extensión del segmento.

En algunos ejemplos, un dispositivo de brazo tiene al menos la libertad de movimiento de los brazos humanos. Por lo general, los segmentos de extremidades humanas (por ejemplo, brazos, piernas) se mueven por flexión y extensión desde una articulación de segmento proximal, y giro alrededor de la articulación de segmento proximal. Por ejemplo, un radio humano se flexiona y se extiende en el codo y gira alrededor del codo.

La expresión articulación conexión en el presente documento se refiere a la articulación que está menos retirada del torso al que está acoplado un segmento, por ejemplo, una articulación proximal de la mano es la muñeca, una articulación proximal de radio es la articulación de codo, una articulación proximal del húmero es la articulación de hombro.

La expresión segmento proximal en el presente documento se refiere al segmento que está menos retirado del torso al que está acoplado un segmento (por ejemplo, mediante una articulación de segmento proximal). Por ejemplo, un segmento proximal de la mano es el radio, un segmento proximal del radio es el húmero, y un segmento proximal del húmero es el torso.

En algunos ejemplos, una o más articulaciones son unidireccionalmente flexibles y extensibles. En algunos ejemplos, el giro del segmento alrededor de una articulación proximal del segmento se logra mediante el giro de un segmento proximal alrededor de un eje longitudinal del segmento proximal. Por ejemplo, el giro de la mano alrededor de la articulación de muñeca es mediante el giro del radio alrededor de un radio de eje largo.

Por lo general, la libertad de movimiento humana para los brazos incluye límites a los ángulos de giro y flexión. Opcionalmente, en algunos ejemplos, el dispositivo está restringido a la libertad de movimientos humanos, por ejemplo, durante uno o más modos de control. Como alternativa, el dispositivo está configurado para permitir el movimiento con grados adicionales de libertad en relación con el movimiento del brazo humano.

La Figura 2 es un esquema simplificado de un dispositivo 200, sostenido por un soporte 282, de acuerdo con algunos ejemplos.

En algunos ejemplos, el soporte 282 se une a una porción de la superficie operativa de un paciente, por ejemplo, el

carril 202. En algunos ejemplos, la posición de fijación del soporte 282 en el carril 202 es ajustable, por ejemplo, permitiendo un ajuste lineal de la posición de fijación del soporte a la superficie operativa del paciente. Opcionalmente, el ajuste se realiza manualmente.

- 5 En algunos ejemplos, el soporte 282 está conectado al puerto 212 de una unidad de motor 214, dispositivo 200 soportado por el accesorio a la unidad de motor 214.

10 En algunos ejemplos, el puerto 212 se coloca en una abertura al cuerpo del paciente, por ejemplo, en una incisión y/o en un orificio natural del cuerpo, como la vagina y/o el ano y/o la boca. En algunos ejemplos, el puerto 212 se une al cuerpo del paciente utilizando suturas y/u otros medios de fijación. Adicionalmente o como alternativa, el puerto 212 está fijado a la superficie operativa 202.

15 En algunos ejemplos, el soporte 282 incluye una pluralidad de conexiones en las que los ángulos entre segmentos y/o longitudes de segmento son ajustables, por ejemplo, permitiendo el ajuste de la posición y/o ángulo de un dispositivo 200 que incluye brazos quirúrgicos y/o un puerto 212 y/o unidad de motor 214 (por ejemplo, que activa el uno o más brazos del dispositivo 200).

20 En algunos ejemplos, se usa uno o más motores para mover el dispositivo 200, con respecto a una o más partes del sistema (por ejemplo, con respecto al puerto 212 y/o la unidad de motor 214), por ejemplo, dentro y/o fuera de un paciente. En algunos ejemplos, la unidad de motor 214 incluye uno o más motores para el movimiento de uno o más brazos del dispositivo con respecto a la unidad de motor, en la que, por ejemplo, se cambia una o más posiciones del segmento de soporte con respecto a la unidad de motor. En algunos ejemplos, el movimiento del dispositivo 200 es controlado por un usuario, opcionalmente usando el control de objetos de entrada y/o una interfaz de usuario.

25 La Figura 3A es una vista esquemática simplificada de un sistema 350 en el que un dispositivo 300 está sujeto por un soporte 382, de acuerdo con algunos ejemplos.

30 En algunos ejemplos, un dispositivo 300 está acoplado a una cama 380. En algunos ejemplos, un paciente 360 se acuesta en la cama 380 para procedimientos quirúrgicos usando el dispositivo 300. En algunos ejemplos, uno o más componentes del dispositivo, por ejemplo, una o más partes del control del dispositivo (por ejemplo, los motores) se encuentra debajo de la cama, por ejemplo, en un alojamiento 384. En algunos ejemplos, el soporte 382 conecta el dispositivo 300 al alojamiento 384. Opcionalmente, otros componentes, por ejemplo, transformadores, conectividad a otros componentes, por ejemplo, la pantalla, están ubicados en el alojamiento 384.

35 En un ejemplo ejemplar, una unidad de motor principal para el control del movimiento del dispositivo está ubicada en el alojamiento 384, en que, por ejemplo, en algunos ejemplos, el uno o más elementos de transferencia de par transfieren el uno o más pares del uno o más motores dentro del alojamiento 384 al dispositivo 300 y/o los elementos alargados para efectuar la flexión de las articulaciones del dispositivo están acoplados a motores dentro del alojamiento 384.

40 En algunos ejemplos, el control del movimiento del dispositivo sobre la cama, usando una unidad de motor debajo de la cama es a través de un controlador de orientación, por ejemplo, usando un varillaje de paralelogramo, por ejemplo, como se describe en la publicación de solicitud de patente internacional n.º WO2011/036626.

45 Un beneficio potencial de que uno o más componentes estén ubicados debajo de una cama (por ejemplo, dentro del alojamiento 384), es que se reduce el espacio ocupado por el sistema en una sala de operaciones. Un beneficio potencial adicional de los componentes que se ubican debajo de una cama en lugar de arriba y/o alrededor de la cama es el acceso potencialmente mejorado a un paciente (por ejemplo, en una situación de emergencia).

50 Un beneficio potencial de que el dispositivo esté acoplado a una cama es la capacidad de mover y/o cambiar un ángulo de la cama, por ejemplo, durante la cirugía, mientras el dispositivo permanece en la misma posición con respecto a la cama y/o al paciente. Como alternativa o adicionalmente, en algunos ejemplos, la posición del dispositivo con respecto al paciente y/o la cama es ajustable, por ejemplo, antes del tratamiento con el dispositivo y/o durante la cirugía.

55 Opcionalmente, en algunos ejemplos, el soporte 382 mueve el dispositivo a su posición para la cirugía. En algunos ejemplos, el soporte 382 mueve el dispositivo a la posición deseada para su inserción en el paciente 360. En algunos ejemplos, el soporte 382 mueve el dispositivo verticalmente, y/u horizontalmente, y/o lateralmente, y/o inserta el dispositivo 300 en un paciente 360 y/o retira el dispositivo 1100 del paciente.

60 En el ejemplo ilustrado por la Figura 3A, el brazo de soporte 382 y el alojamiento 384 están ubicados en el extremo de pata de 384. Un beneficio potencial de esta ubicación es la facilidad de la cirugía a través del tren inferior de un paciente, por ejemplo, a través de la vagina. En la Figura 3A, la paciente 360 se ilustra en una posición adecuada para la inserción del dispositivo en la vagina, las piernas de la paciente están elevadas y separadas (por ejemplo, sostenidas por estribos que no se muestran).

65 La Figura 3B es una vista esquemática simplificada de un sistema 350 en el que un dispositivo 300 está sujeto por un

soporte 382, de acuerdo con algunos ejemplos. En el ejemplo ilustrado por la Figura 3B, el brazo de soporte 382 y el alojamiento 384 están ubicados en un centro de eje largo de la cama 380. Un beneficio potencial de esta ubicación es la facilidad de la cirugía abdominal y/o torácica con el dispositivo.

5 En algunos ejemplos, una posición de alojamiento debajo de la cama y/o una posición alrededor de la cama desde donde el brazo se encuentra con el alojamiento son ajustables. Por ejemplo, el brazo y/o el alojamiento se mueven para diferentes cirugías.

10 La Figura 4A es una vista esquemática en sección transversal simplificada de un brazo 404 con extensiones de segmento anidadas, de acuerdo con algunos ejemplos. La Figura 4B es un esquema simplificado de una vista lateral de una porción de un brazo, de acuerdo con algunos ejemplos. Las líneas discontinuas ilustran la porción del brazo ilustrado en la Figura 4A ilustrada por la Figura 4B.

15 En algunos ejemplos, el brazo 404 incluye una herramienta de mano 424 acoplada a un radio 416 en una articulación de muñeca 428.

20 En algunos ejemplos, el radio 416 está acoplado a una extensión de radio que incluye dos porciones de transferencia de par; una porción de transferencia de par 416ETT del codo dispuesta dentro de una articulación de codo 420 y una porción de transferencia de par 416STT del hombro dispuesta dentro de una articulación de hombro 408. En algunos ejemplos, el radio 416 está acoplado a un húmero 412 por un conector 416C. En algunos ejemplos, la porción 416C conecta el radio 416 al húmero 412 mientras permite el giro libre del húmero 412. En algunos ejemplos, en la región A de la Figura 4A, la una o más protuberancia en la porción de radio 416 encaja en la una o más muescas en la porción 416C. En un ejemplo ejemplar, una protuberancia en forma de anillo en la porción de radio 416 (por ejemplo, un anillo de material conectado (por ejemplo, soldado) a la porción de radio 416) encaja en una muesca en la porción 416C.

25 De forma similar, en algunos ejemplos, las porciones 412C y 412 están conectadas por una o más protuberancias y una o más muescas coincidentes (por ejemplo, una protuberancia de anillo en la porción 412 que encaja en una muesca coincidente en la porción 412C).

30 En algunos ejemplos, una "sección de conexión" incluye un conector y una articulación, por ejemplo, la articulación de hombro 408 y el conector 412C, y por ejemplo la articulación de codo 420 y el conector 416C.

35 La Figura 4C es una vista transversal esquemática simplificada de una porción de un brazo, de acuerdo con algunos ejemplos. En algunos ejemplos, por ejemplo, una porción incluye una protuberancia de anillo que encaja en una muesca en la porción 416C.

En algunos ejemplos, la porción 416C proporciona anclaje a uno o más elementos alargados: por ejemplo, cuando el uno o más elementos alargados (por ejemplo, un cable, un alambre, una cinta) se conectan/acoplan a la porción 416Canc.

40 En algunos ejemplos, uno o más conectores conectan porciones mientras permiten que una porción gire dentro del conector alrededor del eje largo de la porción. Por ejemplo, la porción de conexión 416C permite que el radio 416 gire dentro de la porción de conexión 416C alrededor de un eje largo del radio.

45 En algunos ejemplos, el húmero 412 está acoplado a una extensión del húmero que incluye una porción de transferencia de par, una porción de transferencia de par 412STT del hombro dispuesta dentro de la articulación de hombro 408. En algunos ejemplos, el húmero está acoplado a un torso 402 por un conector 412C.

50 En algunos ejemplos, un brazo quirúrgico incluye una primera porción flexible y una sección (por ejemplo, articulación de codo y articulación de hombro) que se acoplan junto con un segmento de conexión corto (por ejemplo, una sección del húmero que acopla una articulación de hombro y codo es corta). En algunos ejemplos, el acoplamiento entre las porciones flexibles es una conexión puntual (por ejemplo, una articulación de hombro y codo están directamente conectadas).

55 En algunos ejemplos, una porción de anclaje rígida (por ejemplo, la porción 416C) conecta dos porciones flexibles, en la que la porción de anclaje proporciona el anclaje de los elementos alargados que controlan la flexión y extensión de la articulación, que es, por ejemplo, proximal a la porción alargada. En algunos ejemplos, el anclaje es proporcionado por una porción de una de las articulaciones, por ejemplo, una porción distal de la articulación proximal.

60 En algunos ejemplos, uno o más ejes (o porciones de los mismos) del brazo quirúrgico son rígidos. En algunos ejemplos, un eje flexible está anidado dentro de un eje externo rígido. En algunos ejemplos, el eje externo es flexible en menor medida que el eje interno.

La Figura 5 ilustra esquemáticamente el accionamiento de un brazo quirúrgico 500, de acuerdo con algunos ejemplos.

65 En algunos ejemplos, una extensión de eje que se extiende proximalmente 502 (por ejemplo, una extensión de un torso 503) del brazo 500 está unida a una unidad de motor 504. En algunos ejemplos, las extensiones del eje proximal

- de los segmentos del brazo que están anidados dentro de la extensión 502 (por ejemplo, una extensión de eje proximal 506 del húmero 507, una extensión proximal del eje 508 de radio 509 que está anidada dentro de la extensión de húmero 506, una extensión de eje proximal 510 de una porción de mano 511 que está anidada dentro de la extensión de radio 508, y así sucesivamente) son accionadas por una pluralidad de mecanismos de accionamiento de la unidad de motor, tales como 3 mecanismos de accionamiento 520, 522 y 524. En algunos ejemplos, el número de mecanismos de accionamiento se establece de acuerdo con el número de articulaciones del brazo, por ejemplo, como se muestra en el presente documento, un brazo que incluye 3 articulaciones (por ejemplo, articulaciones de hombro, codo y muñeca) se activa mediante 3 mecanismos de accionamiento, un brazo que incluye 4 articulaciones es accionado por 4 mecanismos de accionamiento, un brazo que incluye 2 articulaciones es accionado por 2 mecanismos de accionamiento, un brazo que incluye 1 articulación es accionado por un solo mecanismo de accionamiento.
- En algunos ejemplos, un mecanismo de accionamiento 520 (que se muestra en la vista ampliada) está configurado para mover al menos un segmento de brazo 500, por ejemplo, girar el segmento y/o flexionar el segmento y/o mover el segmento. En algunos ejemplos, un mecanismo de accionamiento comprende uno o más accionadores, por ejemplo, 1, 2, 3, 4, 5 y/o 6 accionadores. En algunos ejemplos, los accionadores son operables independientemente, no obstante, en algunos ejemplos, una manipulación del eje (por ejemplo, giro, flexión) obtenida por un primer accionador efectúa el control de uno o más accionadores.
- En algunos ejemplos, los accionadores del mismo mecanismo de accionamiento se accionan juntos. Adicionalmente o como alternativa, los accionadores de diferentes mecanismos de accionamiento se accionan juntos, por ejemplo, para proporcionar la articulación de un segmento proximal del brazo, también es necesario mover un segmento distal del brazo (que está anidado al menos parcialmente dentro del segmento proximal del brazo). En un ejemplo, para proporcionar la flexión del hombro, también se acciona un accionador de flexión de un codo.
- En algunos ejemplos, por ejemplo, como se muestra aquí, las extensiones de eje 502 y 506 (que están anidadas, en parte, dentro de la extensión de eje 502) se reciben dentro del mecanismo de accionamiento 520. En algunos ejemplos, el mecanismo de accionamiento 520 comprende un primer accionador 540 y un segundo accionador 542. En algunos ejemplos, el primer accionador 540 está configurado para girar una porción de brazo, tal como girar el torso girando la extensión de eje 502 alrededor de su eje. En algunos ejemplos, el segundo accionador 542 está configurado para flexionar una porción de brazo, como flexionar una articulación de hombro en un extremo distal del torso (no se muestra aquí). Opcionalmente, la flexión se logra mediante el movimiento lineal respectivo de los elementos alargados 544 y 546, que se extienden desde el accionador 542 y están conectados distalmente a la articulación.
- En algunos ejemplos, un motor primario de un accionador tal como 540 y/o 542 comprende un motor 532. En algunos ejemplos, una velocidad del motor 532 oscila entre, por ejemplo, 10-100 rpm, tal como 20 rpm, 50 rpm, 70 rpm, 80 rpm o velocidades intermedias, mayores o menores. En algunos ejemplos, el motor 532 está configurado para aplicar un par entre 0,5 N*m y 3 N*m, tal como 1 N*m, 1,5 N*m, 2 N*m o valores intermedios, mayores o menores. En algunos ejemplos, el motor 532 es un motor de giro continuo.
- Adicionalmente o como alternativa, un motor primario de un accionador comprende un motor lineal. Adicionalmente o como alternativa, un motor primario de un accionador comprende una polea. En algunos ejemplos, el motor principal de un accionador se acciona manualmente, por ejemplo, comprendiendo uno o más cables que se tiran para accionar el movimiento del engranaje.
- En algunos ejemplos, un solo motor está configurado para mover más de un accionador (por ejemplo, girar los engranajes de flexión y giro). En algunos ejemplos, la activación dual se habilita mediante el uso de un mecanismo de bloqueo y otro motor configurado para conmutar entre los accionadores, de acuerdo con la conexión seleccionada (por ejemplo, flexión o giro).
- En algunos ejemplos, el motor 532 se coloca paralelo a la extensión de eje, por ejemplo, subyacente a la extensión de eje, superpuesto a la extensión y/o situado al lado de la extensión. Como alternativa, el motor 532 está dispuesto dentro de un lumen interno de la extensión de eje. Como alternativa, la extensión de eje está configurada como parte del motor, por ejemplo, contenida dentro de un alojamiento externo del motor 532.
- En algunos ejemplos, un accionador comprende un solo engranaje o un tren de engranajes. En algunos ejemplos, el tren de engranajes está configurado para amplificar el par de entrada generado por el motor 532. Como alternativa, el tren de engranajes está configurado para reducir el par de entrada generado por el motor 532. En algunos ejemplos, el tren de engranajes está configurado para reducir la velocidad de giro generada por el motor. En un ejemplo, la velocidad del motor es de 12.000 RPM, y el engranaje o tren de engranajes reduce la velocidad en una proporción de, por ejemplo, 134:1, 43:1, 9:1 y/o relaciones intermedias, mayores o menores. En un ejemplo, un movimiento de accionamiento de un engranaje o tren de engranajes de un efector final del brazo, como las pinzas, está configurado para reducir la velocidad en una proporción de 9:1, permitiendo una rápida apertura y cierre de la pinza. Esto puede ser ventajoso, por ejemplo, al diseccionar tejido con la pinza.
- Como alternativa, en algunos ejemplos, el tren de engranajes está configurado para aumentar la velocidad de salida generada por el motor. En un ejemplo, la velocidad de salida del motor aumenta para la ablación eléctrica autónoma

del tejido.

En algunos ejemplos, los accionadores de un mecanismo de accionamiento comprenden engranajes o trenes de engranajes que son diferentes entre sí. En algunos ejemplos, los motores de los dos accionadores giran a velocidades similares, pero el movimiento "final" que manipula los engranajes de cada accionador se gira a diferentes velocidades. En un ejemplo, el accionador 542 comprende una transmisión de engranajes mientras que el accionador 540 es accionado directamente por el motor. En otro ejemplo, los accionadores comprenden cada uno un engranaje único, pero los engranajes son de diferentes tamaños y/o formas (por ejemplo, que comprenden un número diferente de dientes).

En un ejemplo, el accionador 540 comprende un engranaje que está configurado para girar la extensión de eje 502 directamente, girando a una velocidad, de, por ejemplo, 2000 RPM; el accionador 542 comprende un engranaje que está configurado para accionar la flexión moviendo linealmente los elementos alargados 544 y 546, opcionalmente mediante el giro de un tornillo roscado acoplado a los elementos, por ejemplo, como se describe a continuación, y debido a esta transmisión adicional, el engranaje del accionador 542 necesita girar más rápido que el engranaje 540, por ejemplo, girarse a una velocidad de 4000 RPM.

En otro ejemplo, un accionador que acciona un efector final, como una pinza, está configurado para girar a una velocidad relativamente rápida, por ejemplo, 9000 RPM para permitir un movimiento rápido.

Como alternativa, en algunos ejemplos, se desea accionar un efector final a una velocidad relativamente baja, por ejemplo, para acciones que requieren la aplicación de una fuerza relativamente grande a través del efector final, como separar tejido, grapar tejidos y/u otras acciones.

En algunos ejemplos, los accionadores 540 y 542 giran en un solo eje de giro 548. En algunos ejemplos, el eje 548 es también el eje de giro de las extensiones de eje 502 y 506.

En algunos ejemplos, los mecanismos de accionamiento 520, 522, 524 de la unidad de motor son colineales.

En algunos ejemplos, la unidad de motor incluye uno o más sensores de posición 552.

En algunos ejemplos, el sensor de posición 552 se coloca adyacente al motor para detectar un ángulo de giro actual del motor.

En algunos ejemplos, el sensor de posición funciona magnéticamente, usando un imán colocado en el engranaje de motor y detectando el flujo magnético para determinar la posición actual del engranaje de motor.

En algunos ejemplos, la unidad de motor está controlada por un procesador 550 que incluye una memoria que almacena comandos.

En algunos ejemplos, los datos del uno o más sensores de posición y/o de la memoria de control se usan para inferir una posición de la una o más porciones del dispositivo.

En algunos ejemplos, la unidad de motor está controlada por un procesador configurado en el dispositivo de entrada del usuario.

En algunos ejemplos, la unidad de motor 504 incluye estructura (por ejemplo, incluyendo uno o más contactos eléctricos), por ejemplo, para la entrega de energía monopolar y/o bipolar al dispositivo (por ejemplo, a un efector final del dispositivo), por ejemplo, como se describe adicionalmente en la Figura 16.

La Figura 6A es una vista lateral esquemática simplificada de una unidad de motor 600 para el accionamiento de un dispositivo que incluye brazos quirúrgicos, de acuerdo con algunos ejemplos. En algunos ejemplos, un dispositivo que incluye un primer brazo quirúrgico 604 y un segundo brazo quirúrgico 606 son controlados por la unidad de motor 600.

La Figura 6B es una vista detallada de la unidad de motor 600, de acuerdo con algunos ejemplos.

En algunos ejemplos, un primer mecanismo de accionamiento 601a, incluyendo el primer engranaje de giro 602a y el primer engranaje de flexión 606a, impulsa la flexión/extensión y el giro de una articulación de hombro. Con referencia ahora a las Figuras 4A-B, por ejemplo, en algunos ejemplos, el primer mecanismo de accionamiento 601a gira la articulación de hombro girando el torso 402 y efectúa la flexión y extensión de la articulación de hombro 408 mediante el movimiento de elementos alargados unidos al conector 412C.

En algunos ejemplos, un segundo mecanismo de accionamiento 601b, incluyendo el segundo engranaje de giro 602b y el segundo engranaje de flexión 606b, impulsa la flexión/extensión y el giro de una articulación de codo.

En algunos ejemplos, uno o más engranajes de accionamiento acoplados a un motor 670 están dispuestos debajo de

la unidad de motor 600. Por ejemplo, en algunos ejemplos, un engranaje que acciona el segundo engranaje de flexión 606b, qué engranaje está acoplado a un motor está dispuesto en la parte inferior de la unidad de motor 600. Por ejemplo, el engranaje 699 acciona un segundo mecanismo de accionamiento correspondiente al segundo brazo quirúrgico 606. Con referencia ahora a las Figuras 4A-B, por ejemplo, en algunos ejemplos, el segundo mecanismo de accionamiento 601b gira la articulación de codo haciendo girar el húmero 412 y efectúa la flexión y extensión de la articulación de codo 420 mediante el movimiento de elementos alargados unidos a la porción 416C.

En algunos ejemplos, un tercer mecanismo de accionamiento 601c, incluyendo el tercer engranaje de giro 602c y el tercer engranaje de flexión 606c, acciona un efector final (por ejemplo, abre y cierra una pinza) e impulsa el giro de una conexión de la muñeca. Haciendo referencia a la Figura 4A, en algunos ejemplos, el engranaje de giro 602c gira el radio 416 y el engranaje de flexión 606c acciona la herramienta de mano 424; Por ejemplo, en algunos ejemplos, el giro del tercer engranaje de flexión 606c abre y cierra un efector final.

En algunos ejemplos, de forma similar, el segundo brazo quirúrgico 606 es accionado por tres mecanismos de accionamiento, incluyendo, por ejemplo, 6 motores. En un ejemplo ejemplar, un dispositivo para inserción en el cuerpo incluye dos brazos quirúrgicos, accionado por 12 motores.

En algunos ejemplos, uno o más motores adicionales (por ejemplo, un 13º motor) mueve los brazos del dispositivo hacia y/o lejos de la unidad de motor. Por ejemplo, en algunos ejemplos, una posición de fijación de la unidad de motor (por ejemplo, a un soporte y/o a una superficie de soporte del paciente) se cambia, por ejemplo, por un motor.

En algunos ejemplos, el dispositivo comprende un solo brazo accionado por una unidad de motor que comprende 6 motores (por ejemplo, 2 motores por cada mecanismo de accionamiento). En algunos ejemplos, un 7º motor se usa para mover linealmente el brazo, por ejemplo, hacia y/o lejos de la unidad de motor y/o del cuerpo del paciente.

En algunos ejemplos, uno o más motores adicionales (por ejemplo, un 8º motor, un 9º motor) se utilizan. Opcionalmente, los motores adicionales activan el movimiento de un efector final del brazo alrededor de un punto de pivote (movimiento de fulcro), por ejemplo, alrededor de la incisión.

Por ejemplo, con referencia a la Figura 2, en algunos ejemplos, se cambia una posición de fijación del soporte 282 con respecto al carril 202 (por ejemplo, mediante un motor ubicado en el soporte 282). Por ejemplo, en algunos ejemplos, se cambia una posición de fijación de la unidad de motor 214 con respecto al soporte 1482 (por ejemplo, mediante un motor ubicado en el soporte 282).

Por ejemplo, mover el dispositivo dentro y/o fuera del cuerpo del paciente, por ejemplo, cuando la unidad de motor está soportada en una configuración fija y/o para automatizar el movimiento del dispositivo hacia el paciente. En algunos ejemplos, un motor ubicado dentro de la unidad de motor 600 mueve los brazos del dispositivo dentro y/o fuera de un paciente.

En algunos ejemplos, por ejemplo, de modo que el giro de una articulación también provoca el giro de las articulaciones distales de la articulación girada, Se acciona más de un mecanismo de accionamiento en giro de la articulación. Por ejemplo, en algunos ejemplos, para el giro de la articulación de hombro, los engranajes 602a, 606a, 602b, 606b, 602c, 606c se giran en la misma dirección. Por ejemplo, en algunos ejemplos, para el giro de la articulación de codo, los engranajes 602b, 606b, 602c, 606c se giran en la misma dirección. Por ejemplo, en algunos ejemplos, para el giro del efector final, los engranajes 602c, 606c se giran en la misma dirección.

En algunos ejemplos, el giro concurrente de las porciones anidadas con las porciones externas evita la tensión y/o el enredo de los elementos alargados internos (por ejemplo, elementos alargados que se utilizan para efectuar la flexión/extensión, por ejemplo, los elementos alargados que proporcionan alimentación).

En algunos ejemplos, uno o más mecanismos de accionamiento se usan para flexionar/extender una articulación. Por ejemplo, en algunos ejemplos, para flexionar una articulación de hombro, los elementos alargados para flexionar la articulación de hombro y la articulación de codo se mueven, por ejemplo, accionando el engranaje de flexión 606a y el engranaje de flexión 606b.

En algunos ejemplos, si los elementos alargados para el codo no se mueven ni/o liberan, la tensión en los elementos alargados asociados con la articulación de codo resiste el movimiento de la articulación de hombro.

En algunos ejemplos, una unidad de motor es pequeña, por ejemplo, con una longitud de eje largo 650 de entre 100-600 mm, o 200-400 mm, o 300-500 mm, o 150-400 mm, o de longitud intermedia, mayor o menor. En algunos ejemplos, la anchura 652 de la unidad de motor (por ejemplo, medida perpendicular al eje largo) está entre 20-100 mm, o 30-80 mm, o 50-70 mm, o anchura intermedia, mayor o menor.

En algunos ejemplos, el motor 670 es cilíndrico. Opcionalmente, el diámetro del motor 670 es de menos de 17 mm, menos de 35 mm, menos de 10 mm o diámetros de tamaño intermedio, mayores o menores. Una ventaja potencial de disponer un motor de un diámetro relativamente pequeño en una posición paralela con respecto al brazo puede incluir

mantener pequeñas las dimensiones de la unidad de motor.

Como alternativa, el motor no es cilíndrico, por ejemplo, rectangular. En algunos ejemplos, el motor comprende un eje hueco. Una ventaja potencial de un eje hueco puede incluir la reducción de la huella del sistema en la sala de operaciones.

En algunos ejemplos, la energía eléctrica se suministra a través de cables a la unidad de motor, por ejemplo, en algunos ejemplos, los contactos 620 están conectados a una fuente de alimentación eléctrica. La fuente de alimentación eléctrica puede incluir una batería (opcionalmente recargable) y/o un generador y/o conexión a la red eléctrica a través de un enchufe de pared y/o una combinación de los mismos. En algunos ejemplos, El intervalo de potencia es entre 100-300W, por ejemplo, 150W, 200W, 250W o intervalos intermedios, mayores o menores. En algunos ejemplos, una fuente de alimentación ininterrumpida se utiliza para proteger de las interrupciones de energía.

En algunos ejemplos, una unidad de motor impulsa más de dos brazos quirúrgicos y/o impulsa elementos de dispositivo adicionales. Por ejemplo, en algunos ejemplos, una unidad de motor acciona dos brazos de dispositivo y una cámara.

La Figura 6C es una sección transversal de la unidad de motor a lo largo de la longitud de la unidad, mostrando mecanismos de accionamiento de un solo brazo quirúrgico, de acuerdo con algunos ejemplos. En algunos ejemplos, la unidad de motor comprende una placa base 622, opcionalmente subyacente a los mecanismos de accionamiento. En algunos ejemplos, uno o más circuitos de controlador 624 están acoplados operativamente a la placa base 622 para controlar el funcionamiento de la unidad de motor. En algunos ejemplos, cada circuito de controlador está configurado para controlar la activación de uno de los motores (por ejemplo, uno de los 6 motores descritos anteriormente). En algunos ejemplos, se proporciona control cruzado de los motores. En un ejemplo, un sensor de posición de un primer motor es controlado por un controlador de un segundo motor. Opcionalmente, en una configuración de este tipo, un mal funcionamiento del primer motor, del sensor de posición asociado al primer motor y/o de la unidad que controla el primer motor pueden detectarse por el controlador del segundo motor.

En algunos ejemplos, un alojamiento externo 626 de la unidad de motor comprende un mango 628 para unir y/o liberar el brazo 604 de una cara de extremo distal 630 de la unidad de motor.

En algunos ejemplos, uno o más pestillos 632 están configurados en un alojamiento externo. Opcionalmente, el pestillo 632 está configurado para liberar un mecanismo de fijación de engranajes utilizado, por ejemplo, durante la fijación del brazo quirúrgico a la unidad de motor para mantener la calibración de la unidad de motor, por ejemplo, como se describe adicionalmente aquí.

La Figura 6D es una sección transversal de la unidad de motor a lo largo de un eje perpendicular al eje largo, de acuerdo con algunos ejemplos.

En algunos ejemplos, la unidad de motor está configurada para accionar dos brazos quirúrgicos; en este ejemplo, se muestra que un brazo quirúrgico 604 (cuya extensión) se recibe dentro de un primer lado de la unidad de motor, mientras que el segundo lado opuesto se muestra en una configuración adecuada para recibir un segundo brazo, por ejemplo, dentro del lumen interno 640.

Se observa que, en algunos ejemplos, una unidad de motor configurada para accionar un solo brazo está compuesta solo por uno de los lados de la unidad de motor mostrada aquí, incluyendo, por ejemplo, 3 mecanismos de accionamiento.

En algunos ejemplos, por ejemplo, como se muestra aquí, los engranajes de accionamiento 672 y 676 de los motores 670 y 674 están respectivamente configurados para accionar un engranaje de un mecanismo de accionamiento, por ejemplo, el engranaje de accionamiento 672 del motor 670 está configurado para conducir el engranaje de giro o el engranaje de flexión 678 (como el engranaje 602a o 606a o 602b o 606b o 602c o 606c).

En algunos ejemplos, el pestillo 632 configurado en el primer lado de la unidad de motor en el que se recibe el brazo se muestra en una posición cerrada, que libera un mecanismo de fijación del engranaje 678, permitiendo que gire libremente; un segundo pestillo 634 configurado en el segundo lado de la unidad de motor, que se muestra sin brazo, se muestra en una posición abierta, elevada.

En algunos ejemplos, un motor como el 674 está dispuesto de manera que no se extienda a una distancia 682 más larga que 5 mm, 10 mm, 20 mm o distancias intermedias, mayores o menores en relación con un eje central largo de un mecanismo de accionamiento, por ejemplo, pasando por un centro 680 del engranaje de giro/flexión. Una ventaja potencial de un motor dispuesto adyacente a un mecanismo de accionamiento, opcionalmente en paralelo al mecanismo de accionamiento, de modo que sustancialmente no sobresalga hacia fuera o sobresalga hacia fuera una distancia corta, solo puede incluir reducir el volumen de la unidad de motor, potencialmente permitiendo la inserción de los brazos quirúrgicos, así como la unidad de motor en el cuerpo durante la operación.

En algunos ejemplos, la unidad de motor está acoplada a una unidad lineal 680, configurado para accionar el movimiento lineal de la unidad de motor (y, por lo tanto, de los brazos), por ejemplo, accionar el avance y/o retracción del dispositivo hacia y/o desde el cuerpo del paciente. En algunos ejemplos, la unidad lineal 680 comprende un carril 682 sobre el que un elemento deslizante 684 acoplado a la unidad de motor puede moverse linealmente. En algunos ejemplos, el movimiento (por ejemplo, deslizante) de la unidad de motor en el carril de la unidad lineal es accionado por un motor.

Como alternativa, en algunos ejemplos, la unidad lineal es un componente integral de la unidad de motor.

En algunos ejemplos, la unidad lineal comprende uno o más sensores, como microinterruptores, para detectar el movimiento de la unidad de motor. En algunos ejemplos, la unidad lineal comprende uno o más botones de accionamiento configurados para permitir que un usuario (por ejemplo, enfermero/a) mueva la unidad de motor de acuerdo con la necesidad. En algunos ejemplos, el motor que impulsa el movimiento lineal (no mostrado aquí) comprende una ruptura electromagnética. Opcionalmente, el freno está configurado para evitar movimientos no deseados (por ejemplo, deslizamientos) de la unidad de motor, por ejemplo, durante un corte de energía.

La Figura 7 es un diagrama de flujo del funcionamiento ejemplar de un mecanismo de accionamiento que comprende un engranaje de giro y un engranaje de flexión, de acuerdo con algunos ejemplos.

En algunos ejemplos, el accionamiento de un engranaje comprende girar activamente el engranaje a una determinada velocidad y/o dirección, por ejemplo, por el motor. En algunos ejemplos, el accionamiento del engranaje de flexión (700) genera la flexión de la articulación (702), por ejemplo, por flexión y extensión simultáneas. Opcionalmente, la flexión y extensión simultáneas se obtienen tensando y liberando relativamente los elementos alargados que se extienden a lo largo del segmento de brazo que se mueve y conecta en un punto distal a la articulación (por ejemplo, segmento flexible).

En algunos ejemplos, una articulación accionada por el engranaje de giro (704) depende del movimiento del engranaje de flexión. En algunos ejemplos, por ejemplo, cuando el brazo se coloca en la unidad de motor, el giro libre del engranaje de flexión es resistido al menos en parte por un engranaje que impulsa el engranaje de flexión, por ejemplo, en algunos ejemplos, el engranaje de motor o un segundo engranaje accionado por el engranaje de motor. Opcionalmente, en una situación de este tipo, el accionamiento del engranaje de giro mientras el engranaje de flexión se mantiene estacionario genera el giro de un segmento de brazo próximo a la articulación, así como la flexión de la articulación (706).

En algunos ejemplos, cuando no se impone resistencia al engranaje de flexión, el accionamiento del engranaje de giro provocará el giro del engranaje de flexión, dando como resultado un giro del "cuerpo único" rígido del brazo (707).

En algunos ejemplos, ambos engranajes se accionan juntos.

En algunos ejemplos, el accionamiento relativo de los engranajes (708), incluyendo, por ejemplo: mantener el engranaje de flexión estacionario y girar el engranaje de giro; girando los engranajes a diferentes velocidades y/o direcciones genera la flexión (710).

En algunos ejemplos, el accionamiento unificado de ambos engranajes (712), es decir, el giro del engranaje de flexión y del engranaje de giro a la misma velocidad y dirección genera un giro del "cuerpo único" (714), en el que el segmento de brazo accionado se mueve como un todo.

En algunos ejemplos, un engranaje de flexión y/o engranaje de giro de más de un mecanismo de accionamiento (por ejemplo, 2, 3, 5) se accionan simultáneamente. Opcionalmente, el accionamiento de la una o más porciones de brazo anidadas, más distales, del brazo se realizan para permitir el movimiento de una porción más proximal del brazo. Por ejemplo, al flexionar la articulación de hombro, se accionan los engranajes de flexión tanto del hombro como del codo (por ejemplo, 606a, 606b) para liberar la tensión del elemento alargado que opera el codo, lo que a su vez permitirá flexionar el hombro. En un ejemplo, si 606a se girara únicamente para flexionar el hombro, un elemento alargado tensado que opera el codo puede romperse.

La Figura 8A es una vista lateral esquemática simplificada de un mecanismo de accionamiento para el control de una articulación del brazo quirúrgico, de acuerdo con algunos ejemplos.

En algunos ejemplos, un engranaje de giro 802 está acoplado a un eje 804, en el que el eje 804 está acoplado a una extensión (por ejemplo, al torso 402, Figura 4A). En algunos ejemplos, el giro del engranaje de giro 802 provoca el giro del eje 804 que a su vez gira la extensión distal acoplada al eje.

En algunos ejemplos, un eje 880 que está anidado, al menos en parte, dentro del eje 804 se extiende en la dirección proximal hasta un engranaje de flexión 806.

En algunos ejemplos, el engranaje de flexión 806 está acoplado a una porción que incluye la rosca de tornillo, referido

aquí como tornillo roscado 808. En algunos ejemplos, una rosca en el tornillo 808 comprende una doble rosca. En algunos ejemplos, el giro de la doble rosca en una dirección logra un movimiento lateral bidireccional de uno o más elementos de guía, tales como medias nueces a las que se hace referencia a continuación, acoplados al tornillo.

5 En algunos ejemplos, se selecciona un paso 882 de la rosca de tornillo de acuerdo con el uso del brazo. Por ejemplo, un paso de rosca pequeño es más ventajoso cuando el brazo está configurado para operar cargas grandes, por ejemplo, una carga de 2000 gramos, 1500 gramos, 3000 gramos o cargas intermedias, mayores o menores a baja velocidad (por ejemplo, 0,5 rondas por segundo, 1 ronda por segundo, 0,2 rondas por segundo). Como alternativa, un
10 paso de rosca grande es más ventajoso cuando el brazo está configurado para operar cargas pequeñas, por ejemplo, 100 gramos, 50 gramos, 300 gramos o cargas intermedias, mayores o menores a mayor velocidad (por ejemplo, 2,5 rondas por segundo, 4 rondas por segundo, 5 rondas por segundo).

En algunos ejemplos, el giro del engranaje de flexión 806 provoca el giro del tornillo roscado 808. En algunos ejemplos, una primera media tuerca 810 y una segunda media tuerca 812 están acopladas al tornillo roscado 808 de modo que
15 el giro de la rosca de tornillo genera un movimiento lineal de medias tuercas paralelas a un eje largo 814 del eje central 804, en el que la primera media tuerca 810 y la segunda media tuerca 812 se mueven en diferentes direcciones.

En algunos ejemplos, cada una de las medias tuercas se limita al movimiento en una sola dirección, por ejemplo, una media tuerca derecha y una media tuerca izquierda. En algunos ejemplos, el movimiento de las medias nueces está
20 limitado por una o más protuberancias, por ejemplo, protuberancias que se extienden radialmente hacia dentro desde una pared interna del alojamiento 816, por ejemplo, como se describe adicionalmente aquí.

En algunos ejemplos, la primera media tuerca 810 y la segunda media tuerca 812 están conectadas a los elementos alargados 810ee y 812ee respectivamente, en el que el movimiento lineal de las tuercas tira de un elemento alargado
25 mientras suelta y/o empuja el otro, generando la flexión/extensión de la articulación. En algunos ejemplos, una distancia de 820 entre las medias tuercas, medida a lo largo de un eje perpendicular al eje largo, define la distancia entre los elementos alargados. En algunos ejemplos, la distancia 820 entre los elementos alargados permanece constante. En algunos ejemplos, la primera tuerca 810 está configurada para permanecer en línea con el elemento
30 alargado 810ee, y la segunda tuerca 812 está configurada para permanecer en línea con el elemento alargado 812ee.

En algunos ejemplos, un elemento alargado tal como 810ee y/o 812ee comprende un alambre, cable, cordón, cinta y/o cualquier otro elemento que pueda tensarse y soltarse para permitir la flexión de la articulación.

Se observa que en algunos ejemplos, solo se usa un elemento alargado. En un ejemplo, el mecanismo comprende un
35 elemento alargado y un elemento elástico como un resorte. Opcionalmente, el resorte está configurado para moverse relativamente con respecto al elemento alargado, por ejemplo, si el elemento alargado está flexionado, el resorte se extiende y viceversa. También se observa que en algunos ejemplos, se pueden usar más de dos elementos alargados (por ejemplo, 3, 4, 6, 8).

40 En algunos ejemplos, el accionamiento del engranaje de giro gira el segmento de brazo y, por lo tanto, tira de los elementos alargados, moviendo las medias tuercas. Si el engranaje de flexión se mantiene estacionario (por ejemplo, por el engranaje de motor), el tornillo roscado no girará, generando el giro y flexión simultáneos del segmento de brazo. Si el engranaje de flexión puede girar libremente, tirando de los elementos alargados moverá a su vez las medias
45 tuercas, girando el tornillo roscado. La fricción en la interfaz 884 entre un cabezal del tornillo roscado y el engranaje de flexión 806 girará a su vez el engranaje de flexión, generando el giro del segmento de brazo como una sola pieza.

En algunos ejemplos, uno o ambos elementos alargados están acoplados a un elemento elástico como un resorte. Opcionalmente, el resorte está configurado para limitar la tensión del elemento o elementos alargados, cediendo en
50 respuesta a una fuerza (por ejemplo, par y/o fuerza de tracción) por encima de un cierto umbral.

Las Figuras 8B-C son vistas en sección transversal del mecanismo de accionamiento a lo largo del eje largo (8B) y a lo largo de un eje perpendicular al eje largo (8C). La Figura 8B muestra el alojamiento 816 que se extiende entre el engranaje de giro 802 y el engranaje de flexión 806. El tornillo roscado 808 y las medias tuercas 810 y 812 se muestran
55 en una sección transversal. La Figura 8C, vista desde una dirección proximal a distal, muestra protuberancias radialmente hacia dentro 824 que están configuradas para limitar el movimiento de giro de las tuercas, por ejemplo, para mantener una distancia cruzada constante entre las medias tuercas, por ejemplo, durante el giro del tornillo roscado 808.

En algunos ejemplos, los elementos alargados 810ee y/o 812ee se colocan dentro de las ranuras alargadas designadas 850 configuradas en el alojamiento 816 (véase Figura 8C) de modo que el accionamiento del engranaje
60 de giro 802 no tuerza los elementos alargados alrededor del eje largo del mecanismo de accionamiento. Opcionalmente, se mantiene constante una posición transversal de los elementos alargados entre sí.

En algunos ejemplos, el alojamiento 816 cubre el eje central, la rosca de tornillo y las tuercas, por ejemplo, evitando
65 potencialmente la entrada de escombros u otro material en el mecanismo. En algunos ejemplos, el alojamiento 816 es cilíndrico.

En algunos ejemplos, cada articulación del dispositivo mecánico está acoplada a un mecanismo de accionamiento como se ha descrito anteriormente (por ejemplo, mediante una extensión acoplada a la articulación). Por ejemplo, en algunos ejemplos, cada porción de extensión (por ejemplo, como se ha descrito anteriormente) está acoplada a un eje central, y las porciones alargadas para el control de la flexión y la extensión (por ejemplo, como se ha descrito anteriormente) están acopladas a medias tuercas del mecanismo de accionamiento.

En algunos ejemplos, los mecanismos de accionamiento para un solo brazo quirúrgico están dispuestos linealmente, con ejes centrales dispuestos en una configuración anidada, los ejes centrales internos sobresaliendo para el control de los engranajes.

Las Figuras 9A-D ilustran esquemáticamente, en una sección transversal, diferentes capas de una estructura del mecanismo de accionamiento para articular segmentos de brazo anidados, de acuerdo con algunos ejemplos. En la Figura 9A, una extensión 900 del hombro (por ejemplo, un torso, por ejemplo, como se muestra en la figura 4A) se recibe operativamente dentro de un engranaje de giro 902 de un primer mecanismo de accionamiento 912, de acuerdo con algunos ejemplos. La Figura 9B ilustra elementos alargados 904 y 906 para accionar la flexión del hombro en respuesta a el giro del tornillo roscado 908, de acuerdo con algunos ejemplos. En la Figura 9C, una extensión 910 del codo (por ejemplo, una extensión de un húmero 412, por ejemplo, como se muestra en la Figura 4A), que está anidada, al menos en parte, dentro de la extensión 900 del hombro, se recibe dentro de un lumen interno del tornillo roscado 908. En algunos ejemplos, la extensión de codo 910 se recibe libremente dentro del tornillo roscado 908 de tal manera que el giro del tornillo no afecta el giro de la extensión de codo 910. La Figura 9D ilustra una porción proximal de la extensión de codo 910 recibida operativamente dentro de un engranaje de giro 914 de un segundo mecanismo de accionamiento 920, alineado proximalmente (y, en algunos ejemplos, linealmente) en relación con el primer mecanismo de accionamiento 912. Opcionalmente, de esta manera, las extensiones anidadas adicionales (por ejemplo, una extensión de muñeca como el radio 416) se reciben libremente dentro de un mecanismo de accionamiento más próximo y se reciben operativamente dentro de un mecanismo de accionamiento más distal.

Las Figuras 10A-B ilustran un mecanismo de embrague, de acuerdo con algunos ejemplos.

En algunos ejemplos, un elemento elástico como un resorte se usa para establecer una fuerza de accionamiento mínima y/o máxima, de acuerdo con algunos ejemplos.

En algunos ejemplos, como se muestra, por ejemplo, en la Figuras 10A, el tornillo roscado 1000 está acoplado a un resorte central 1002. En algunos ejemplos, el giro del tornillo 1000 aplica par y/o tensión al resorte 1002. Opcionalmente, cuando las tensiones de fuerza aplicadas (por ejemplo, tirones y/o retorcimientos lineales) saltan 1002 más allá de su límite elástico, las cesiones de resorte y el giro adicional del tornillo 1000 ya no son efectivos para mover los elementos alargados 1004 y 1006 (mostrados en la Figura 10B).

Adicionalmente o como alternativa, uno o ambos elementos alargados están acoplados a un elemento elástico tal como un resorte 1008, por ejemplo, unido entre un extremo proximal del elemento alargado y la media tuerca 1010. En algunos ejemplos, el giro del tornillo 1000 activa el movimiento lineal de los elementos alargados, por ejemplo, tirando del elemento alargado 1004. Opcionalmente, cuando un elemento alargado como 1004 se tensa por encima de cierto umbral, el resorte 1008 cede y el giro del tornillo ya no es efectiva para mover (por ejemplo, tirar proximalmente) el elemento alargado.

Las Figuras 11A-B ilustran diversas configuraciones de un mecanismo de accionamiento, de acuerdo con algunos ejemplos.

La Figura 11A ilustra una configuración en la que tres accionadores 1102 están configurados para manipular un eje 1100 (o una extensión distal del mismo). En algunos ejemplos, los accionadores 1102 incluyen, por ejemplo, un accionador de giro, un accionador de flexión, un accionador lineal configurado para mover el eje hacia delante y hacia atrás, o combinaciones de los mismos (por ejemplo, dos accionadores de flexión y un accionador de giro, etc.).

La Figura 11B muestra una configuración telescópica en la que, por ejemplo, un accionador 1104 está configurado para extender porciones de eje distalmente y/o aproximar porciones de eje proximalmente, por ejemplo, usando elementos alargados 1106 unidos a un extremo sobresaliente de un eje 1108.

En algunos ejemplos, un accionador 1110 está conformado y/o dimensionado de forma que el eje o solo algunas porciones del mismo se reciben de forma deslizante en su interior, por ejemplo, el eje o una porción del mismo puede moverse hacia delante y hacia atrás a través del accionador.

La Figura 12A es un diagrama de flujo de un método para mantener la calibración de un brazo quirúrgico, de acuerdo con algunos ejemplos.

En algunos ejemplos, los brazos del dispositivo quirúrgico se inicializan en una posición recta, en la que los ejes largos del segmento son paralelos (por ejemplo, colineales), por ejemplo, como se muestra en la Figura 12B. Opcionalmente,

una dirección de flexión 1200 del primer segmento de brazo 1202 está revestida con una dirección de flexión 1204 del segundo segmento de brazo 1206.

5 En algunos ejemplos, los brazos del dispositivo quirúrgico se proporcionan en una posición recta, por ejemplo, calibrados de fábrica para una posición recta. En algunos ejemplos, se usa una plantilla para enderezar el uno o más brazos del dispositivo quirúrgico.

10 En algunos ejemplos, se configura una configuración de los mecanismos de accionamiento de acuerdo con la configuración calibrada del brazo, por ejemplo, los engranajes se giran a una posición en la que todas las porciones del brazo se enderezan una con respecto a la otra.

15 En algunos ejemplos, se proporcionan uno o más mecanismos para mantener una posición calibrada del brazo, por ejemplo, durante la inserción del brazo (o extensiones del mismo) a la unidad de motor 1212, por ejemplo, como se muestra en la Figura 12C. En algunos casos, las extensiones de brazo pueden girarse involuntariamente, por ejemplo, cuando se mueven contra el engranaje de motor 1214 durante la inserción. En algunos ejemplos, se proporcionan uno o más mecanismos para evitar dicho movimiento.

20 Opcionalmente, durante la inserción, el engranaje de motor 1214 puede moverse (por ejemplo, para no interferir con el avance del brazo (o extensiones del mismo) proximalmente), y una vez que el brazo se asienta en su posición, el engranaje de motor queda bloqueado hasta una mayor activación. En algunos ejemplos, el bloqueo y/o liberación del engranaje de motor se controla eléctricamente mediante un microinterruptor conectado al motor.

25 En el mecanismo ejemplar descrito aquí, los mecanismos de accionamiento del brazo se fijan temporalmente (1208). En algunos ejemplos, la fijación temporal se logra mediante uno o más elementos configurados para interferir con el giro de los engranajes (por ejemplo, giro y/o flexión de los engranajes).

30 En algunos ejemplos, por ejemplo, una vez que el brazo se recibe completamente dentro de la unidad de motor, se libera la fijación temporal de los engranajes (1210). Opcionalmente, la fijación se libera en respuesta a la operación manual por parte del usuario, por ejemplo, cierre de una puerta de cubierta de la unidad de motor. En algunos ejemplos, los elementos interferentes se alejan de los engranajes, por ejemplo, utilizando accionamiento por resorte.

En algunos ejemplos, la unidad de motor comprende uno o más discos de calibración, configurados para indicar si un engranaje se ha movido, por ejemplo, durante la inserción del brazo.

35 Las Figuras 13A-E ilustran un mecanismo para mantener la calibración de un brazo quirúrgico, de acuerdo con algunos ejemplos.

40 En algunos ejemplos, por ejemplo, durante la inserción del brazo 1300 en la unidad de motor 1302, los elementos interferentes 1304 se mueven a una posición en la que bloquean los engranajes del mecanismo de accionamiento (por ejemplo, los engranajes 1306, 1308), evitando que los engranajes giren, por ejemplo, como se muestra en las Figuras 13A y 13B. Opcionalmente, los elementos interferentes se mueven a la posición de bloqueo mediante un resorte y/u otro elemento elástico 1320 (colocado detrás del elemento interferente 1304).

45 En algunos ejemplos, una palanca 1310 está acoplada a los elementos interferentes. Opcionalmente, cuando se empuja la palanca 1310, por ejemplo, como se muestra en la Figura 13C, los elementos interferentes se mueven a una posición en la que ya no interfieren con el giro de los engranajes.

50 En algunos ejemplos, la palanca 1310 se empuja (y/o se eleva) en respuesta al cierre de una puerta de cubierta 1312 de la unidad de motor, por ejemplo, como se muestra en la Figura 13D. Opcionalmente, el bloqueo de los pestillos 1314 (opcionalmente manualmente, por ejemplo, por un médico o un(a) enfermero/a) aplica presión sobre la palanca 1310, liberando los elementos interferentes de los engranajes para proporcionar la conexión del brazo.

55 La Figura 13E muestra un elemento interferente que comprende un elemento elástico 1330 que salta a una posición bloqueada o liberada.

La Figura 14A es una vista de la unidad de motor 1400 que muestra una porción interna expuesta de la unidad de motor, de acuerdo con algunos ejemplos. La Figura 14B muestra una vista externa de la unidad de motor en la que está abierta una puerta de cubierta de la unidad de motor.

60 En algunos ejemplos, un usuario (por ejemplo, médico y/o enfermero/a) tiene acceso interno a la unidad de motor. En algunos ejemplos, por ejemplo, durante un corte de energía, la anulación manual por parte del médico está habilitada. Opcionalmente, el usuario puede acceder a los motores, por ejemplo, para operar manualmente el engranaje de motor 1404. En algunos ejemplos, una o más flechas de dirección 1402 están marcadas en el alojamiento de la unidad de motor, opcionalmente indicando una dirección de giro en la que los engranajes necesitan girarse para enderezar el brazo.

65

En algunos ejemplos, la puerta de cubierta de la unidad de motor 1406, véase Figura 14B, está configurada para bloquearse automáticamente, por ejemplo, durante un corte de energía. Opcionalmente, un perno de solenoide 1408 bloquea la puerta de la cubierta. Opcionalmente, el mecanismo de bloqueo del solenoide se puede anular manualmente, por ejemplo, abriendo la puerta de cubierta para permitir el acceso a al menos algunos de los componentes internos de la unidad de motor.

En algunos ejemplos, el mecanismo de bloqueo del solenoide está configurado para evitar la extracción accidental de los brazos de la unidad de motor. En un ejemplo, la puerta de cubierta 1406 no se puede abrir hasta que se suelte el solenoide 1408, por ejemplo, por el médico, opcionalmente a través del dispositivo de entrada del usuario.

En algunos ejemplos, el control de la inserción y/o extracción del brazo está limitado a un usuario, por ejemplo, solo el médico puede controlar la apertura y/o el bloqueo del mecanismo de bloqueo del solenoide, por ejemplo, a través del dispositivo de entrada del usuario.

En algunos ejemplos, por ejemplo, durante un corte de energía, la fuente de alimentación es proporcionada por una batería.

Las Figuras 15A-B son ejemplos de componentes eléctricos relacionados con la seguridad de la unidad de motor, de acuerdo con algunos ejemplos.

Haciendo referencia a la Figura 15A, en algunos ejemplos, se proporciona control cruzado de la activación del motor. En algunos ejemplos, un sensor de seguridad 1500 está operativamente acoplado a un primer motor 1502. En algunos ejemplos, el control del sensor de seguridad 1500 (por ejemplo, activación/desactivación) se realiza mediante un controlador de un segundo motor, por ejemplo, el motor 1504. Opcionalmente, el controlador detecta el mal funcionamiento del primer motor.

Con referencia a la Figura 15B, en algunos ejemplos, el suministro de potencia al brazo (por ejemplo, a un instrumento de electrocauterización conectado en un extremo distal del brazo) se controla con la ayuda de un relé 1506. Opcionalmente, el relé 1506 restringe el suministro de corriente cuando el instrumento de electrocauterización se conecta por error a un brazo, por ejemplo, unido al brazo izquierdo en lugar del brazo derecho o viceversa. En un ejemplo, un médico define (opcionalmente a través del dispositivo de entrada del usuario) que la energía monopolar se suministra a un brazo definido como el brazo derecho, y la energía bipolar se suministra a un brazo definido como el brazo izquierdo. Opcionalmente, el relé 1506 está configurado para detectar una falta de coincidencia, por ejemplo, que la punta de electrocauterización bipolar se ha unido al brazo definido como el brazo derecho en lugar de al brazo definido como el brazo izquierdo, y se interrumpe la corriente eléctrica.

La Figura 16 es una vista lateral simplificada de una porción de una unidad de motor que incluye elementos para suministrar energía eléctrica a un efector final del brazo quirúrgico, de acuerdo con algunos ejemplos. En algunos ejemplos, uno o más mecanismos están incorporados en la unidad de motor para asegurar que el suministro de energía eléctrica no se vea afectado por una posición actual del brazo de posición. Como alternativa, el suministro de energía eléctrica se efectúa mediante una posición actual del brazo.

En algunos ejemplos, la porción 1630 está acoplada a un efector final tal que, cuando se gira 1630, hace girar un efector final, por ejemplo, la porción 1620 se acopla a la herramienta de mano 424 de la Figura 4A. En algunos ejemplos, el engranaje 1632 acciona el efector final, por ejemplo, el giro del engranaje 1632 abre y/o cierra las mordazas de un efector final de sujeción. En algunos ejemplos, los contactos 1622 y 1624 proporcionan energía eléctrica a las porciones de anillo 1626 y 1628 respectivamente. En algunos ejemplos, uno de los contactos 1622, 1624 proporciona tensión positiva y el otro negativa, proporcionando una alimentación bipolar. En algunos ejemplos, cada una de las porciones de anillo 1626 y 1628 están conectadas eléctricamente (por ejemplo, a través de cables que atraviesan 1630) a un efector final, en la que una de las porciones de anillo está acoplada a un lado de una pinza y la otra al otro lado de una pinza.

Los términos "comprende", "comprendiendo", "incluye", "incluyendo", "teniendo" y sus conjugaciones significan "que incluye, pero no se limita a".

La expresión "consiste en" significa "que incluye y se limita a".

La expresión "que consiste esencialmente en" significa que la composición, método o estructura puede incluir ingredientes, etapas y/o partes adicionales, pero solo si los ingredientes, etapas y/o partes adicionales no alteran materialmente las características básicas y novedosas de la composición, método o estructura reivindicada.

Tal como se usa en el presente documento, la forma singular "un", "uno" y "el/la" incluye referencias plurales a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Por ejemplo, la expresión "un compuesto" o "al menos un compuesto" puede incluir una pluralidad de compuestos, incluyendo mezclas de los mismos.

A lo largo de la presente solicitud, se pueden presentar diversos ejemplos de esta invención en un formato de intervalo.

Se debe comprender que la descripción en formato de intervalo es exclusivamente a fin de que sea cómoda y breve y no debe interpretarse como una limitación inflexible en cuanto al alcance de la invención. Por consiguiente, debe considerarse que la descripción de un intervalo divulga específicamente todos los posibles intervalos secundarios, así como los valores numéricos individuales dentro de dicho intervalo. Por ejemplo, se debe considerar que la descripción de un intervalo, tal como del 1 al 6, presenta intervalos secundarios específicamente divulgados, tales como del 1 al 3, del 1 al 4, del 1 al 5, del 2 al 4, del 2 al 6, del 3 al 6, etc., así como los números individuales dentro de ese intervalo, por ejemplo, 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Esto se aplica independientemente de la amplitud del intervalo.

Siempre que se indique un intervalo numérico en el presente documento, pretende incluir cualquier número citado (fraccional o integral) dentro del intervalo indicado. Las frases "que varía/varía entre" un primer número indicado y un segundo número indicado "que varía/varía de" un primer número indicado "a" un segundo número indicado son utilizadas en el presente documento indistintamente y significa que incluyen el primer número indicado y el segundo número indicado y todos los números fracciones e integrales que se encuentran entremedio.

Como se utiliza en el presente documento, la palabra "método" se refiere a las formas, medio, técnicas y procedimientos para lograr una tarea determinada que incluye, pero no limitado a, dichas formas, medio, técnicas y procedimientos conocidos o desarrollados fácilmente a partir de las formas, medio, técnicas y procedimientos conocidos de los profesionales de las industrias química, farmacológica, biológica, bioquímica y médica.

Tal como se usa en el presente documento, el término "tratar" incluye abrogar, sustancialmente inhibiendo, ralentizando o revertiendo la progresión de una condición, aliviar sustancialmente los síntomas clínicos o estéticos de una afección o prevenir sustancialmente la aparición de síntomas clínicos o estéticos de una afección.

Se aprecia que ciertas características, por motivos de claridad, se describen en el contexto de ejemplos separados, también pueden proporcionarse combinadas en un único ejemplo. En cambio, diversas características que, por motivos de brevedad, se describen en el contexto de un solo ejemplo, pueden también proporcionarse por separado o en cualquier combinación secundaria adecuada o como es adecuado en cualquier otro ejemplo descrito. Ciertas características descritas en el contexto de diversos ejemplos no deben considerarse características fundamentales de dichos ejemplos, a menos que el ejemplo sea inoperante sin esos elementos.

A pesar de que la invención se ha descrito junto con ejemplos específicos de la misma, es evidente que muchas alternativas, modificaciones y variaciones resultarán evidentes para los expertos en la materia. Por consiguiente, se pretende acoger todas esas alternativas, modificaciones y variaciones que se encuentran dentro del amplio alcance de las reivindicaciones adjuntas.

La cita o identificación de cualquier referencia en esta solicitud no debe interpretarse como que se acepta que dicha referencia está disponible como técnica anterior de la presente invención. En la medida en que se utilizan títulos de sección, no deberían interpretarse como necesariamente limitantes.

REIVINDICACIONES

1. Un mecanismo para accionar el movimiento de un eje que tiene dos grados de libertad, que comprende:

- 5 un primer engranaje (802) configurado para girar dicho eje alrededor de la línea central del eje;
un segundo engranaje (806) acoplado operativamente a un tornillo roscado (808), dicho segundo engranaje configurado para girar dicho tornillo roscado alrededor del eje del tornillo;
un alojamiento (816) en el que se recibe dicho tornillo roscado, extendiéndose dicho alojamiento desde dicho primer engranaje, girando dicho primer engranaje dicho alojamiento cuando se gira dicho eje;
- 10 dos elementos de guía (810, 812) acoplados a la rosca de dicho tornillo roscado; en el que un primer elemento de guía (810) está unido a un primer elemento alargado (810ee) y un segundo elemento móvil (812) está unido a un segundo elemento alargado (812ee);
dichos primer y segundo elementos configurados para unirse a dicho eje en un punto distal a una porción flexible de dicho eje;
- 15 en el que el movimiento de giro de dichos elementos de guía alrededor del tornillo roscado está limitado por una o más protuberancias configuradas en una cara interna de dicho alojamiento;
en el que el giro de dicho tornillo roscado mueve dichos elementos de guía lateralmente en direcciones opuestas, tensando dicho primer elemento alargado y liberando la tensión de dicho segundo elemento alargado o viceversa y de ese modo flexionando o deshaciendo la flexión de dicha porción flexible de dicho eje.
- 20 2. El mecanismo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichos elementos alargados se extienden más allá de dicho primer engranaje.
3. El mecanismo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que una extensión proximal de dicho eje se extiende dentro de dicho tornillo roscado.
- 25 4. El mecanismo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha porción de eje flexible configurada para flexionarse define una articulación de un brazo quirúrgico.
- 30 5. El mecanismo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el giro de dicho primer engranaje mientras dicho segundo engranaje es libre de girar produce el giro de dicho eje, como un cuerpo rígido único, sobre la línea central del eje.
6. El mecanismo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada uno de dichos elementos alargados comprende un alambre, cable o cinta.
- 35 7. El mecanismo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichos elementos de guía comprenden medias tuercas.
8. El mecanismo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichos engranajes pueden girar a diferentes velocidades.
- 40 9. El mecanismo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho primer y segundo engranajes pueden girar alrededor de un eje similar, siendo dicha línea central una línea central larga de dicho eje.
10. El mecanismo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada uno de dichos engranajes es accionado por un engranaje de motor respectivo colocado para impulsar el giro de dicho engranaje o para interferir con el giro de dicho engranaje.
- 45 11. El mecanismo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se mantiene una distancia transversal constante entre dichos elementos de guía y, por lo tanto, entre dichos elementos alargados.
- 50 12. El mecanismo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que un acoplamiento entre dicho segundo engranaje y dicho tornillo comprende un embrague.
13. El mecanismo de acuerdo con la reivindicación 12, en el que dicho embrague comprende un resorte acoplado al tornillo de tal manera que cuando el par y/o la tensión producidos por el giro de dicho tornillo exceden un umbral, las cesiones de resorte y el giro adicional del tornillo ya no son efectivos para accionar el movimiento de dichos elementos alargados.
- 55 14. El mecanismo de acuerdo con la reivindicación 12, en el que dicho embrague comprende uno o más resortes unidos entre dichos elementos de guía y dichos elementos alargados de tal manera que cuando un elemento alargado se tensa por encima de un umbral, las cesiones de resorte y el movimiento adicional del elemento de guía ya no son efectivos para tensar el elemento alargado.
- 60

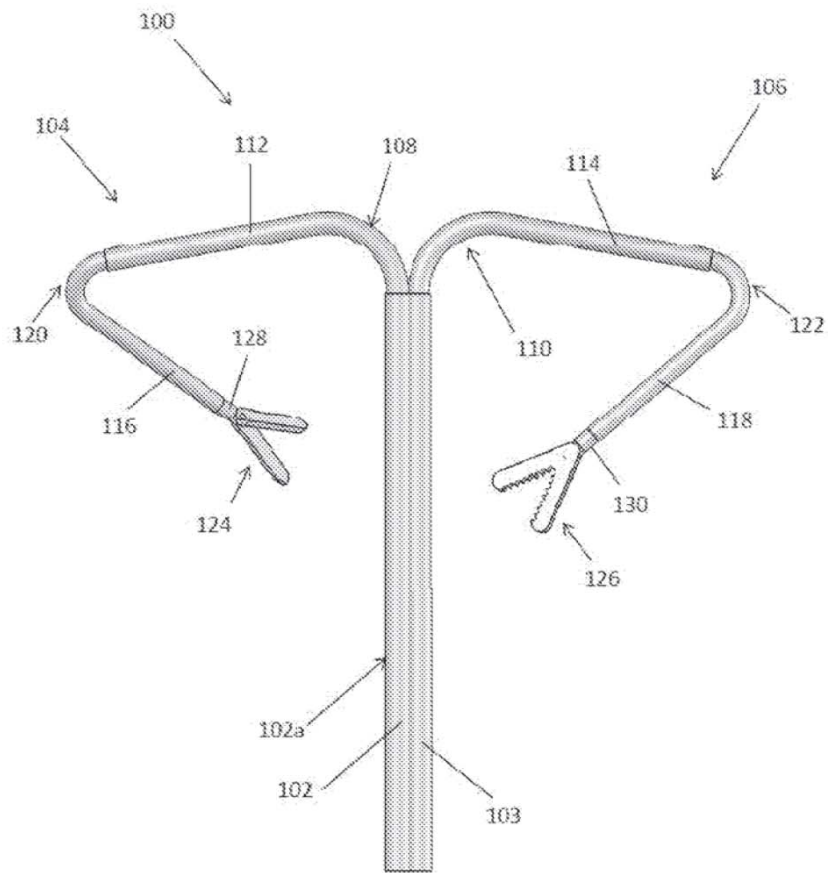


FIGURA 1A

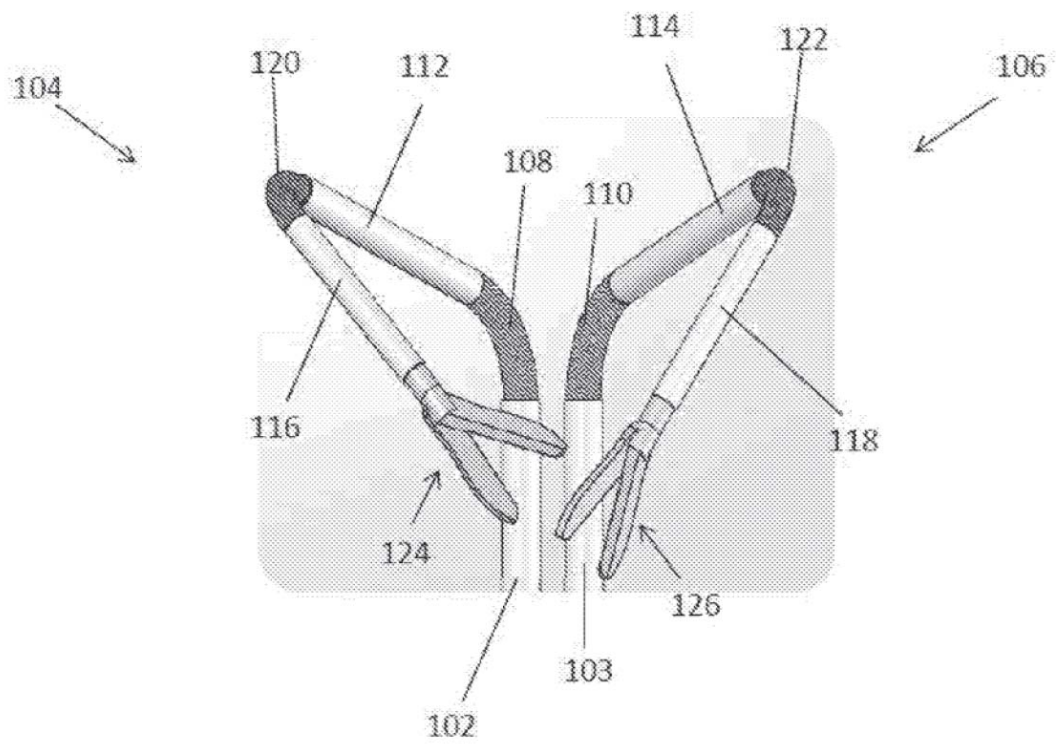


FIGURA 1B

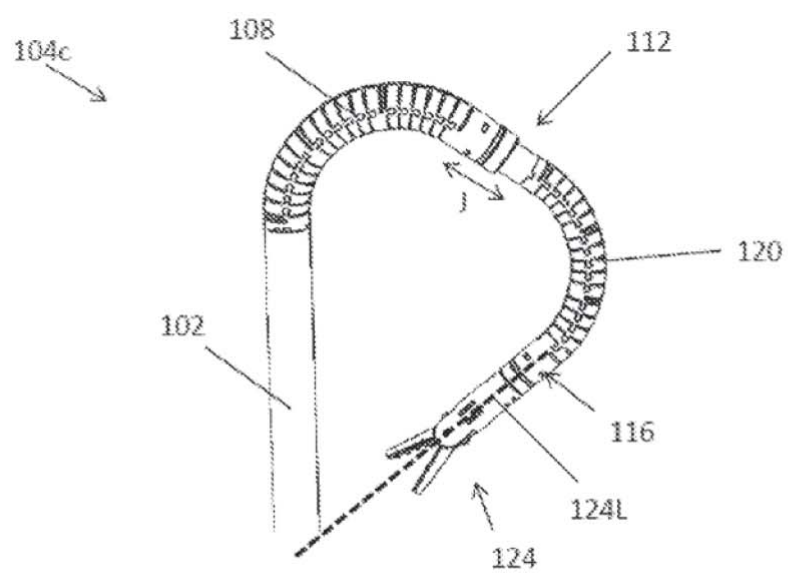


FIGURA 1C

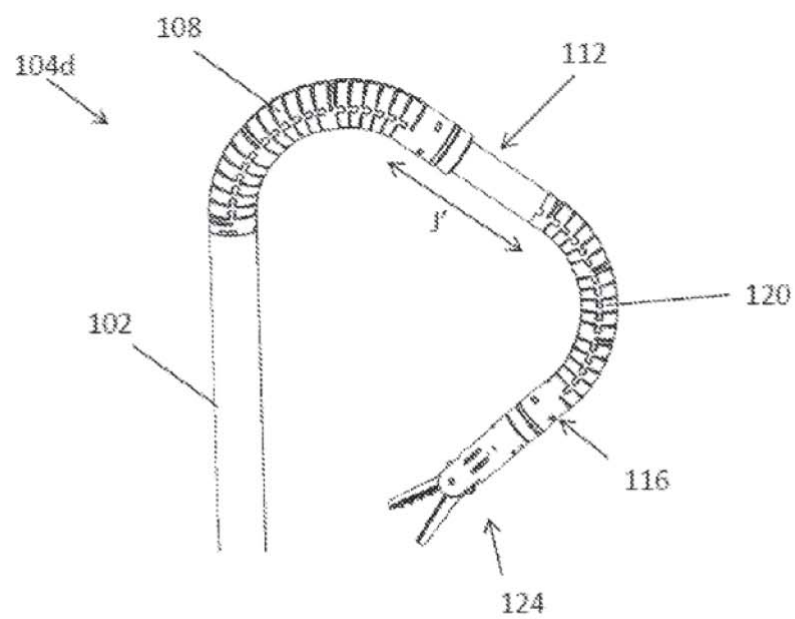


FIGURA 1D

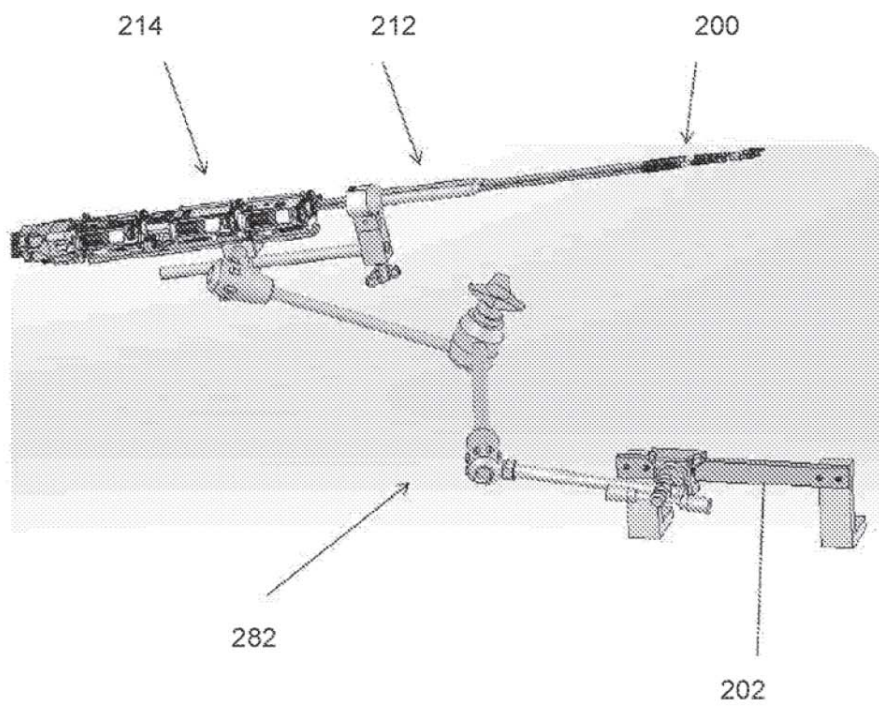
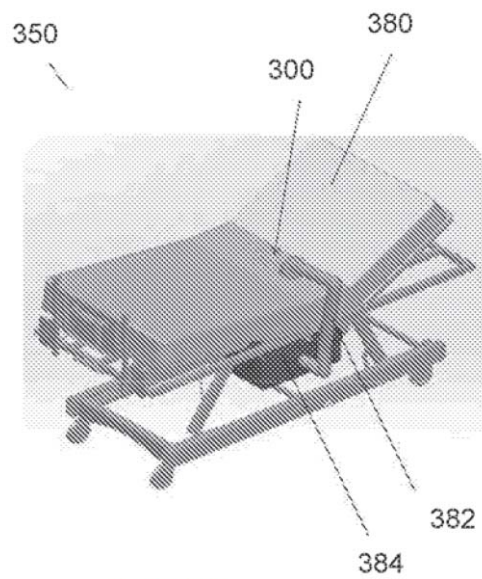
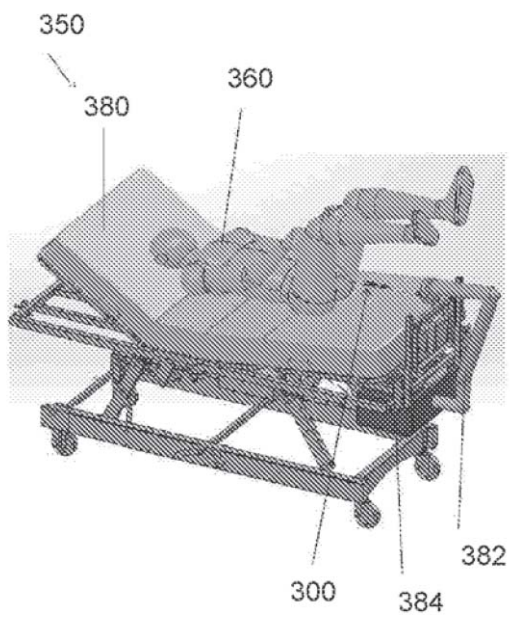
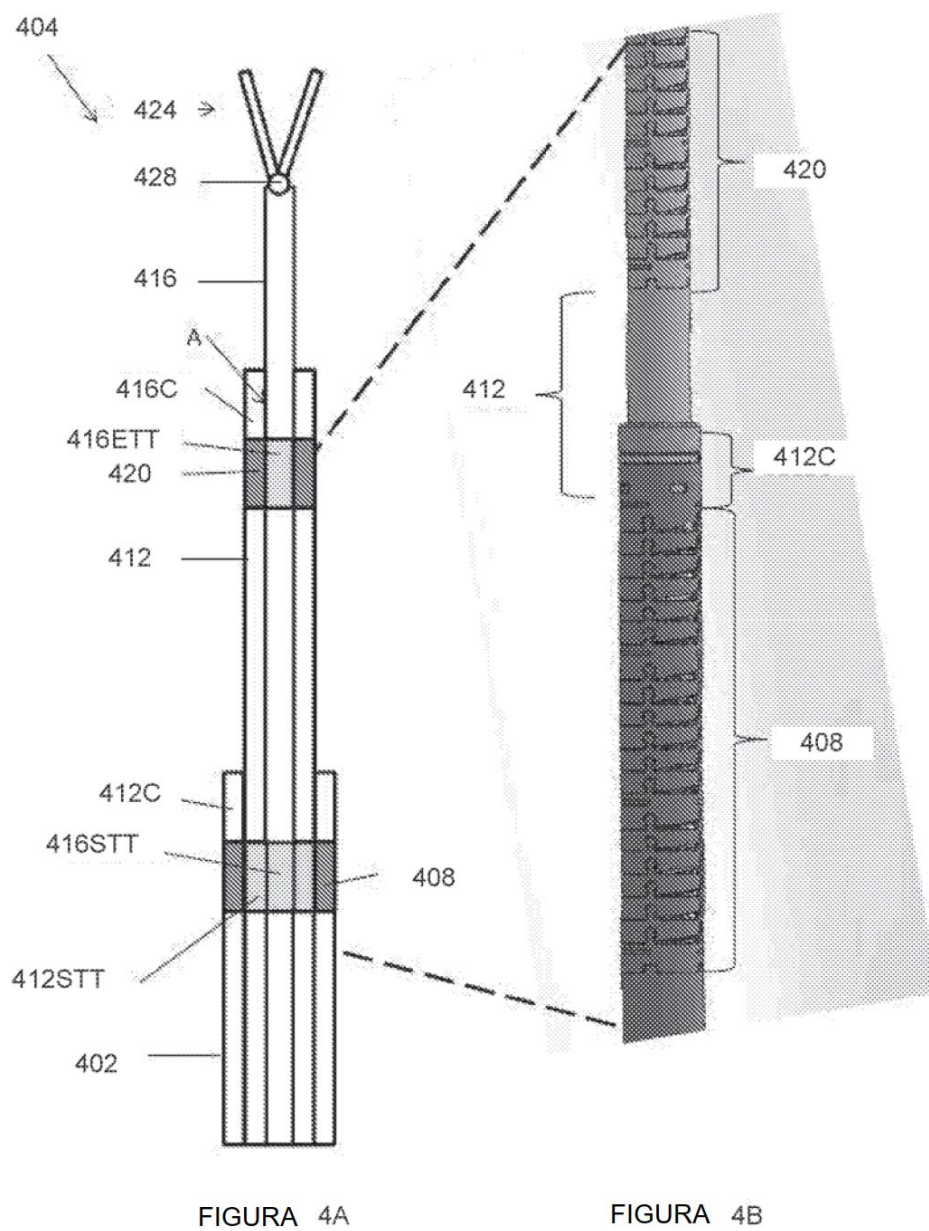


FIGURA 2





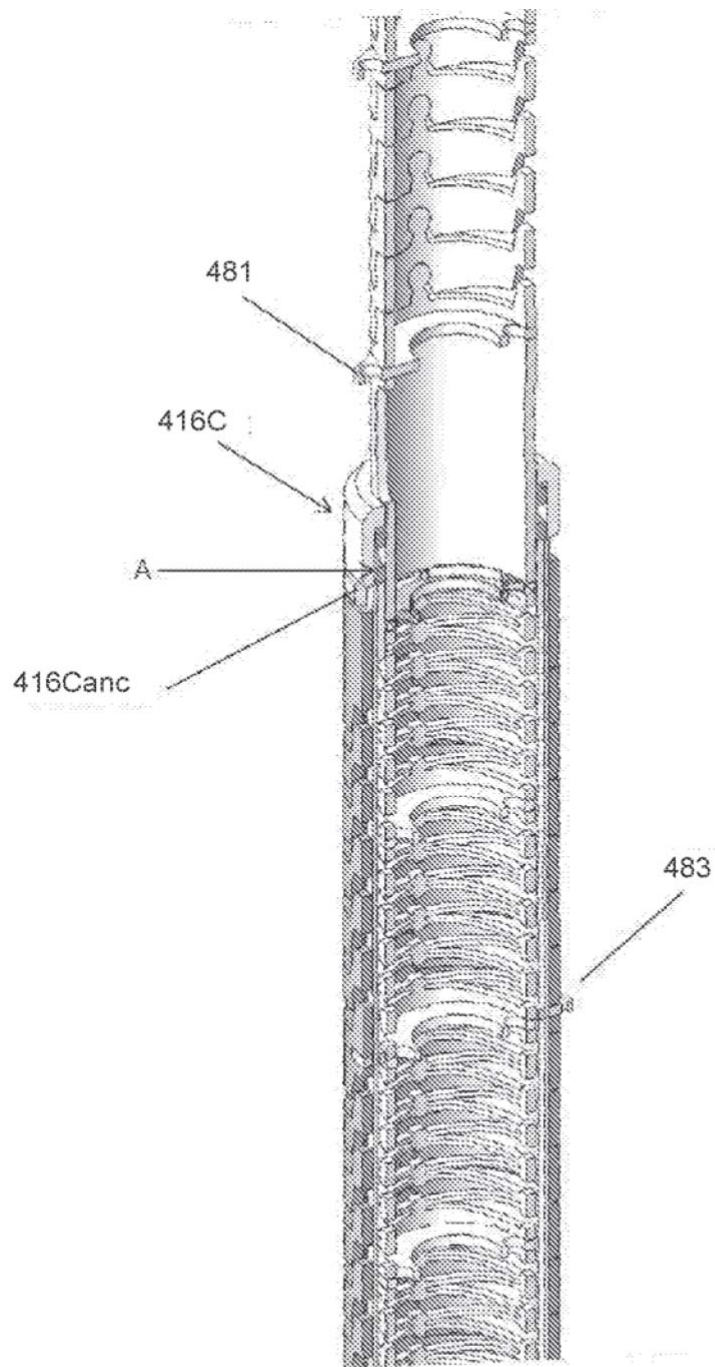
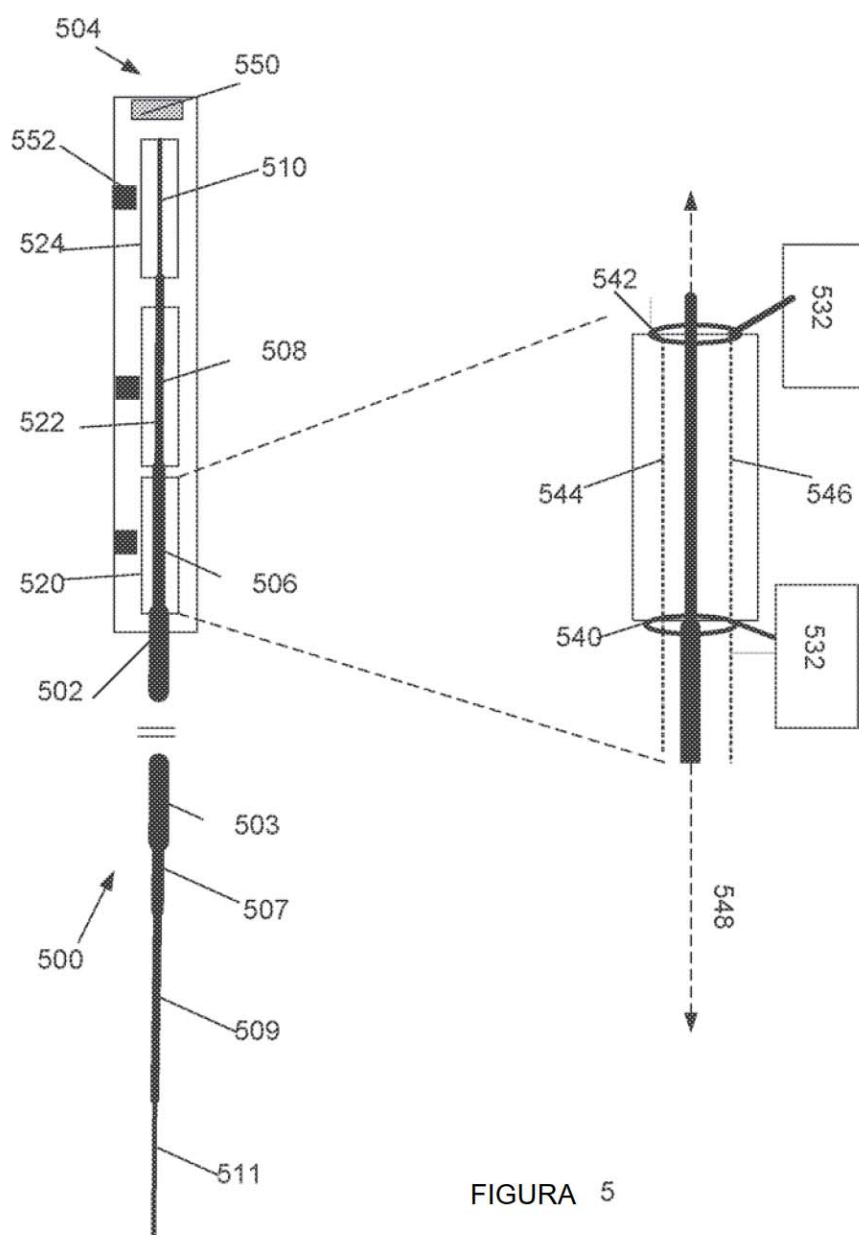


FIGURA 4C



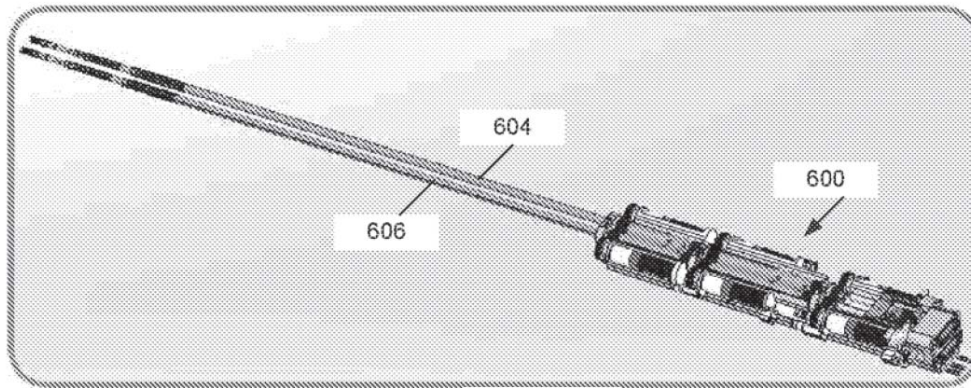


FIGURA 6A

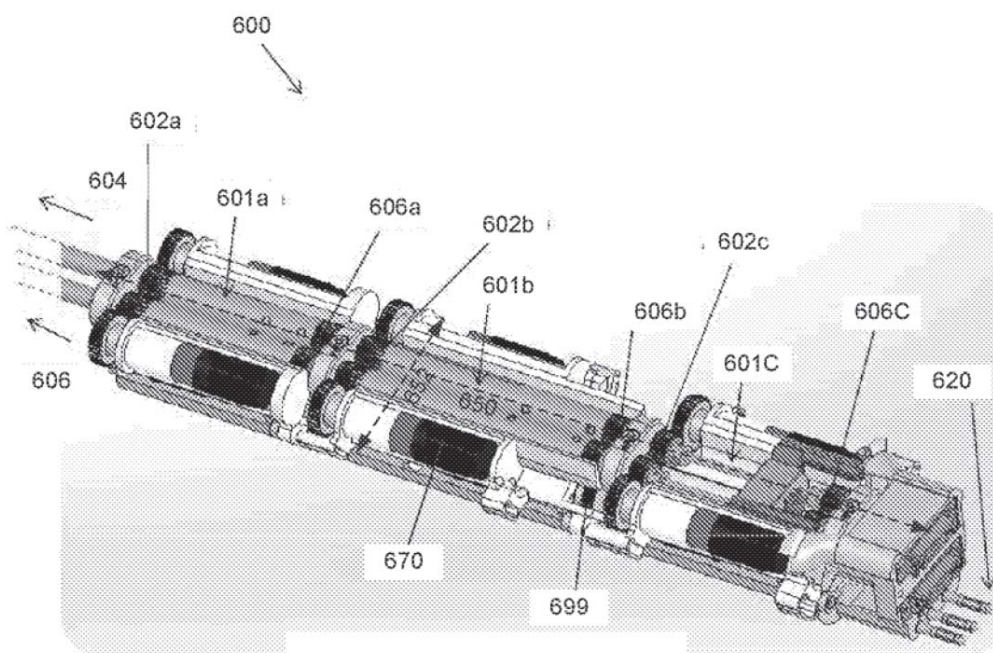


FIGURA 6B

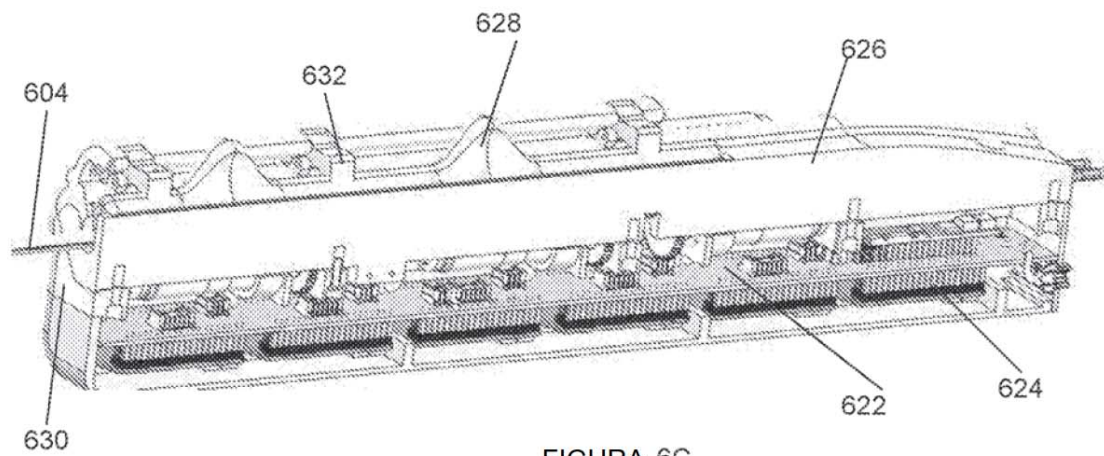


FIGURA 6C

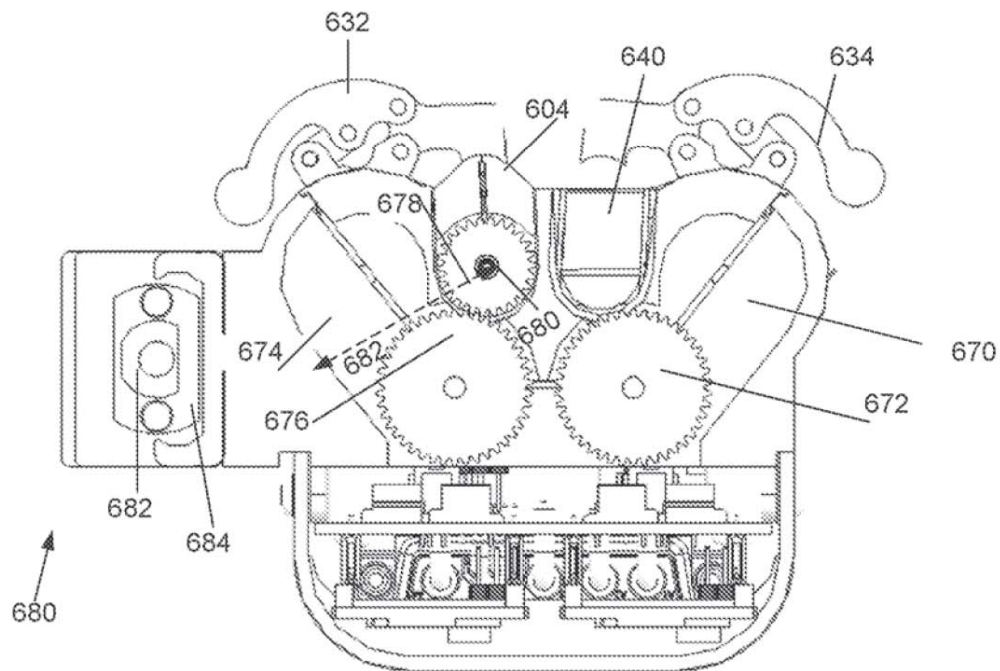


FIGURA 6D

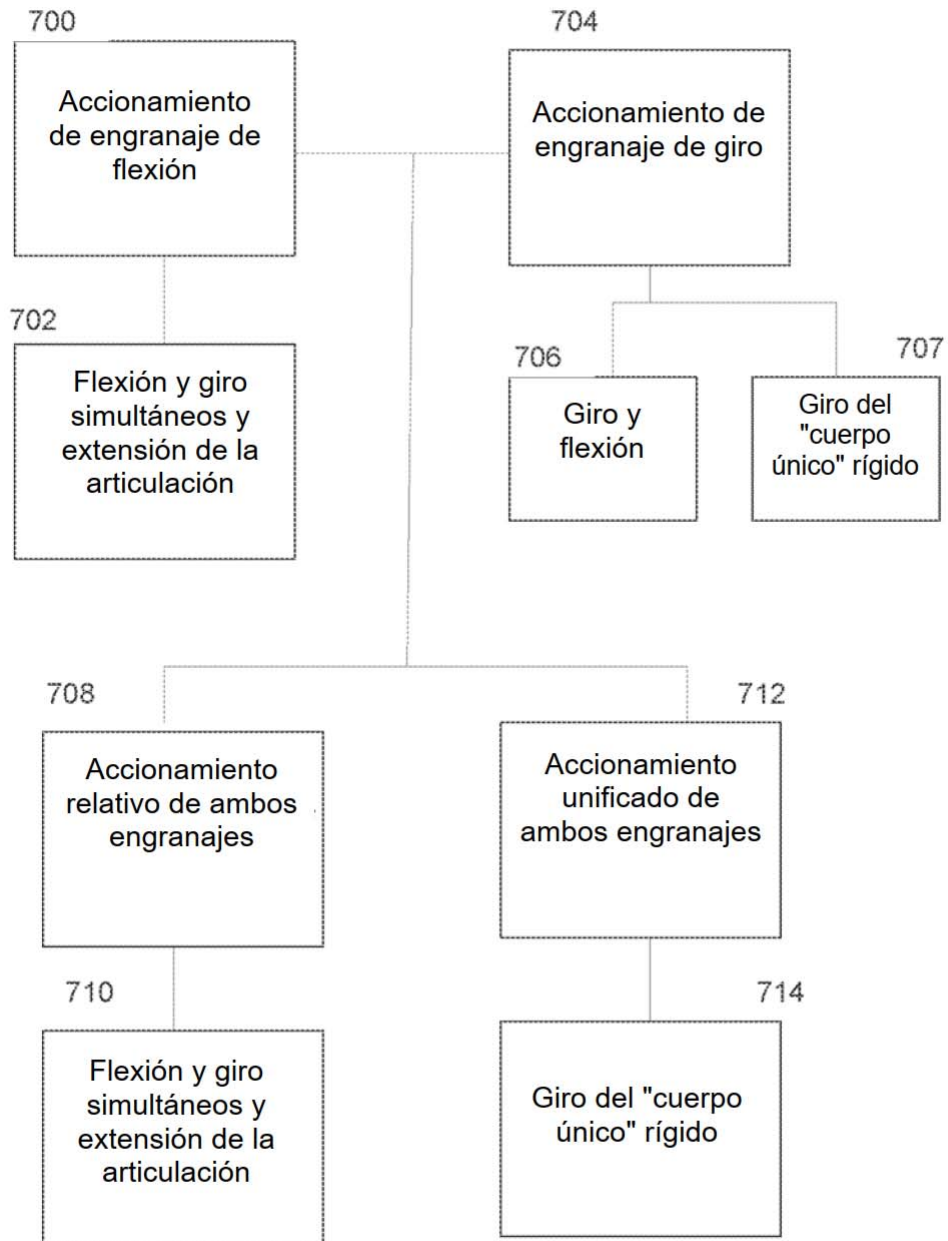


FIGURA 7

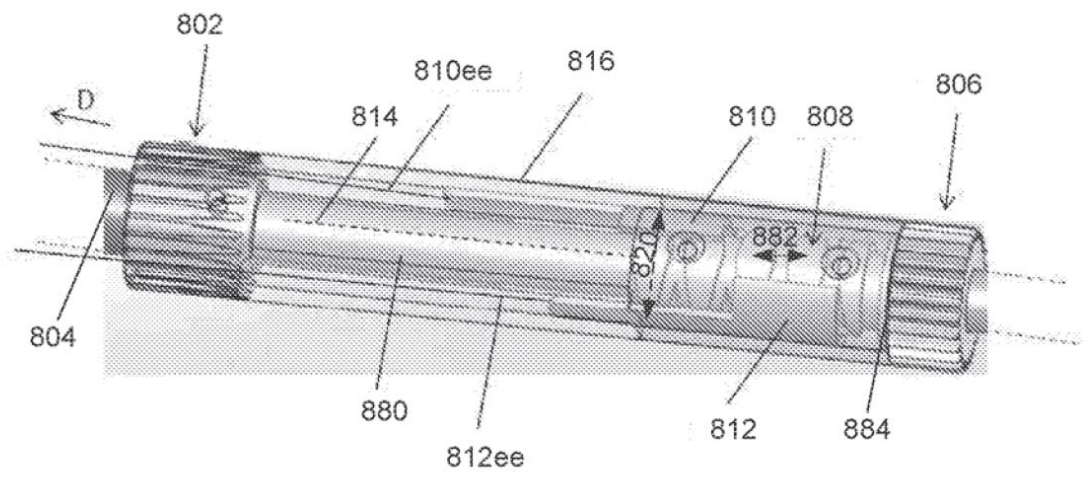


FIGURA 8A

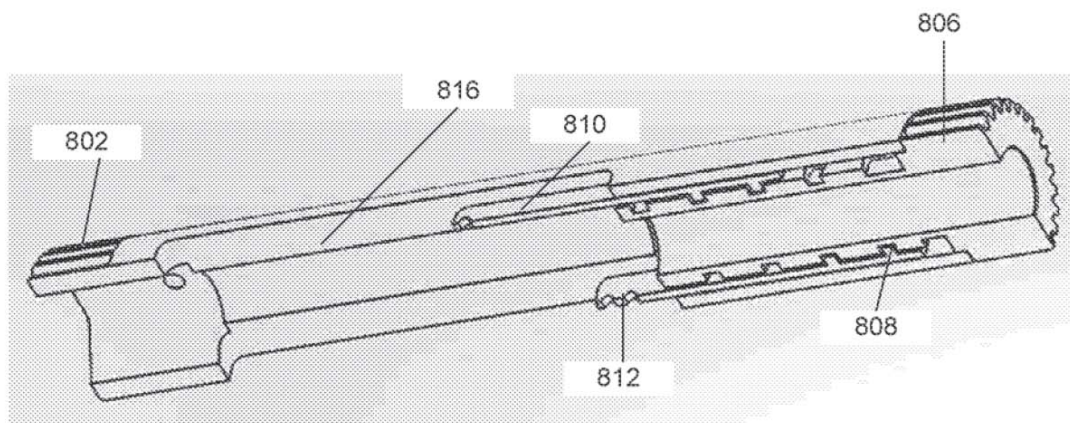


FIGURA 8B

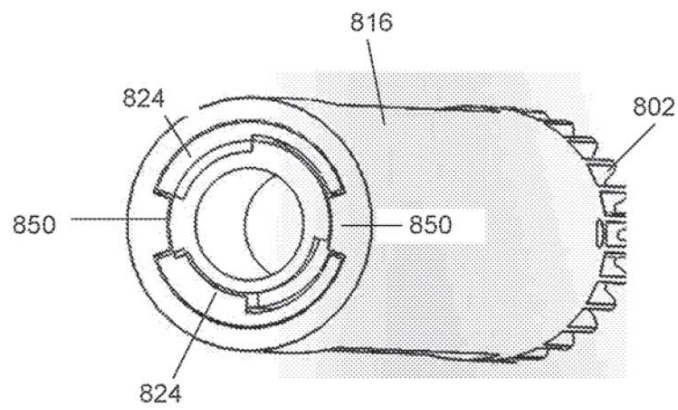
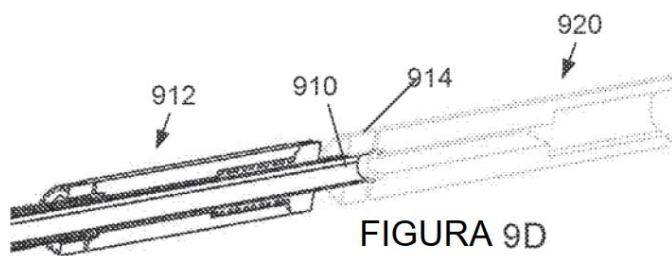
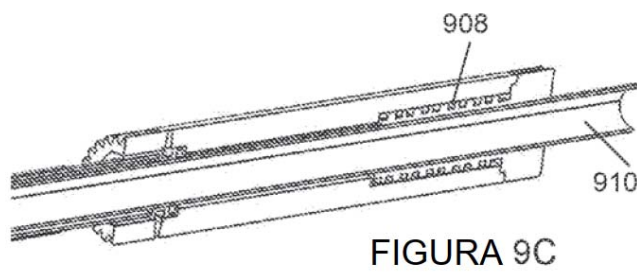
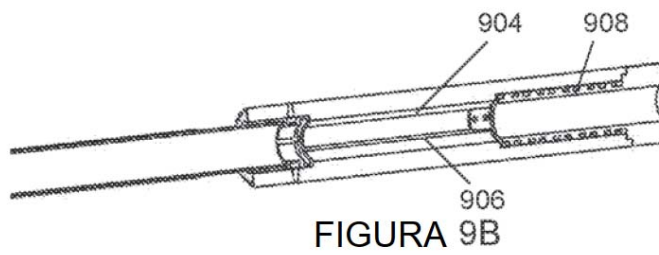
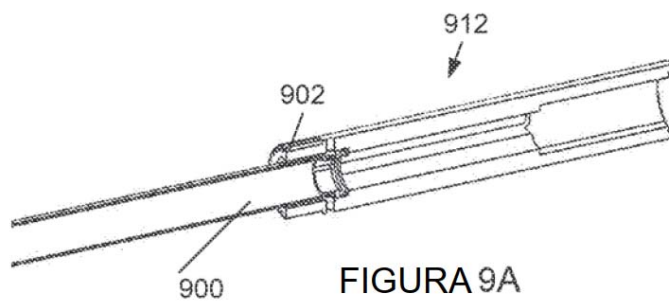


FIGURA 8C



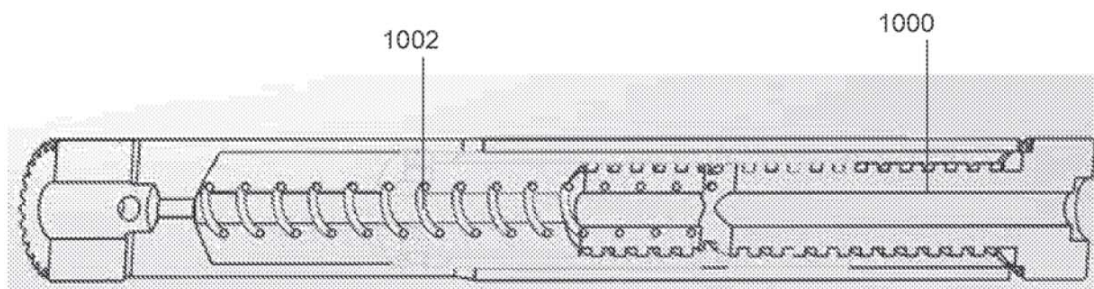


FIGURA 10A

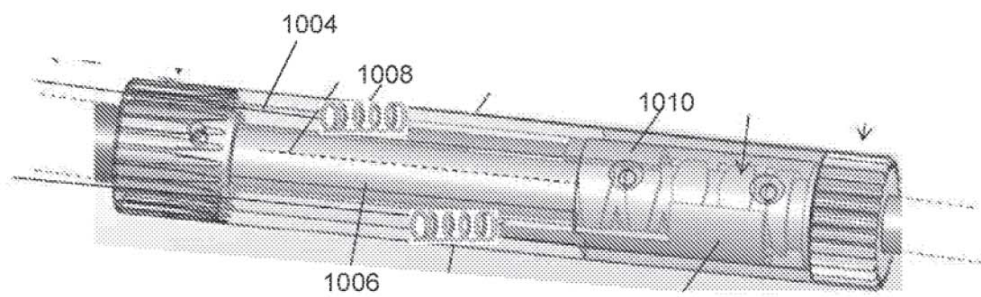


FIGURA 10B

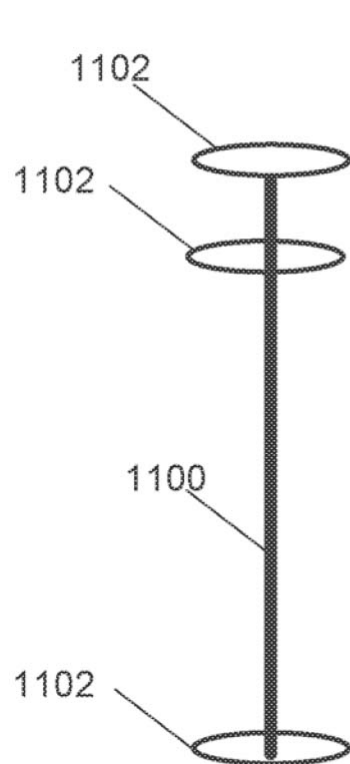


FIGURA 11A

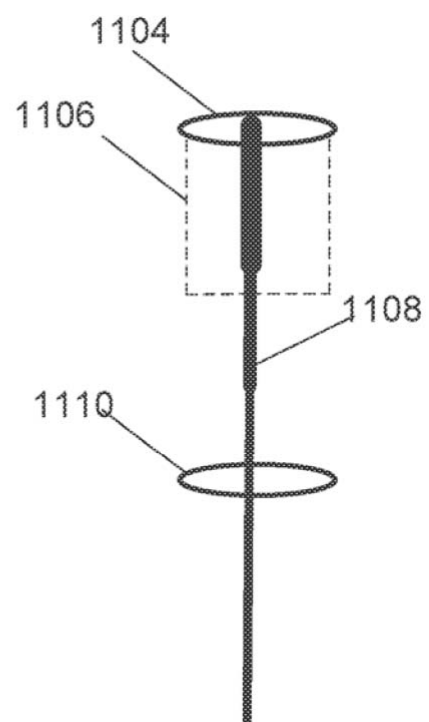


FIGURA 11B

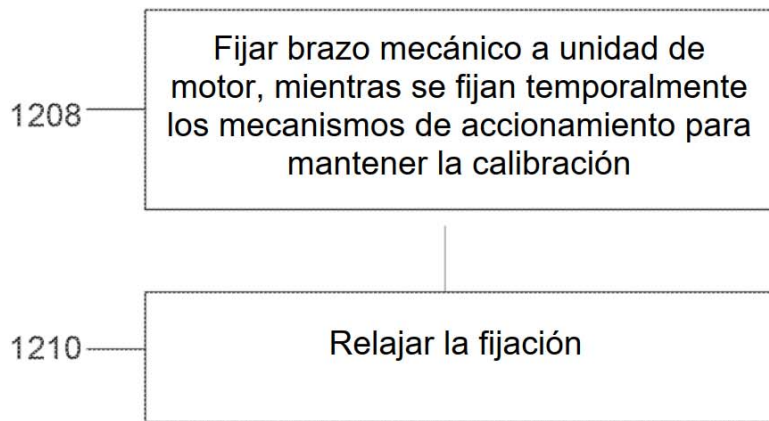


FIGURA 12A

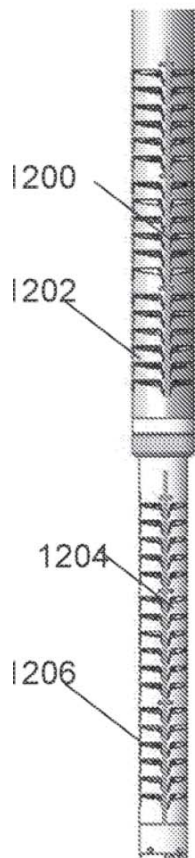


FIGURA 12B

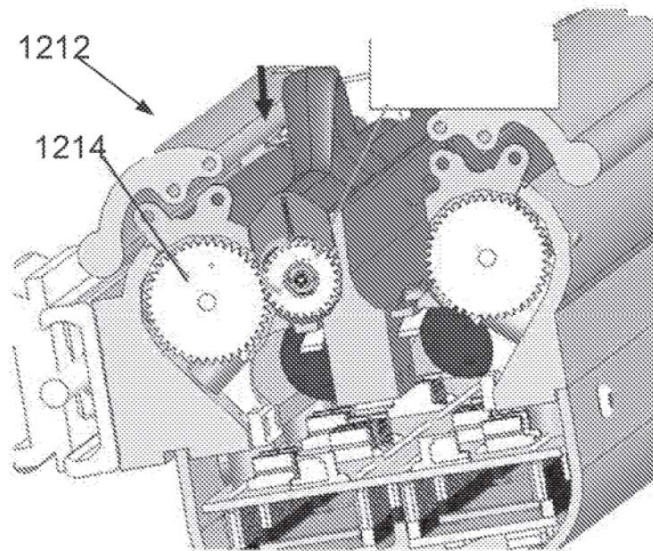


FIGURA 12C

FIGURA 13A

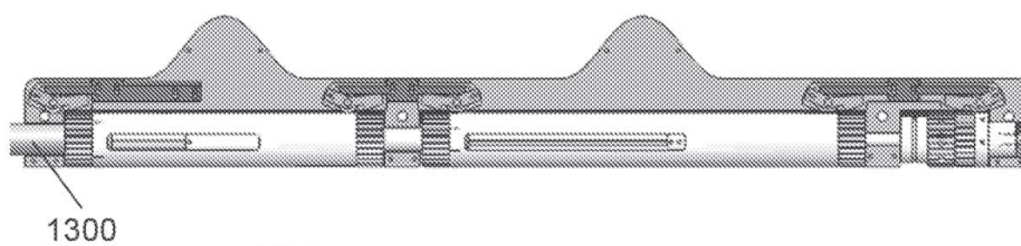


FIGURA 13B

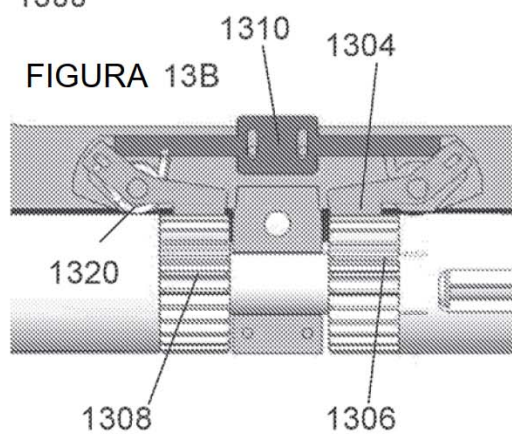


FIGURA 13C

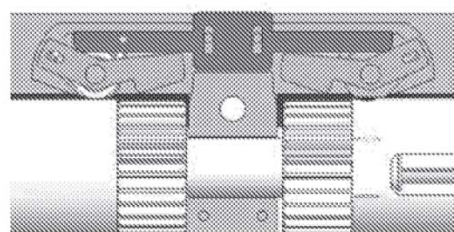


FIGURA 13D

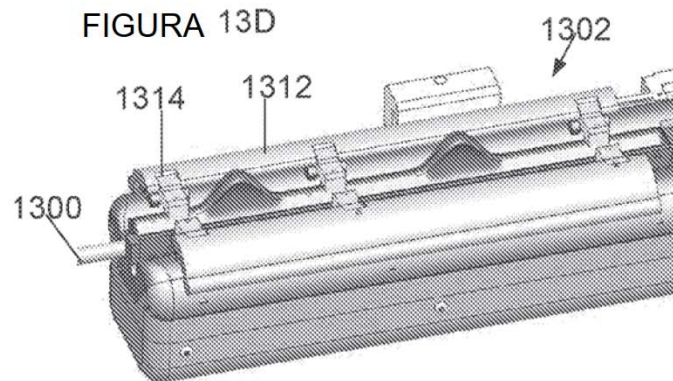
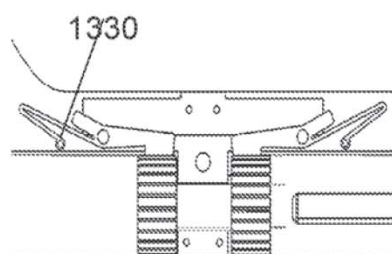


FIGURA 13E



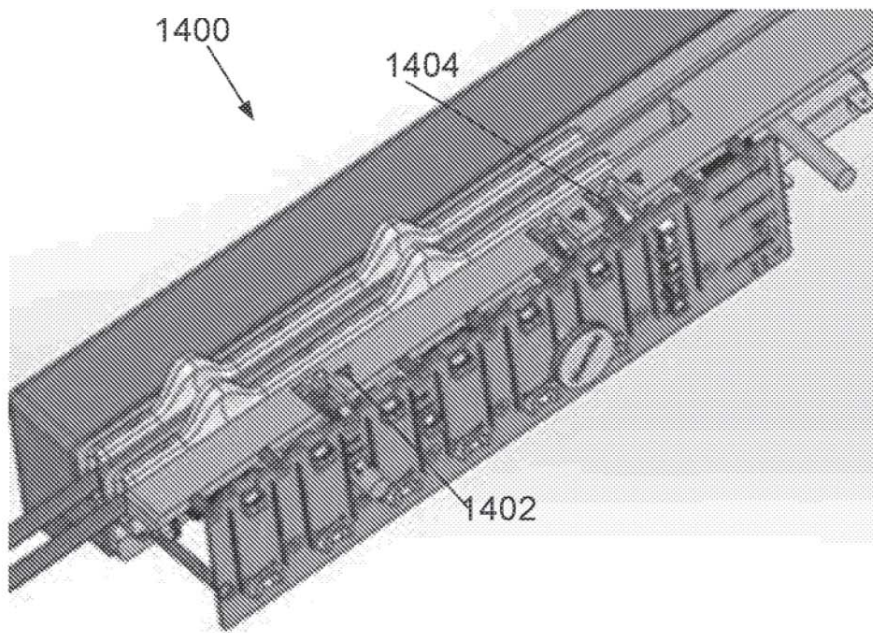


FIGURA 14A

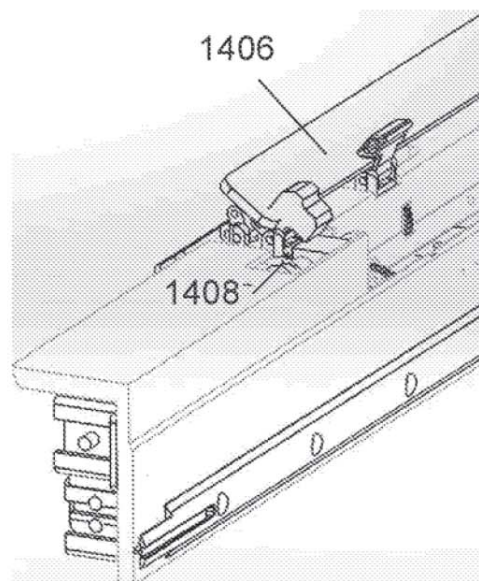


FIGURA 14B

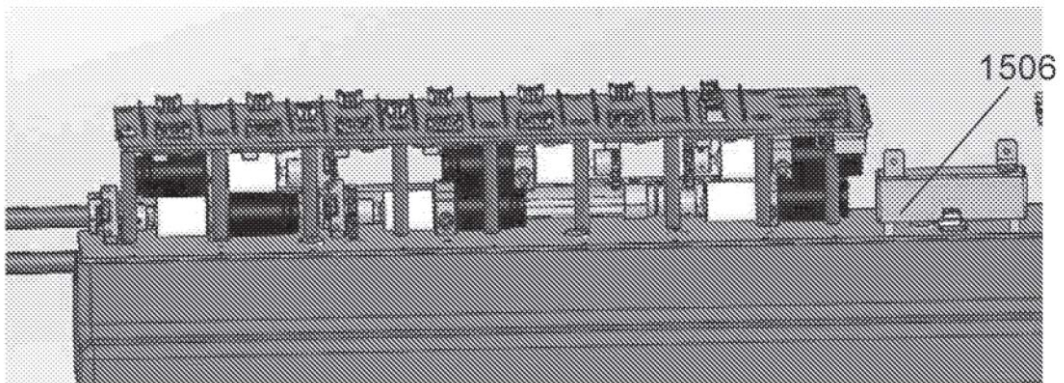
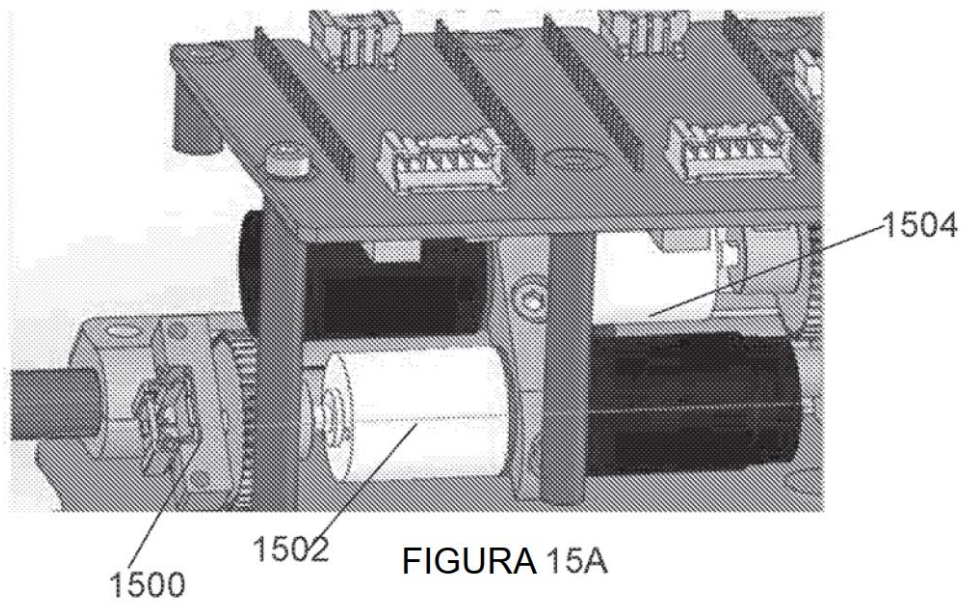


FIGURA 15B

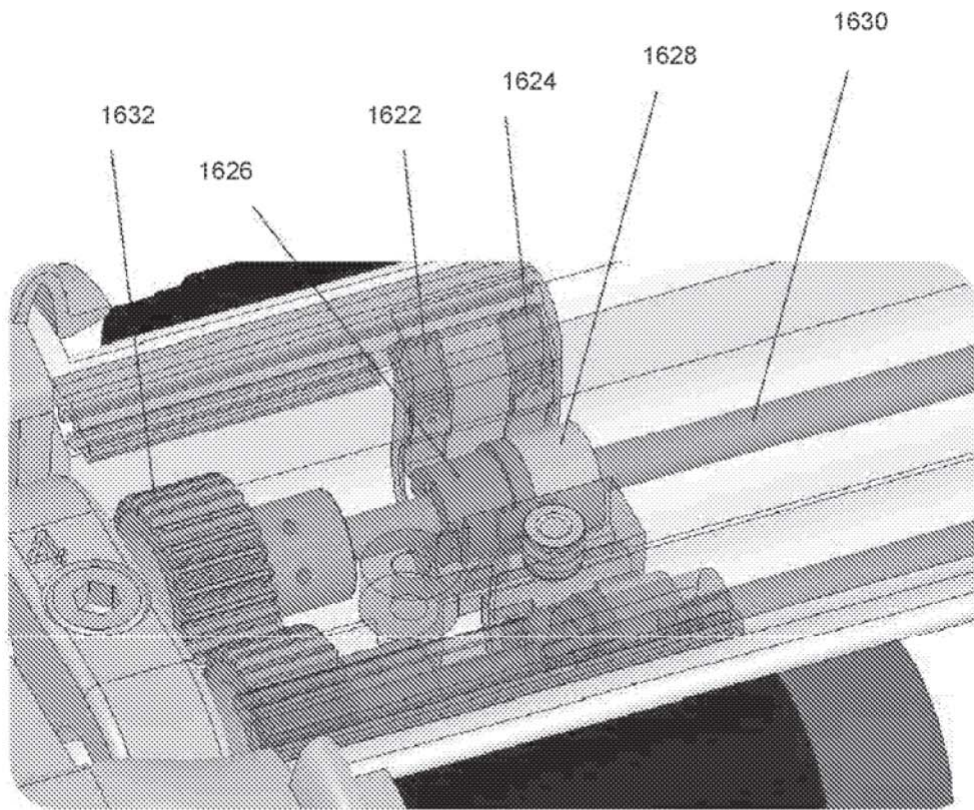


FIGURA 16