

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 393**

51 Int. Cl.:

A61B 17/00 (2006.01)

A61B 17/29 (2006.01)

A61B 34/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.09.2014 PCT/IL2014/050781**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.03.2015 WO15029041**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.09.2014 E 14840752 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018 EP 3038542**

54 Título: **Unidad de control para un dispositivo médico**

30 Prioridad:

01.09.2013 US 201361872727 P

31.03.2014 US 201461972528 P

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

04.06.2019

73 Titular/es:

**HUMAN EXTENSIONS LTD (100.0%)
45 HaMelacha Street P.O. Box 8180 Poleg
Industrial Park
4250574 Netanya, IL**

72 Inventor/es:

SHOLEV, MORDEHAI

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Monica

ES 2 715 393 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

Unidad de control para un dispositivo médico

5 Campo y antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a una unidad de control para un dispositivo médico y, más en particular, a una unidad de control y una interfaz de usuario integrada que permite trasladar los movimientos naturales de la mano a una herramienta médica adjunta, tal como una herramienta laparoscópica, para permitir así un control preciso y fino de la posición y la función del dispositivo médico.

Los dispositivos médicos tales como endoscopios y catéteres se utilizan ampliamente en cirugía mínimamente invasiva para inspeccionar o tratar órganos, cavidades, conductos y tejidos. En general, dichos dispositivos incluyen un cuerpo de dispositivo alargado que está diseñado para introducir y colocar un instrumento montado distalmente (por ejemplo, un bisturí, una pinza o una cámara o lente de cámara) dentro de una cavidad, vaso o tejido corporal.

Dado que dichos dispositivos se introducen a través de un puerto de acceso que se coloca a través de una pequeña incisión hecha en la pared del tejido (por ejemplo, la pared abdominal), y que se utilizan en un espacio anatómicamente restringido, es deseable que el dispositivo médico o al menos una porción del mismo sea orientable, o maniobrable, dentro del cuerpo mediante controles ubicados fuera del cuerpo (en el extremo proximal del dispositivo médico). Dicha orientación permite al operador guiar el dispositivo por dentro del cuerpo y posicionar con precisión el instrumento montado distalmente en un punto anatómico de referencia.

Se han descrito diversas interfaces para instrumentos endoscópicos en el estado de la técnica, véanse, por ejemplo, las Solicitudes de Patente de Estados Unidos n.º 2008/0255420 y 2012/0041450 y la Patente de Estados Unidos n.º 7.572.253. El documento EP1584300A1 da a conocer un aparato manipulador que incluye una palanca de manipulación móvil que se puede girar e inclinar hacia adelante y hacia atrás para proporcionar control sobre una herramienta quirúrgica adjunta. Para mover esta palanca de manipulación a través de estos ejes, el usuario debe agarrar la palanca rodeando la palanca de manipulación con la palma y al menos algunos de los dedos.

Sin embargo, sigue existiendo la necesidad de una unidad de control de dispositivo médico que tenga una interfaz que permita al cirujano maniobrar intuitivamente una herramienta quirúrgica por dentro del cuerpo y, al mismo tiempo, que permita un control preciso a través de una amplia gama de movimientos del dispositivo y del extremo efector.

Sumario de la invención

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona una unidad de control para un dispositivo médico, comprendiendo la unidad de control una interfaz de usuario que incluye (a) una primera interfaz que está montada sobre un soporte pivotante unido a una carcasa de la unidad de control, pudiéndose agarrar la primera interfaz con la palma de una mano; (b) una restricción unida de manera pivotante a la primera interfaz y que tiene un elemento capaz de deformarse elásticamente para aplicar una fuerza de restricción sobre el dorso de la mano cuando la palma está en contacto con la primera interfaz; y (c) una segunda interfaz que está unida de forma pivotante a la primera interfaz y que se puede agarrar con uno o más dedos de la mano, y en donde el soporte de pivote está montado sobre un cardán.

De acuerdo con otras características adicionales de las realizaciones preferidas descritas, la segunda interfaz incluye unas palancas que pueden operarse secuencial o simultáneamente a través de los dedos pulgar e índice de la mano.

De acuerdo con otras características adicionales de las realizaciones preferidas descritas, la primera interfaz puede inclinarse con respecto al soporte de pivote.

De acuerdo con otras características adicionales de las realizaciones preferidas descritas, la inclinación de la primera interfaz desvía una porción orientable del dispositivo médico.

De acuerdo con otras características adicionales de las realizaciones preferidas descritas, las palancas operan un extremo efector del dispositivo médico.

De acuerdo con otras características adicionales de las realizaciones preferidas descritas, la segunda interfaz puede inclinarse con respecto a la primera interfaz.

De acuerdo con otras características adicionales de las realizaciones preferidas descritas, la inclinación de la segunda interfaz desvía un extremo efector del dispositivo médico.

De acuerdo con otras características adicionales de las realizaciones preferidas descritas, la unidad motriz incluye al menos un motor y unos cables de control para operar el dispositivo médico.

5 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona una unidad de control para una herramienta quirúrgica mínimamente invasiva, comprendiendo la unidad de control una interfaz de usuario que incluye: (a) un primer control de interfaz con el que puede contactar el dorso de la mano de un usuario y que sirve para controlar el ángulo y la altura de la herramienta quirúrgica mínimamente invasiva con respecto a un sitio de acceso al tejido; (b) un segundo control de interfaz con el que puede contactar la palma de la mano del usuario y que sirve para controlar la desviación de una porción orientable de la herramienta quirúrgica mínimamente invasiva; y (c) un tercer control de interfaz con el que se pueden contactar uno o más dedos del usuario y que sirve para controlar un extremo manipulador de tejido de la herramienta quirúrgica mínimamente invasiva, y en donde el segundo control de interfaz está montado sobre un cardán.

15 De acuerdo con otras características adicionales de las realizaciones preferidas descritas, la unidad de control comprende adicionalmente una perilla para girar la carcasa con respecto a los controles de interfaz primero, segundo y tercero.

20 De acuerdo con otras características adicionales de las realizaciones preferidas descritas, el tercer control de interfaz incluye un par de agarres para dedo que se pueden accionar mediante los dedos pulgar e índice.

De acuerdo con otras características adicionales de las disposiciones descritas, el tercer control de interfaz incluye una bola que puede girar alrededor de al menos dos ejes perpendiculares.

25 De acuerdo con otras características adicionales de las realizaciones preferidas descritas, un usuario puede operar simultáneamente los controles de interfaz primero, segundo y tercero por medio de una sola mano.

30 De acuerdo con otras características adicionales de las realizaciones preferidas descritas, la unidad de control incluye al menos un motor para operar la herramienta laparoscópica mínimamente invasiva.

De acuerdo con otras características adicionales de las realizaciones preferidas descritas, la unidad de control comprende además una correa o abrazadera para asegurar la mano del usuario al primer control de interfaz.

35 La presente invención aborda con éxito los inconvenientes de las configuraciones actualmente conocidas proporcionando una unidad de control para una herramienta quirúrgica tal como un laparoscopio. La unidad de control incluye una interfaz de usuario que permite a un usuario controlar simultáneamente el movimiento y la actuación de una herramienta quirúrgica adjunta, tal como un laparoscopio, con una sola mano.

40 A menos que se defina lo contrario, todos los términos técnicos y/o científicos usados en el presente documento tienen el mismo significado que entiende comúnmente un experto en la técnica a la que pertenece la invención. Aunque en la práctica o en los ensayos de las realizaciones de la invención pueden usarse métodos y materiales similares o equivalentes a los descritos en el presente documento, a continuación se describen métodos y/o materiales ejemplares. En caso de conflicto, prevalecerá la memoria de la patente, incluidas las definiciones. Además, los materiales, métodos y ejemplos son solo ilustrativos y no pretenden ser necesariamente limitativos.

45 **Breve descripción de los dibujos**

La invención se describe en el presente documento, solo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos. Con referencia específica a los dibujos en detalle, se enfatiza que los detalles mostrados son solamente a modo de ejemplo y con propósitos de discusión ilustrativa de las realizaciones preferidas de la presente invención, y se presentan con el fin de proporcionar lo que se considera la descripción más útil y fácil de entender de los principios y aspectos conceptuales de la invención. A este respecto, no se hace ningún intento por mostrar detalles estructurales de la invención con más detalle del necesario para una comprensión fundamental de la invención, y la descripción tomada junto con los dibujos hace evidente a los expertos en la materia cómo pueden realizarse en la práctica las diversas formas de la invención.

En los dibujos:

60 Las FIGS. 1a-c ilustran una realización de la unidad de control de la presente invención unida a un laparoscopio. La Figura 1a es una vista general de la herramienta laparoscópica motorizada y la interfaz de cirujano, la Figura 1b ilustra el posicionamiento de la mano del cirujano dentro de la interfaz de cirujano. La Figura 1c muestra la herramienta laparoscópica sin la tapa del paquete motor.

Las FIGS. 2a-b ilustran la porción de interfaz de la interfaz (Figura 2a) y una mano de usuario montada sobre la misma.

Las FIGS. 3a-d ilustran la porción de interfaz de dorso de la presente invención.

Las FIGS. 4a-g ilustran la porción de interfaz de palma y los componentes mecánicos de la interfaz de palma, incluido un componente de palanca de mando ejemplar (Figura 4g) de la presente invención.

5 Las FIGS. 5a-e ilustran los movimientos de la interfaz de palma y los correspondientes movimientos de la articulación.

Las FIGS. 6a-b ilustran una realización de la porción de interfaz de dedos de la presente invención.

Las FIGS. 7a-b ilustran las opciones del cirujano para los ajustes ergonómicos de la porción de la interfaz de dedos de la presente invención.

10 Las FIGS. 8a-d ilustran la porción de interfaz de dedos de la presente invención y los componentes relacionados. Las FIGS. 9a-i ilustran los modos de apertura y cierre de las mordazas que permite la porción de interfaz de dedos de la presente invención.

Las FIGS. 10a-b ilustran los modos de rotación de la mandíbula que permite la porción de interfaz de dedos de la presente invención.

15 Las FIGS. 10c es un sensor utilizable por la interfaz de dedos de la presente unidad de control.

Las FIGS. 11a-b ilustran una realización de la presente invención que permite el control simultáneo sobre dos porciones orientables de un laparoscopio adjunto. La Figura 11a es una vista recortada de la interfaz que muestra un sensor para permitir el control de una segunda porción orientable. La Figura 11b ilustra la articulación con 2 porciones orientables independientes.

20 Las FIGS. 12a-e ilustran la operación de una segunda porción de interfaz que controla una segunda porción orientable que se habilita girando la porción de interfaz de dedos con respecto a la porción de interfaz de palma de la presente invención.

Las FIGS. 13a-h ilustran los controles de interfaz sobre dos porciones orientables independientes.

Las FIGS. 14a-b, la FIG. 15 y la FIG. 16 ilustran una realización de unidad motriz motorizada de la unidad de control de la presente invención.

25 La FIG. 17 ilustra cómo los movimientos de la interfaz de usuario (UI) se traducen, en la unidad de control, en señales de activación y movimiento de una herramienta laparoscópica adjunta a la misma.

La FIG. 18 ilustra diversos modos operativos de la unidad de control de la presente invención.

Las FIGS. 19-20 ilustran una unidad de control prototipo construida de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención.

30

Descripción de las realizaciones preferidas

35 La presente invención es de una unidad de control y una interfaz que pueden usarse para controlar el movimiento, la posición y la función de un dispositivo médico adjunto. Específicamente, la presente invención se puede usar para controlar una herramienta quirúrgica, tal como un laparoscopio, usando los movimientos naturales de la mano.

Los principios y el funcionamiento de la presente invención pueden entenderse mejor con referencia a los dibujos y las descripciones que se acompañan.

40 Antes de explicar en detalle al menos una realización de la invención, debe entenderse que la invención no está limitada en su aplicación a los detalles de construcción y a la disposición de los componentes expuestos en la siguiente descripción o ilustrados en los dibujos. La invención es capaz de otras realizaciones o de ponerse en práctica o llevarse a cabo de diversas maneras. Además, debe entenderse que la fraseología y la terminología empleadas en este documento son con fines de descripción y no deben considerarse limitativas.

45

En la cirugía laparoscópica, un cirujano debe colocar la porción extrema distal (incluido el extremo manipulador de tejido, por ejemplo, una pinza) del laparoscopio dentro de una cavidad corporal (por ejemplo, la cavidad abdominal) y adyacente al tejido tratado. Para colocar correctamente el laparoscopio, el cirujano debe orientar espacialmente todo el laparoscopio mientras controla la desviación de la porción orientable y acciona el extremo manipulador de tejido.

50

Un cirujano utiliza generalmente una interfaz (mango) de una herramienta quirúrgica para posicionar, maniobrar, sostener y operar el dispositivo y el extremo efector en el sitio de interés del tejido. Si bien las interfaces de dispositivo utilizadas actualmente pueden proporcionar dicha funcionalidad, pueden estar limitadas por un compromiso entre la maniobrabilidad y la operatividad de todo el dispositivo y de su extremo efector (instrumento montado en un extremo distal de un vástago de laparoscopio), lo que requiere un tiempo y un esfuerzo considerables por parte del cirujano para completar un procedimiento de tratamiento mínimamente invasivo.

55

60 Experimentos realizados utilizando diversos prototipos de la interfaz de herramienta laparoscópica descrita en el presente documento han llevado al desarrollo de una unidad de control y una interfaz que pueden proporcionar a un cirujano un control más natural y completo sobre la operación de un dispositivo médico tal como un laparoscopio.

Por lo tanto, de acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona una unidad de control para un dispositivo médico.

La unidad de control incluye una unidad motriz y una interfaz de usuario adjunta. Tal como se describe más adelante en el presente documento, la interfaz es operada por una sola mano de un usuario y acciona los motores y los cables de control dentro de la unidad de control para controlar así la posición, el movimiento y la operación de un dispositivo médico sujeto a la unidad de control.

5 La unidad de control incluye una interfaz de usuario que tiene control independiente para el posicionamiento del dispositivo, el movimiento y el posicionamiento y operación del extremo efector. La interfaz de usuario incluye una primera interfaz que está montada sobre un soporte pivotante conectado a una carcasa de la unidad de control. La primera interfaz puede ser contactada por la palma de una mano y permite al usuario controlar la deflexión de una porción orientable del dispositivo médico, así como la rotación y la inclinación (con respecto al sitio de acceso al tejido) de todo el dispositivo.

15 Para mantener la palma de un usuario sobre la primera interfaz durante la inclinación, rotación y angulación, la unidad de control incluye además una restricción que está unida de manera pivotante a la primera interfaz e incluye un elemento que es capaz de deformarse elásticamente para aplicar una fuerza de restricción sobre el revés (dorso) de una mano cuando la palma está en contacto con la primera interfaz. Cuando esta restricción se aplica sobre el revés de la mano, el elemento se deforma elásticamente y aplica una fuerza descendente sobre el revés de la mano, lo que mantiene la mano sobre la primera interfaz y permite un control preciso de esta interfaz, además de permitir al usuario tirar del dispositivo médico.

20 La unidad de control también incluye una segunda interfaz que está unida de forma pivotante a la primera interfaz y con la que pueden contactar uno o más dedos de la mano.

25 La interfaz de usuario de la presente invención es adecuada para su uso con cualquier dispositivo médico utilizado para inspeccionar o manipular tejido en un sitio de tratamiento dentro o encima del cuerpo de un mamífero (por ejemplo, un sujeto humano).

30 El dispositivo médico de la presente invención se usa preferiblemente en cirugía mínimamente invasiva, en donde una porción distal orientable del mismo, colocada dentro del cuerpo de un sujeto, es controlada desde un extremo proximal situado fuera del cuerpo (extra corpóreo) a través de, por ejemplo, cables de control. El dispositivo médico se puede utilizar para inspeccionar o manipular tejidos dentro de cualquier cavidad corporal. Los ejemplos de dispositivos médicos que pueden beneficiarse de la presente invención incluyen un endoscopio (por ejemplo, laparoscopia o toracoscopia), un catéter, una pinza quirúrgica y similares.

35 La interfaz de usuario de la presente invención es particularmente adecuada para su uso con un dispositivo laparoscópico que tenga una porción distal orientable y un instrumento montado distalmente, tal como una pinza o cortador.

40 Los laparoscopios se usan ampliamente en cirugía mínimamente invasiva para inspeccionar o tratar órganos, cavidades, conductos y tejidos. En general, dichos dispositivos incluyen un cuerpo de dispositivo alargado que está diseñado para introducir y colocar un instrumento montado distalmente (por ejemplo, bisturí, pinza o cámara/lente de cámara) dentro de una cavidad corporal, un vaso o un tejido.

45 Dado que tales dispositivos se introducen a través de un puerto de entrada que se coloca a través de una pequeña incisión practicada en la pared de tejido (por ejemplo, la pared abdominal) y se utilizan en un espacio anatómicamente restringido (dentro, por ejemplo, de la cavidad abdominal), es deseable que el dispositivo médico o al menos una porción del mismo pueda ser orientado o maniobrado dentro del cuerpo usando controles ubicados fuera del cuerpo (en el extremo proximal del dispositivo médico). Dicha orientación permite al operador guiar el dispositivo por dentro del cuerpo y posicionar con precisión el instrumento montado distalmente en un punto de referencia anatómico.

50 Numerosos ejemplos de dispositivos orientables son conocidos en la técnica, véanse, por ejemplo, las Patentes de Estados Unidos n.º 2.498.692; 4.753.223; 6.126.649; 5.873.842; 7.481.793; 6.817.974; 7.682.307 y la Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos n.º 20090259141.

55 La desviación de la porción orientable se efectúa normalmente a través de uno o más cables de control que se extienden a lo largo del vástago del dispositivo hasta el extremo distal de la porción orientable.

60 El extremo proximal de cada cable de control está conectado a la unidad de control; al tirar del cable se aplican fuerzas que desvían la porción orientable con relación al cable tirado.

El extremo del dispositivo efector (instrumento montado distalmente) se controla a través de uno o más cables adicionales que se conectan similarmente a la unidad de control y son activados por la interfaz de usuario. De este modo, la interfaz de usuario y la unidad de control de un dispositivo orientable, tal como un laparoscopia orientable,

proporcionan tres funciones independientes, colocación del vástago del dispositivo con respecto al sitio de acceso al tejido (arriba/abajo, ángulo), desviación de la porción orientable y accionamiento del instrumento montado distalmente.

5 La interfaz de usuario de la presente invención proporciona estas tres funciones mediante el movimiento de tres grupos independientes de músculos y articulaciones de las extremidades.

(i) El vástago del dispositivo es movido hacia arriba y hacia abajo y de lado a lado con respecto al sitio de acceso al tejido mediante el movimiento del brazo (principalmente sobre el codo y/o las articulaciones del hombro).

10 (ii) La porción orientable del vástago del dispositivo se desvía mediante el movimiento de la mano (principalmente sobre la articulación de la muñeca). Esto se logra inclinando la primera interfaz.

(iii) El instrumento montado distalmente es accionado mediante el movimiento de los dedos (principalmente sobre las articulaciones interfalángicas y las articulaciones metacarpofalángicas). También se puede usar el movimiento de los dedos para desviar el vástago del dispositivo alrededor de una segunda región de desviación.

15 La presente interfaz ofrece diversas ventajas cuando se usa para colocar y operar una herramienta quirúrgica, tal como un laparoscopio orientable:

(i) maniobrabilidad mayor y más natural: un laparoscopio puede ser operado con menor esfuerzo y sin requerir maniobras extremas del cuerpo y las extremidades;

20 (ii) control simultáneo sobre las tres funciones: el laparoscopio puede ser colocado mientras es orientado y accionado;

(iii) operación con una sola mano: todos los movimientos se controlan con una sola mano utilizando tres regiones de interfaz, el dorso, la palma y los dedos;

25 (iv) operación con una sola mano de múltiples porciones orientables: todos los movimientos se controlan mediante una sola mano que opera simultáneamente tres regiones de interfaz, el dorso, la palma y los dedos;

(v) la interfaz compacta cabe en la palma de una mano, el funcionamiento instintivo acorta la curva de aprendizaje; y

30 (vi) se puede utilizar para controlar cualquier instrumento quirúrgico adjunto/integrado.

La unidad de control y la interfaz de la presente invención se describen con más detalle a continuación con referencia a las Figuras 1a-13h.

35 Las Figuras 1a-b ilustran la unidad 10 de control unida a la herramienta quirúrgica 12. Con fines ilustrativos, la unidad 10 de control se representa unida a un laparoscopio 12, en la Figura 1a, y con una mano 100 de un usuario en contacto con la interfaz 80 de usuario de la unidad 10 de control (Figura 1b). Se entenderá, sin embargo, que la unidad 10 de control (o solo su interfaz 80) puede unirse o integrarse con cualquier instrumento quirúrgico que pueda beneficiarse de la presente invención.

40 La unidad 10 de control incluye una carcasa 14 que contiene una unidad motriz 16 y una circuitería 15, que se muestran en la Figura 1c, y una interfaz 80 que está montada en un extremo proximal 20 de la carcasa 14. La carcasa 14 y la interfaz 80 pueden fabricarse a partir de un polímero y/o aleación utilizando métodos de mecanizado, impresión 3D y/o enfoques de fabricación por fundición/moldeado. La carcasa 14 puede tener 40-60 mm de diámetro y unos 60-120 mm de altura.

45 El laparoscopio 12 incluye un vástago 13 que tiene una porción orientable 22 y un instrumento montado distalmente (se muestra la pinza 24). El laparoscopio se puede fabricar usando materiales y enfoques bien conocidos en la técnica.

50 El vástago 13 incluye una pluralidad de guía cables (no mostrados) dispuestos a lo largo de su longitud para enrutarse uno o más cables de control (no mostrados) desde la unidad motriz 14 hasta un extremo de la porción orientable y uno o más cables de accionamiento desde la unidad motriz 14 hasta la pinza 24. En el caso de un dispositivo que incluya dos o más porciones independientemente orientables (por ejemplo, que permita una desviación en forma de zigzag), cada cable de control es enrutado hasta el extremo de una porción orientable respectiva.

55 El vástago 13 puede tener 20-40 cm de longitud y 3-12 mm de diámetro y puede ser hueco o macizo. Un vástago hueco 13 permite el enrutamiento interno de los cables; en una configuración maciza del vástago 13, los cables se pueden enrutar por encima de la superficie externa del vástago 13 a través de guías dedicadas.

60 La porción orientable del vástago 13 se puede fabricar a partir de un tubo que tenga recortes (por ejemplo, tales como los mostrados en el documento US4911148) o a partir de eslabones (por ejemplo, los documentos US7682307, US6817974) con cables de control que pasan a través de unas guías formadas en el tubo o los eslabones.

El extremo proximal 30 del vástago 13 está unido a un extremo distal 32 de la carcasa 14, y los cables/varillas de control y accionamiento del vástago 13 pasan a través de la carcasa 32 y se conectan a la unidad motriz 16. La unidad motriz 16 puede incluir palancas y engranajes para transferir los movimientos de la interfaz 80 de usuario para tirar de los cables de control y/o accionamiento. Tal transferencia puede ser mecánica (manual) o motorizada. En la Figura 1c y las Figuras 14a-b y 15-16 se muestra una realización motorizada de la unidad motriz 16.

La Figura 1b ilustra el contacto entre la mano 100 de un usuario y la interfaz 80. La mano 100 del cirujano se coloca de tal manera que el revés de la mano del usuario (en este caso el dorso 101) quede situado bajo la restricción 33 (de la interfaz 30 de dorso), mientras que tres de los dedos del usuario quedan libres para agarrar la primera interfaz 40 (también denominada en el presente documento interfaz 40 de palma) y los dedos pulgar e índice contactan con una segunda interfaz 60 (también denominada en el presente documento interfaz 60 de dedos).

La Figura 1c ilustra la unidad 10 de control con la cubierta de la carcasa retirada mostrando la unidad motriz y los componentes asociados. La unidad motriz 16 incluye un paquete motor, una batería 11, los circuitos eléctricos del controlador 15 y la base 41 de la interfaz 40 de palma. El enchufe 17 de diatermia se muestra conectado al cuerpo del dispositivo.

La Figura 2a ilustra las tres interfaces de control de la interfaz 80 de usuario con mayor detalle; interfaz 30 de dorso, interfaz 40 de palma e interfaz 60 de dedos.

La interfaz 30 de dorso incluye dos elementos 32 y 33 en forma de arco que están interconectados por sus extremos. El elemento 33 hace contacto con el dorso 101 y es deformable elásticamente para ajustarse al dorso 101 mientras aplica sobre el mismo una fuerza descendente. El elemento 32 es preferiblemente rígido, pero puede tener cierta elasticidad. La interfaz 30 de dorso está conectada a la interfaz 40 de palma en 31. La interfaz 30 de dorso puede estar unida de manera inamovible a una base 41 o puede girar libremente con respecto a la base 41, por lo que se ajusta a la manera con que se aplica la mano del usuario sobre la interfaz 42 de palma (por encima de la misma).

La interfaz 40 de palma está unida de manera pivotante a una base 41 que incluye unos sensores para medir la orientación espacial de la mano del usuario, midiendo la orientación de la superficie 42 de la palma con respecto a la base 41.

La interfaz 60 está conectada a la interfaz 40 de palma a través de un vástago 91. El vástago 91 forma parte de una junta 90 de rótula (no visible) que permite al vástago 91 girar espacialmente con respecto a la interfaz 40 de palma. El movimiento del vástago 91 permite al usuario ajustar la orientación de la interfaz 60 de dedos para lograr una ergonomía óptima.

Una perilla 92 permite al usuario ajustar la fuerza de fricción en la junta 90 de rótula, lo que permite fijar la interfaz 60 de dedos con respecto a la interfaz 40 de palma o permitir al usuario cambiar la orientación de la interfaz 60 de dedos en cualquier momento.

La interfaz 60 de dedos se utiliza para controlar un extremo efector (por ejemplo, una herramienta quirúrgica tal como una pinza) del dispositivo. La interfaz 60 de dedos puede determinar simultáneamente la distancia entre los dedos del usuario y su orientación mediante sensores conectados a las palancas de esta interfaz.

La Figura 2b muestra un contacto típico entre la interfaz 80 y la mano 100 del usuario. La palma del usuario descansa sobre la superficie 42 de palma de la interfaz 40 de palma, el dorso 101 se coloca debajo de la interfaz 30 de dorso (y es forzado hacia abajo por la deformación elástica del elemento 33), tres de los dedos del usuario agarran la circunferencia de la superficie 42 de palma y los otros dos dedos (pulgar e índice) contactan (pellizcan) las palancas 62 de la interfaz 60 de dedos. Mientras sujeta la interfaz 80, el usuario puede inclinar la superficie 42 de palma y abrir/cerrar o girar las palancas 62 de la interfaz 60 de dedos. Mientras se efectúan estos movimientos, unos sensores ubicados en las interfaces 40 y 60 miden el movimiento. Las mediciones de los sensores son muestreadas por el controlador 15. El controlador 15 compara la orientación de la superficie 42 de palma con la orientación de la articulación 22 (Figura 5e). Si hay diferencia, el controlador envía comandos a los motores para cambiar la orientación de la articulación 22 para que coincida con la de la mano del usuario.

La interfaz 60 de dedos mide la distancia entre los dedos pulgar e índice en contacto con las palancas, midiendo, por ejemplo, los ángulos de las palancas 62 de esta interfaz. El controlador 15 calcula la diferencia entre la distancia de los dedos y la distancia entre, por ejemplo, las mandíbulas de un extremo efector de pinza, y envía comandos al motor que opera el mecanismo de abrir-cerrar las mordazas para que haga coincidir la abertura de las mordazas con la distancia de los dedos.

La medición rotacional (giro) se habilita a través de un sensor de rotación (no mostrado) que mide el ángulo entre la interfaz 60 y el vástago 91. El controlador 15 calcula la diferencia entre el ángulo de los dedos y el ángulo entre las

mordazas y el vástago. Si hay diferencia entre las mediciones, el controlador 15 envía comandos al motor que opera el mecanismo de rotación de las mordazas para que haga coincidir la rotación de las mordazas con la angulación de los dedos.

5 Algunas de las mediciones muestreadas por el controlador 15 pueden ser escaladas para mantener una ergonomía óptima. Por ejemplo, puede escalarse hacia arriba el movimiento de la mano de un usuario para proporcionar grandes cambios de desviación del vástago mediante movimientos relativamente pequeños de la palma o, alternativamente, puede escalarse hacia abajo el movimiento de la mano del usuario para aumentar la precisión del movimiento.

10 Tal como se describió anteriormente, cada uno de estos elementos de interfaz cumple una función de control diferente y los tres pueden operarse simultáneamente para permitir un control preciso e intuitivo sobre la herramienta laparoscópica 12, la porción orientable 22 y el extremo efector 24 (por ejemplo, una pinza).

15 Además de lo anterior, la interfaz 80 de usuario también puede incluir unos botones (en la interfaz 40 o 60, o en la carcasa de la unidad 10 de control) para operar una fuente de luz, un dispositivo de diatermia, una cámara y similares colocados dentro de la unidad 10 de control o sobre el vástago del dispositivo médico (por ejemplo, en la porción orientable o en el extremo efector 24).

20 A continuación se describe cada uno de estos elementos de interfaz, comenzando con la interfaz 30 de dorso.

Interfaz de dorso

25 Las Figuras 3a-b ilustran una realización de una interfaz 30 de dorso construida de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención. La interfaz 30 de dorso incluye una restricción 32 de forma arqueada que está conectada de manera pivotante al cuerpo de la interfaz 40 de palma a través de la bisagra 31.

30 La bisagra 31 puede girar libremente o puede ser bloqueable y permite establecer un ángulo entre el mango 32 y el extremo distal 42 de la interfaz de palma.

El elemento 33 sirve como conexión elástica/deformable entre la interfaz de dorso y el revés (dorso) de la mano humana.

35 La interfaz 30 de dorso permite al usuario controlar la posición y orientación espacial del dispositivo. Cuando el usuario se separa de la superficie 42 de palma y de la interfaz 60 de dedos tal como se muestra en las Figuras 3c-d, el elemento 33 de la interfaz 30 de dorso permite al usuario cambiar la altura, el ángulo y la rotación de un dispositivo médico, conectado a la unidad 10 de control, con respecto al sitio de acceso al tejido. Dicho control se logra con los movimientos de la mano alrededor de las articulaciones del codo y el hombro y, en menor medida, con los movimientos del torso sin necesidad de agarrar realmente la superficie 42 de palma. La interfaz 30 de dorso también permite al usuario aflojar el agarre de los dedos sobre la interfaz 40 de palma, proporcionando así un descanso para la mano operadora aunque siga en contacto con la interfaz 80.

Interfaz de palma

45 La interfaz 40 de palma mide la orientación del brazo de un usuario con respecto al dispositivo conectado a la unidad 10 de control.

50 Las Figuras 4a-e ilustran los componentes principales de la interfaz 40 de palma. La base 41 es la conexión entre la carcasa 14 y la superficie 42 de palma. La base 41 sirve como carcasa para el motor 49. El motor 49 controla la posición del freno esférico 43. El cuerpo esférico interno 48 mostrado en la Figura 4c está fijado sin movimiento a la base 41 y contiene un sensor 50 de palanca de mando. Unas piezas semiesféricas 44 y 45 están conectadas entre sí y contienen un cuerpo esférico interno 48, formando así una junta de rótula/cardán. Un cilindro 51 conecta una varilla 53 con la superficie superior de la pieza 45. Cuando están ensambladas, las piezas 44 y 45 pueden girar alrededor de la porción 48, haciendo girar así la varilla 53 del sensor 50 de la palanca de mando. Un pasador 56 está conectado al cuerpo esférico interno 48 y colocado en una ranura 57. Esta configuración evita que las piezas 44 y 45 de la junta de rótula giren indeseablemente alrededor de un tercer eje de la bola interna 48. Una viga 47 conecta la junta de rótula (formada por las piezas 44 y 45) y la superficie 42 de palma.

60 La superficie 42 de palma tiene una forma hemisférica y puede incluir unos interruptores eléctricos para controlar las funciones deseadas del dispositivo médico. El interruptor 53 sirve como botón de pánico. Si un usuario siente que el dispositivo médico no está funcionando como lo desea, la activación del botón de pánico detiene inmediatamente los motores e impide cualquier función del dispositivo médico.

Un interruptor 52 controla un mecanismo de freno dentro de la junta de rótula que puede ser activado por el usuario

para "congelar" la articulación en una orientación deseada. Cuando se acciona el interruptor 52, un freno esférico 43 entra en contacto con la pieza 44 (Figura 4e) para aplicar fricción sobre la misma y evitar que gire con respecto a la pieza 50.

5 Una segunda activación del interruptor 52 acciona el motor 49, que aleja el freno 43 de la pieza 44 (Figura 4d). El interruptor 52 también se puede usar para configurar los diversos modos de operación de la unidad 10 de control, tal como se describe adicionalmente a continuación con referencia a la Figura 18.

10 La Figura 4f es una vista recortada de la interfaz 40 de palma. El motor 49 está conectado a la base 41. Una tuerca 58 está fijada al eje 55 del motor 49 y está roscada a la base del freno 43; cuando el vástago 55 gira, la tuerca 58 gira. El freno 43 no puede girar y convierte la rotación del eje 55 en un movimiento lineal. La rotación del eje 55 en una primera dirección mueve el freno 43 hacia arriba y viceversa.

15 La Figura 4g ilustra un sensor de palanca de mando que incluye una palanca central 53 que hace girar mecánicamente 2 potenciómetros ortogonales que miden la orientación de la palanca en 2 planos ortogonales.

20 La Figura 5a-e ilustra la relación entre la orientación de la interfaz de palma y la orientación de la articulación 22. Las Figuras 5a-b muestran la interfaz 40 de palma inclinada sobre el plano derecha - izquierda, lo que hace que la articulación 22 se doble correspondientemente hacia el lado a y el lado b en un primer plano.

Las Figuras 5c-d muestran la interfaz 40 de palma inclinada sobre el plano adelante - atrás, lo que hace que la articulación 22 se doble de manera correspondientemente hacia el lado c y el lado d en un segundo plano ortogonal al primer plano. Al orientar la interfaz de palma en otros planos se obtendrá una orientación equivalente de la articulación.

25 **Interfaz de dedos**

30 La interfaz 60 de dedos permite a un usuario controlar los 2 grados de libertad principales de un extremo efector 24 (pinza): apertura-cierre de las mordazas y rotación de las mordazas. Dicho control es intuitivo y puede efectuarse simultáneamente con la interfaz 40 de palma y la interfaz 30 de dorso.

35 Las FIGS. 6a-b ilustran la interfaz 60 de dedos de la unidad 10 de control. La Figura 6a ilustra la interfaz 60 de dedos conectada a la interfaz 40 de palma a través del vástago 91. La Figura 6b ilustra el mecanismo 90 de junta de rótula que incluye el vástago 91. El vástago 91 es capaz de girar con respecto a la carcasa 93. Para regular la fuerza en la rótula se utiliza una perilla 92 que permite al cirujano fijar el vástago 91 en una orientación deseada con respecto a la perilla 92. El extremo distal del vástago 91 tiene forma rectangular para evitar que la interfaz 60 de dedos gire alrededor del vástago 91.

40 Las FIGS. 7a-b ilustran las opciones del usuario para los ajustes ergonómicos de la interfaz 60 de dedos. La Figura 7a ilustra las posibles orientaciones de la interfaz 60 de dedos con respecto a la superficie 42 de palma. La Figura 7b ilustra la capacidad de ajuste de la distancia entre la interfaz 60 de dedos y la superficie 42 de palma.

45 La Figura 8a ilustra las palancas internas 61 de la carcasa 63 y las palancas externas 62 de la interfaz 60 de dedos; los dedos (pulgár, índice) pueden situarse entre las palancas internas 61 y las palancas externas 62. La carcasa 63 está conectada al vástago 91 a través de la base rectangular 95 que evita que la carcasa 63 gire alrededor del vástago 91.

50 La bisagra 64 puede ser utilizada para modificar el ángulo entre las palancas internas 61 y las palancas externas 62 para lograr un ajuste óptimo con los dedos del usuario.

55 La Figura 8b-c es una vista recortada de la interfaz 60 de dedos. Las palancas internas 61 están fijadas a unas escuadras 66 que giran alrededor de la bisagra 65. Un pasador 69 del vástago central 69 está colocado a través de unos orificios alargados 67 existentes en el extremo de las escuadras 66. La rotación de las escuadras 66 por las palancas internas 61 conduce a un movimiento lineal del vástago 69 (a través del pasador 67).

60 Un imán 70 está fijado al extremo del vástago 69 y un sensor magnético 71 (Figura 8d) está colocado paralelo al plano principal del vástago 69. El sensor 71 mide el movimiento lineal del imán 70. El movimiento medido es muestreado por el controlador 15 y se usa para controlar el movimiento de apertura - cierre y la posición de las mordazas.

La Figura 8c ilustra el movimiento lineal del imán 70 resultante de la rotación de las palancas internas 61 al separarse de la carcasa 63 cuando el usuario aumenta la distancia entre los dedos pulgár en índice. El imán 70 se desplaza aproximadamente 4 mm desde una posición inicial en la que las palancas interiores 61 estaban presionadas hacia adentro. Se pueden usar unas palancas externas 62 para abrir las palancas internas 61, o se

puede usar un resorte (no mostrado) para mantener las palancas internas 61 en una posición normalmente abierta. El ángulo entre las palancas internas 61 y las palancas externas 62 puede ajustarse utilizando la bisagra 64.

5 Las FIGS. 9a-i ilustran los modos de operación de apertura y cierre de las mordazas permitidos por la interfaz 60 de dedos, el correspondiente desplazamiento lineal del imán 70 sobre el sensor magnético 71 y las posiciones de las mordazas de la pinza 24.

Las FIGS. 10a-c ilustran los modos de rotación de las mordazas y el mecanismo para medir el grado de rotación.

10 El imán 70 (montado sobre el vástago 69) tiene una superficie plana que encaja dentro de una abertura 74 en forma de D de un sensor 73 de posición rotativa. El vástago 69 se desliza a través de la abertura 74 cuando el usuario gira las palancas 61 y 62. La rotación de las palancas 61 y 62 hace girar la carcasa 79 y el vástago 69 con respecto al cuerpo 63 de la interfaz 60 de dedos. El sensor 73 de posición rotativa está fijo al cuerpo 63, y como tal el vástago 69 puede hacer girar el cuerpo interno 75 del sensor 73 de posición rotativa, permitiendo así la medición de un ángulo de rotación entre las palancas 61 y 62 y el vástago 91. Los datos del sensor 73 de posición rotativa son muestreados por el controlador 15, que compara la orientación de la interfaz 60 de dedos con la orientación de las mordazas de la pinza 24. Si hay diferencia, el controlador 15 envía un comando a los motores para hacer coincidir la orientación de las mordazas de la pinza 24 con la orientación de los dedos del usuario.

20 Las FIGS. 11a-c ilustran una realización de la interfaz 80 de usuario que puede usarse para controlar al menos dos porciones orientables. La Figura 11a es una vista recortada de la interfaz 80 que muestra un sensor adicional 50b que permite el control de una segunda porción orientable de un dispositivo médico (laparoscopia). La Figura 11b ilustra la articulación de dos porciones orientables independientes, una porción orientable proximal 102 y una porción orientable distal 103.

25 Las FIGS. 12a-e ilustran la operación de una segunda porción orientable a través de un mecanismo de rotación por dedos de la interfaz 60. La primera porción orientable se controla mediante la interfaz 40 de palma, tal como se describe anteriormente.

30 Las FIGS. 13a-h ilustran los diversos modos de operación de la interfaz 40 y del mecanismo de rotación por dedos de la interfaz 60 y la resultante desviación independiente de las dos porciones orientables. La Fig. 13a muestra la interfaz en la posición "recogida". Las dos porciones orientables independientes son colineales, tal como se muestra en la Figura 13b. La Figura 13c ilustra la actuación de la interfaz 40 que da como resultado únicamente la desviación de la porción orientable proximal 102 (Figura 13d). La actuación de la interfaz 60 y la deflexión resultante de únicamente la porción orientable distal 103 están representadas en las Figuras 13e-f (respectivamente), mientras que la actuación de ambas interfaces y la deflexión resultante de ambas porciones orientables están representadas en las Figuras 13g-h (respectivamente).

40 Las Figuras 14a-16 ilustran una realización de unidad motriz 16 motorizada de la unidad 10 de control. Tal como se muestra en la Figura 14a, la unidad motriz 16 incluye un paquete motor 102 y un sistema 104 de poleas para cables.

45 El paquete motor 102 incluye uno o más motores 108 (en la Figura 14a están representados tres de cinco motores) que son accionados individualmente por la interfaz 80. Los motores 108 pueden ser motores eléctricos (p. ej. motores FAULHABER 1024 con relaciones de engranajes de 1:256 1:64) alimentados por un paquete de baterías (p. ej. 3 baterías recargables AA 1.5V no representadas) alojadas en el extremo proximal 130. El paquete motor 102 se coloca entre un extremo proximal 130 de la carcasa 14 y un suelo 112 de la carcasa del motor.

50 En una realización preferida de la presente invención, la unidad 10 de control incluye 5 motores 108, 3 motores para estirar y aflojar los cables de control, un motor 108 para abrir y cerrar las mordazas de la pinza 24 y un motor 108 para girar las mordazas.

Los motores 108 que estiran y aflojan los cables de control están dispuestos alrededor del eje longitudinal central del paquete motor 102, en unos puntos decalados entre sí 120 grados. Dicha disposición permite la operación simultánea de los tres cables de control que permiten el control total de una junta articulada.

55 Tal como se muestra en la Figura 14a, la unidad motriz 16 también incluye un mecanismo articulado 128 para accionar la pinza 24. El mecanismo articulado 128 es accionado por un motor 130 que arrastra un engranaje motriz colocado dentro del extremo proximal 130. El engranaje motriz del motor engrana con un segundo engranaje que está unido directamente a un vástago del mecanismo articulado 128 dentro del extremo proximal 130.

60 El extremo proximal 130 también puede incluir una unidad de memoria y un chip controlador, así como puertos para conectar la unidad 10 de control a un ordenador para cargar firmware y calibrar el funcionamiento de los motores 108 y los elementos de interfaz.

Los motores 108 están conectados a unos tiracables 114 a través de una caja 116 de tornillo y por medio de un acoplamiento 119 de motor-tornillo (Figura 16). La caja 116 de tornillo sirve para convertir el movimiento rotativo del eje motriz de un motor 108 en un movimiento lineal (arriba/abajo) del tiracables 114 (mostrado por separado en la Figura 14b). El motor 108 hace girar la caja 116 de tornillo que está acoplada al engranaje del motor a través del acoplamiento 119 de motor-tornillo (Figura 16). La porción proximal del tiracables 114 incluye una rosca en espiral (mostrada en la Figura 14b) que encaja en una ranura en espiral de la caja 116 de tornillo. El tiracables 114 pasa a través de una abertura semicircular practicada en el suelo 117 de la caja que evita que gire y, por lo tanto, lo obliga a moverse linealmente (arriba/abajo) a través de la apertura bajo la rotación del motor 108. La porción distal del tiracables 114 incluye una ranura 111 (Figura 14b) para acoplar a un cable 113 (Figura 16) unido a un cabezal 115 de cable.

La unidad motriz 16 también incluye un tren 106 de engranajes (mostrado en vista aislada en la Figura 15) que se coloca entre el paquete motor 102 y el sistema 104 de poleas de cables. El tren 106 de engranajes incluye unos engranajes motrices 118 que están montados alrededor de las cajas 116 de tornillo, y unos engranajes no motrices 130 que interconectan los engranajes motrices 118 con los engranajes 122 de la carcasa de sensor.

La Figura 16 ilustra la relación de transmisión entre el engranaje motriz 118, el engranaje no motriz 130 y el engranaje 122 de la carcasa de sensor.

El engranaje motriz 118 gira con la rotación del motor 108 para hacer girar el engranaje no motriz 130 que, a su vez, hace girar el engranaje 122 de la carcasa de sensor. El engranaje 122 de la carcasa de sensor hace girar la carcasa 123 de sensor en contra de un sensor 124 de rotación, lo que proporciona a la unidad motriz 16 una indicación de la extensión de la rotación y, por lo tanto, de la extensión del movimiento ascendente/descendente del tiracables 114. El sensor 124 de rotación puede incluir un chip de rotación magnético que está ubicado sobre un disco magnético 125 que está fijado a la carcasa 123. El chip puede detectar la rotación del disco magnético 125 desde una distancia de hasta 1 mm.

La unidad 10 de control también puede incluir acelerómetros y/o giroscopios para detectar el movimiento ascendente/descendente y de lado a lado de la unidad 10 de control, así como la rotación angular y la velocidad de la misma. Dichos parámetros de movimiento y angulares pueden usarse para proporcionar información al cirujano con respecto al posicionamiento del dispositivo dentro de la cavidad corporal y/o limitar el grado de actuación de la interfaz en ciertos ángulos del dispositivo.

Tal como se describió anteriormente, la operación de una herramienta quirúrgica unida a la unidad 10 de control se efectúa estableciendo una relación funcional entre la orientación de la interfaz 40 de palma y la dirección del movimiento de articulación de la interfaz 60 de dedos y la acción y el movimiento (por ejemplo, la rotación) del efector final. La Figura 17 ilustra la relación funcional entre la interfaz 80 (UI), la unidad 10 de control y un laparoscopio adjunto, que permite al usuario controlar una herramienta quirúrgica mediante el movimiento de la palma y los dedos.

La unidad 10 de control también permite otros modos de operación útiles. Tales modos de operación pueden iniciarse a través de un interruptor de control ubicado en la unidad 10 de control, en una posición accesible por el dedo del usuario cuando la mano del usuario está colocada en la interfaz 80. La activación y (desactivación) pueden efectuarse a través de una secuencia/duración específica de clics en un interruptor de control.

En la Figura 18 se ilustran varios modos de operación, activables cada uno a través de una secuencia/duración específica de clics. Dichos modos pueden facilitarse a través de un mecanismo de frenado de la unidad 10 de control (el motor 49 y el freno esférico 43 mostrados en la Figura 4 pueden ser utilizados como mecanismo de frenado).

Por ejemplo, una secuencia/duración específica de clics puede activar un "modo de congelación" (bloqueo de la interfaz 40 de palma y la herramienta adjunta en una posición específica) a través del motor 49 que mueve el anillo de frenado hacia la porción semiesférica 44. El motor 49 se desactiva automáticamente cuando la unidad 10 de control detecta que se ha aplicado suficiente fuerza de frenado sobre la porción semiesférica 44 para detener las maniobras de pivotamiento de la interfaz de palma.

Por lo tanto, tal "modo de congelación" permite al usuario bloquear la interfaz 40 de palma y la herramienta adjunta en una orientación específica.

Otra secuencia/duración específica de clics puede activar un modo pasivo. Tal modo permite al usuario mover la interfaz de palma sin mover la herramienta adjunta.

Un modo de "junta pasiva" permite al usuario trabajar con una orientación de articulación preferida y ser libre de elegir una orientación cómoda de la mano sobre la interfaz 40 de palma.

Otra secuencia/duración específica de clics puede activar un modo de "articulación recta" que activa los motores para llevar la articulación a una orientación recta y luego congela el vástago articulable de la herramienta quirúrgica en una orientación recta mientras deja que la interfaz 40 de palma se mueva libremente.

- 5 Un modo de "articulación recta" es útil para avanzar una herramienta a través de un trocar; además, cuando está en una configuración recta, la herramienta puede imitar las herramientas laparoscópicas tradicionales.

10 En cualquiera de los modos anteriores, normalmente no se acciona la interfaz 60 de dedos, es decir, el usuario puede usar esta interfaz para, por ejemplo, abrir/cerrar y rotar las mordazas de una pinza, aunque también se contempla en el presente documento un escenario en el que también bloquea la activación de la interfaz 60 de dedos. Por ejemplo, cuando el cirujano desea aplicar una fuerza constante con las mordazas o fijar las mordazas entre sí en un ángulo preferido, puede activar estos modos operando las palancas de dedos con una secuencia/duración específica de clics.

- 15 Tal como se usa en el presente documento, el término "aproximadamente" se refiere a $\pm 10\%$.

Los expertos en la técnica apreciarán objetivos adicionales, ventajas y características novedosas de la presente invención tras examinar los siguientes ejemplos, que no pretenden ser limitativos.

20 Ejemplos

Se hace ahora referencia al siguiente ejemplo, que, junto con las descripciones anteriores, ilustra la invención de una manera no limitativa.

25 Mientras trabajaba con diversos tipos de herramientas laparoscópicas, el presente inventor se dio cuenta de que la interfaz de la herramienta es su talón de Aquiles. Para sostener y operar una herramienta laparoscópica independiente, uno tiene que realizar movimientos no naturales con un grado limitado de control y operabilidad. Esto es especialmente cierto en los casos en que la posición del laparoscopio y la manipulación de la herramienta se efectúan a través de una única interfaz multipropósito (por ejemplo, los mangos comunes tipo tijera que se utilizan para situar el laparoscopio y activar el extremo de manipulación de tejido). Para superar estas deficiencias de las interfaces de la técnica anterior, el presente inventor se propuso diseñar una interfaz que separase las funciones de un laparoscopio en elementos de interfaz discretos y que, sin embargo, permitiese el control completo y simultáneo de dichas interfaces a través de una sola mano.

35 Al llevar la presente invención a la práctica, el presente inventor experimentó con varios prototipos que implementaban la anterior filosofía de diseño de interfaces. La solución al problema citado resultó ser una interfaz que vincula intuitivamente el movimiento de la mano del cirujano con el del laparoscopio y utiliza tres porciones distintas de la mano para operar tres elementos de interfaz distintos.

40 La Figura 19 ilustra un prototipo de una unidad de control sujeta a un vástago laparoscópico. La Figura 20 ilustra la porción de unidad motriz de la unidad de control.

Este prototipo incluye un paquete motor conectado a las poleas de la herramienta. El paquete motor incluía pequeños motores y transmisiones que activaban los 4 grados de libertad. El tamaño y el peso del paquete motor eran lo suficientemente pequeños para que el cirujano pudiera sostenerlo. La interfaz se conectó a la porción superior del paquete motor en la misma dirección que el eje del vástago. Una junta entre el paquete motor y la interfaz permitió al cirujano cambiar la orientación entre la interfaz y el eje longitudinal del vástago. El paquete motor incluía un circuito de control programable que permitía la instalación del software de control. Durante las pruebas de la herramienta, el paquete motor usaba baterías o un transformador de teléfono móvil.

50 La operabilidad de las presentes unidad de control e interfaz se probó con un grupo de usuarios noveles utilizando un fantasma laparoscópico adjunto y ensayos estándar de control de laparoscopios. Los usuarios completaron tareas tales como agarrar objetos pequeños y depositarlos en tazas pequeñas, o ensartar en unas barras pequeños anillos de goma, en cuestión de minutos. Los usuarios también fueron capaces de agarrar una aguja quirúrgica en la orientación correcta en cuestión de minutos. Un cirujano que probó la interfaz realizó una primera sutura completa 10 minutos después de una breve introducción preliminar a la interfaz.

60 Se aprecia que ciertas características de la invención que, por claridad, han sido descritas en el contexto de realizaciones independientes, también pueden proporcionarse combinadas en una única realización. A la inversa, varias características de la invención que, por brevedad, han sido descritas en el contexto de una única realización, también pueden proporcionarse por separado o en cualquier subcombinación adecuada.

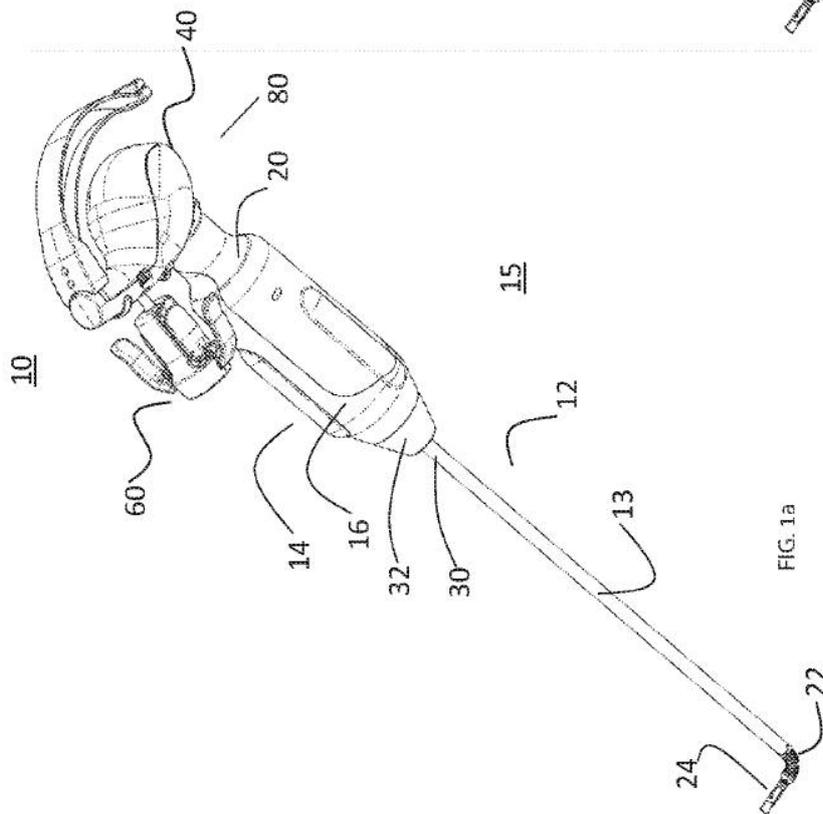
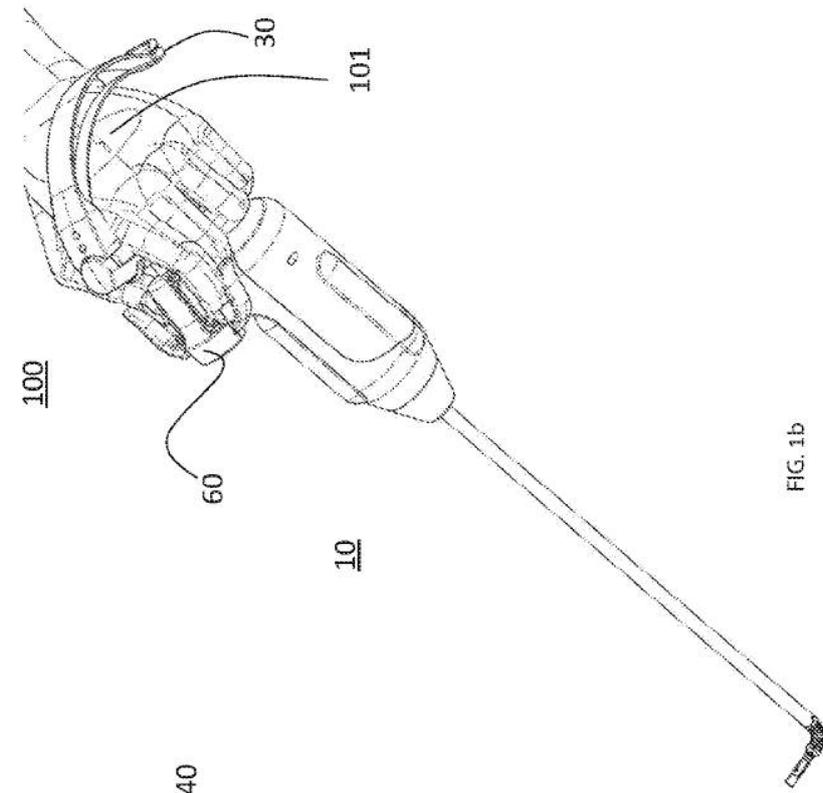
Aunque se ha descrito la invención en conjunto con realizaciones específicas de la misma, es evidente que muchas alternativas, modificaciones y variaciones serán evidentes para los expertos en la técnica. Por consiguiente, se

pretende abarcar todas las alternativas, modificaciones y variaciones que se encuentren dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas. Además, la cita o identificación de cualquier referencia en esta solicitud no debe interpretarse como admisión de que dicha referencia esté disponible como técnica anterior a la presente invención.

5

REIVINDICACIONES

1. Una unidad de control (10) para un dispositivo médico, comprendiendo la unidad (10) de control una interfaz (80) de usuario que tiene:
- 5
- (a) una interfaz (40) de palma que está montada en una junta (44, 45, 48) unida a una carcasa (14) de la unidad (10) de control, siendo dicha interfaz (40) de palma contactable y operable por la palma de una mano;
- (b) una interfaz (60) de dedos que está unida de manera pivotante a dicha interfaz de palma y que puede contactarse con uno o más dedos de dicha mano;
- 10
- estando la unidad de control **caracterizada por:**
- (c) una interfaz (30) de dorso que puede contactarse con el revés de dicha mano y que sirve para controlar el ángulo y la altura del dispositivo médico con respecto a un sitio de acceso al tejido, incluyendo dicha interfaz (30) de dorso una restricción (33) unida de manera pivotante a dicha interfaz (40) de palma, siendo dicha restricción (33) capaz de deformarse elásticamente para aplicar una fuerza de restricción sobre dicho revés de dicha mano cuando dicha palma está en contacto con dicha interfaz (40) de palma, y
- 15
- siendo dicha junta (44,45,48) una junta esférica.
- 20
2. La unidad de control de la reivindicación 1, en donde dicha interfaz (60) de dedos incluye unas palancas (61, 62) que se pueden accionar simultáneamente a través del pulgar y el índice de dicha mano.
3. La unidad de control de la reivindicación 1, en donde dicha interfaz (60) de dedos está adaptada para operar un extremo efector (24) del dispositivo médico.
- 25
4. La unidad de control de la reivindicación 1, en donde dicha interfaz (60) de dedos puede inclinarse con respecto a dicha interfaz (40) de palma.
- 30
5. La unidad de control de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente una perilla (92) para girar una carcasa de la unidad (10) de control con respecto a dichas interfaces (40, 60) de palma y dedos.
6. La unidad de control de la reivindicación 1, en donde dicha interfaz (60) de dedos incluye un par de palancas (61, 62) operables a través del dedo pulgar y el índice.
- 35
7. La unidad de control de la reivindicación 1, en donde dichas interfaces (40, 60) de palma y dedos son operables a través de una sola mano.
8. La unidad de control de la reivindicación 1, en donde un motor (49) para convertir el movimiento de dicha interfaz de palma (40) o dedos (60) en el movimiento de una herramienta quirúrgica mínimamente invasiva (12) puede ser desactivado por un usuario.
- 40
9. La unidad de control de la reivindicación 8, que comprende adicionalmente un interruptor que puede ser contactado por el usuario para activar/desactivar dicho motor (49).
- 45
10. La unidad de control de la reivindicación 9, en donde la desactivación de dicho motor congela la herramienta quirúrgica mínimamente invasiva en una posición predeterminada.
- 50
11. La unidad de control de la reivindicación 10, en donde dicha interfaz de palma (40) o de dedos (60) puede ser manipulada por un usuario cuando dicha herramienta quirúrgica mínimamente invasiva (12) está congelada en su posición.



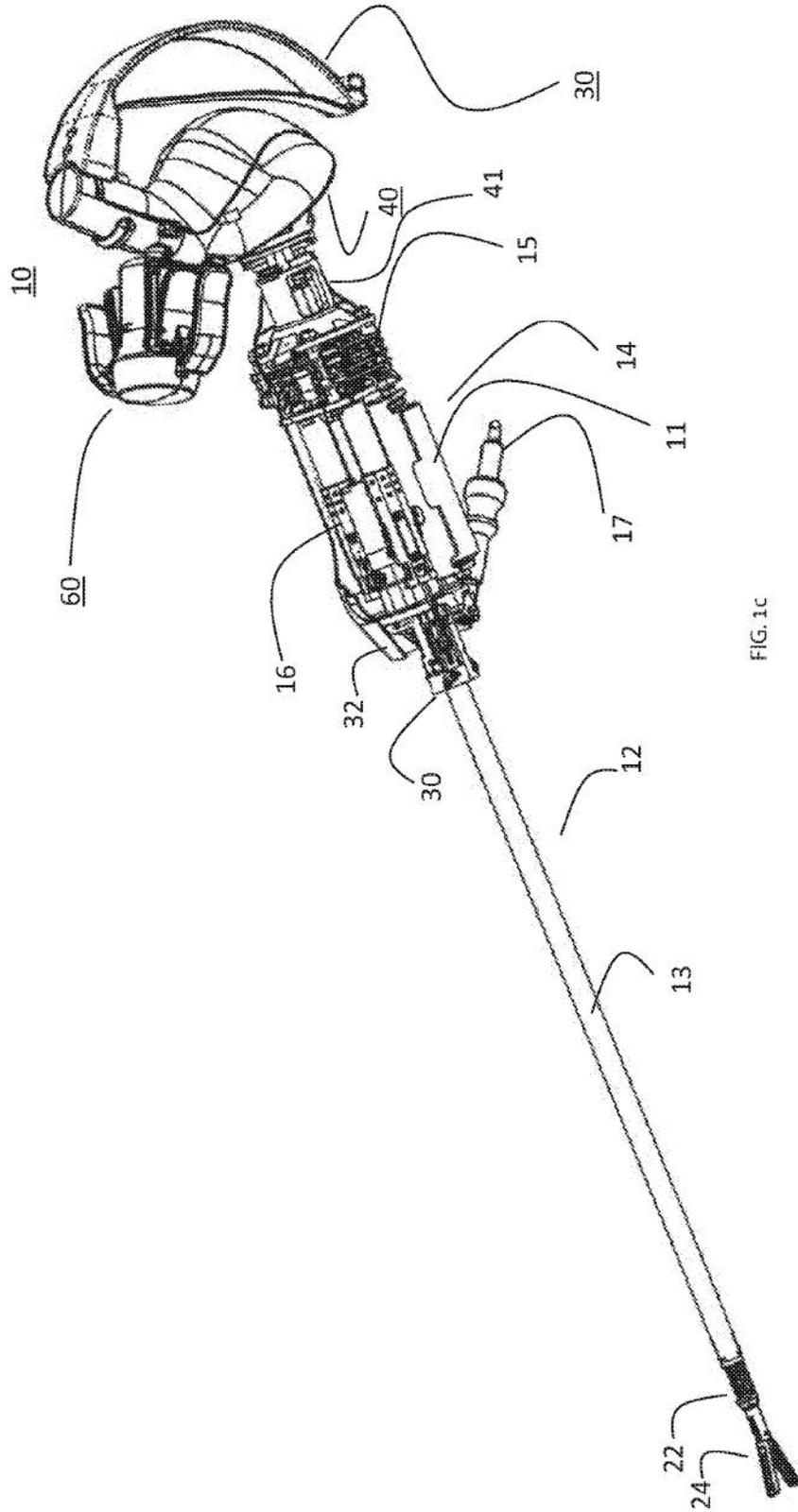


FIG.1c

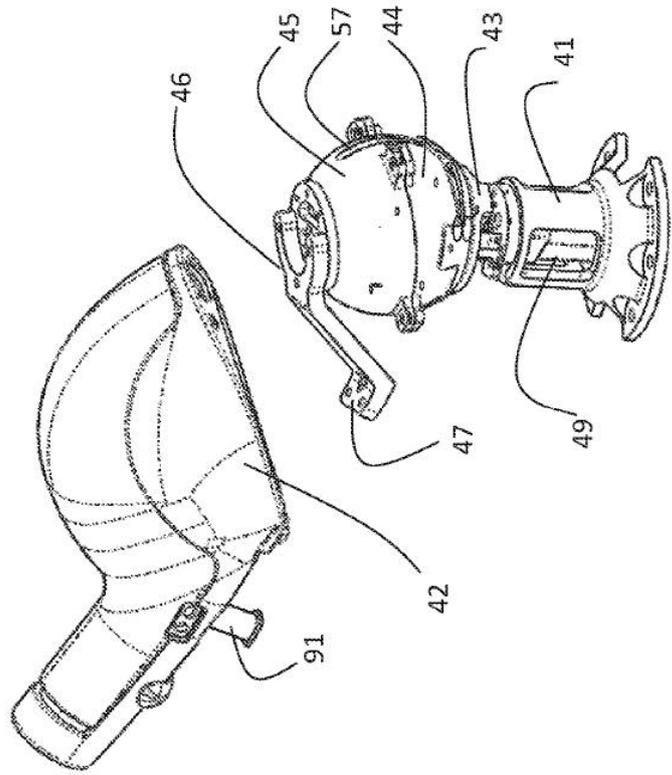


FIG. 4b

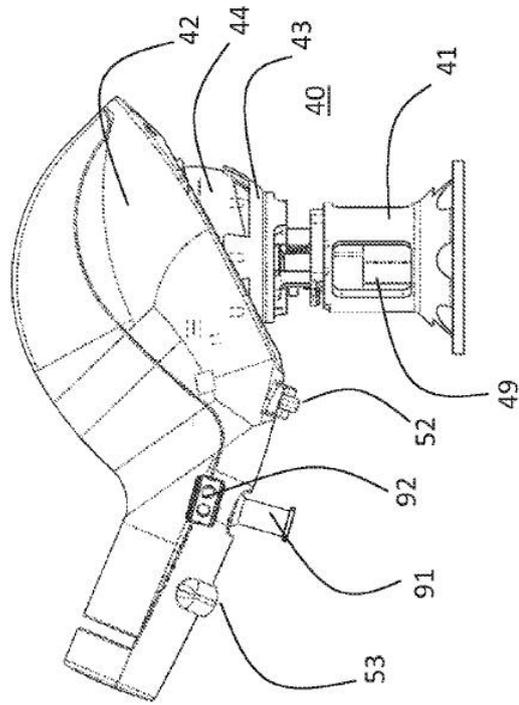
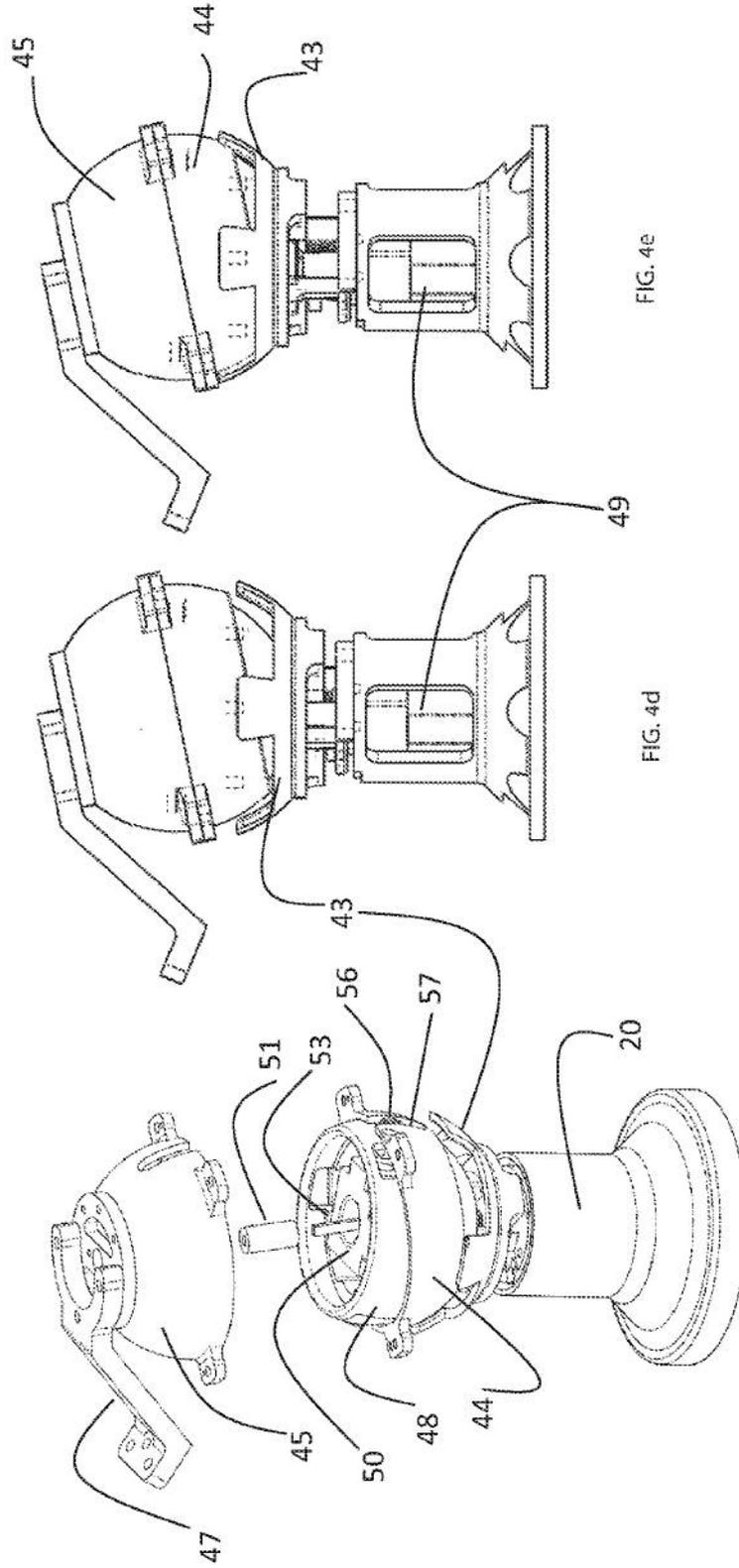


FIG. 4a



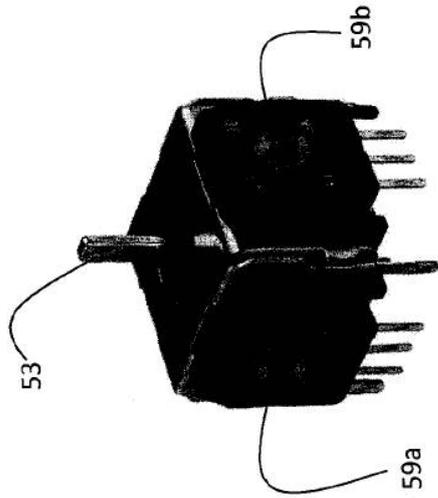


FIG. 4g

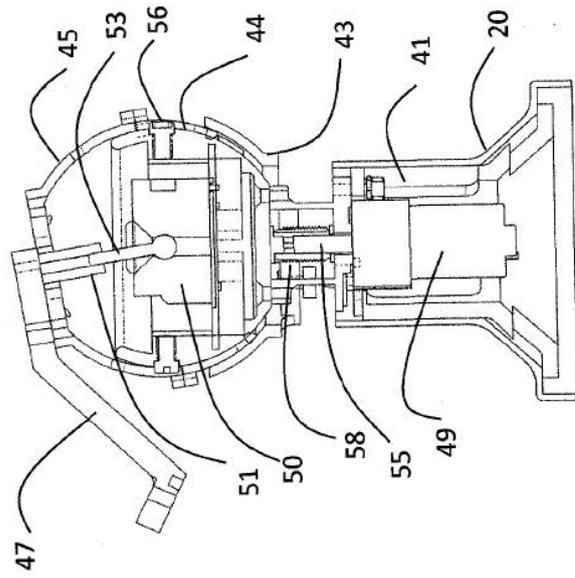
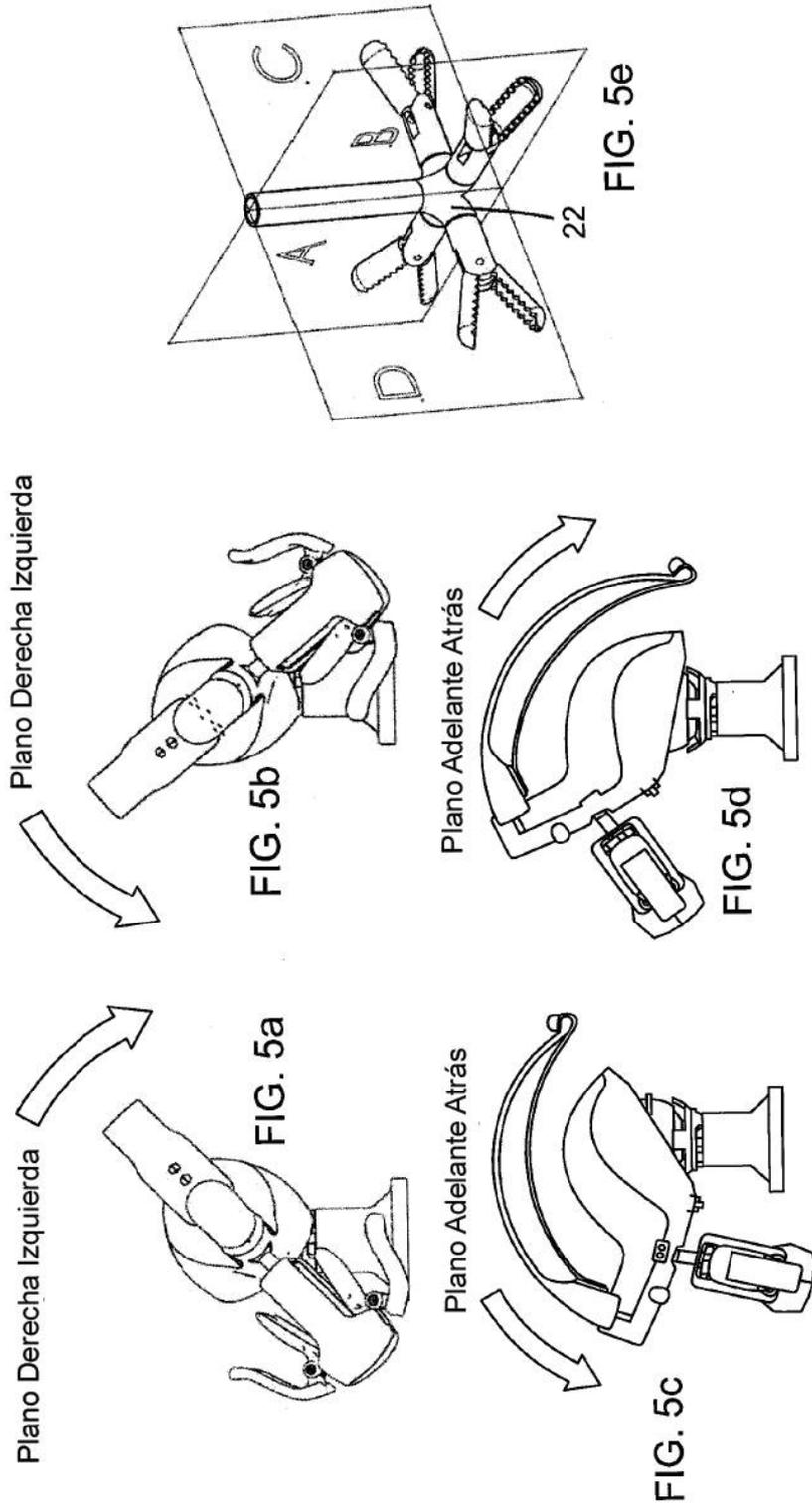
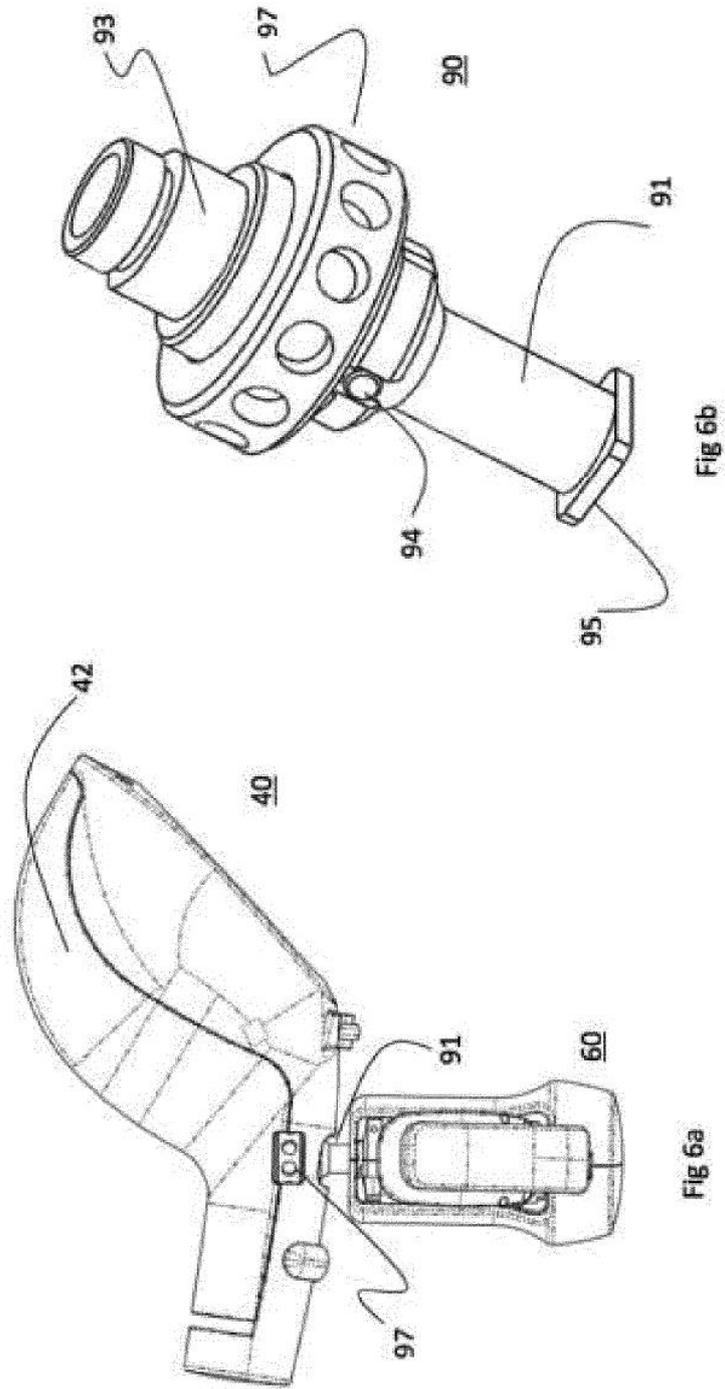


FIG. 4f





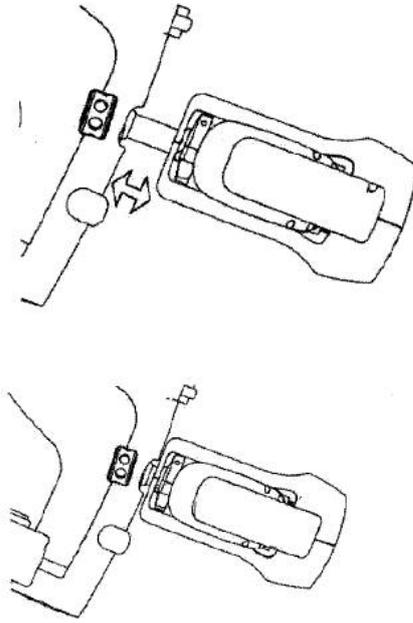


FIG. 7b

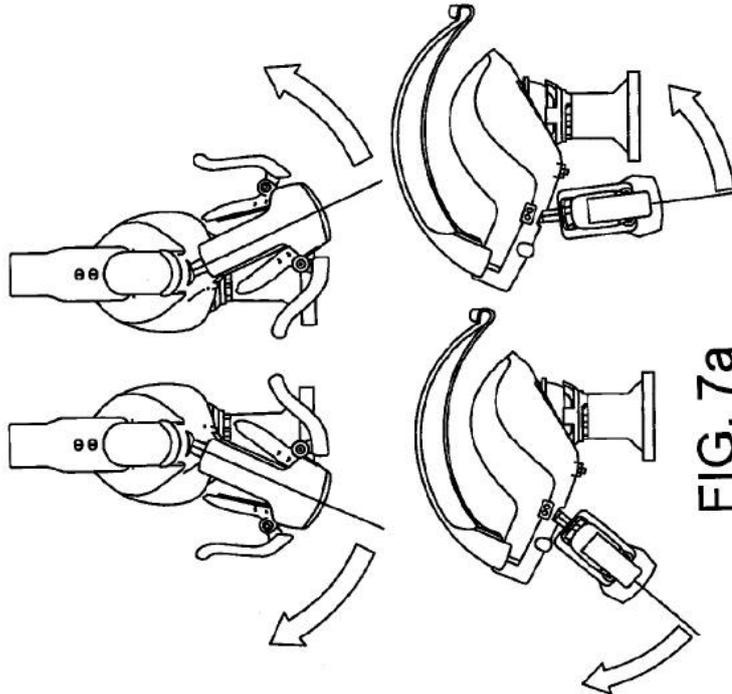
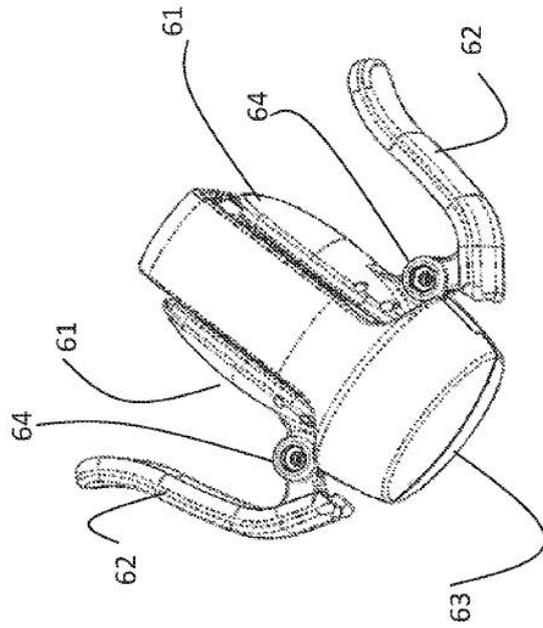
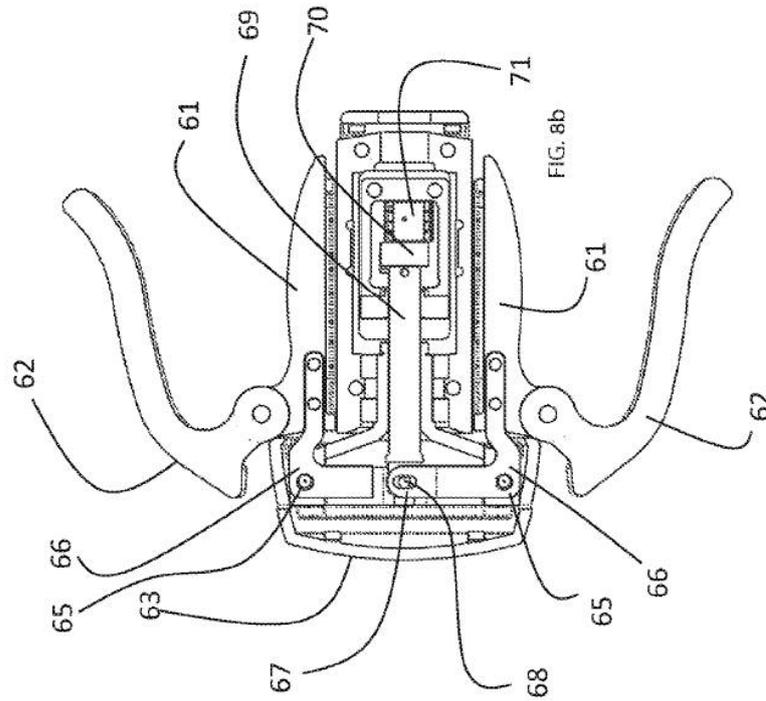


FIG. 7a



60 FIG. 8a



FIG. 8d

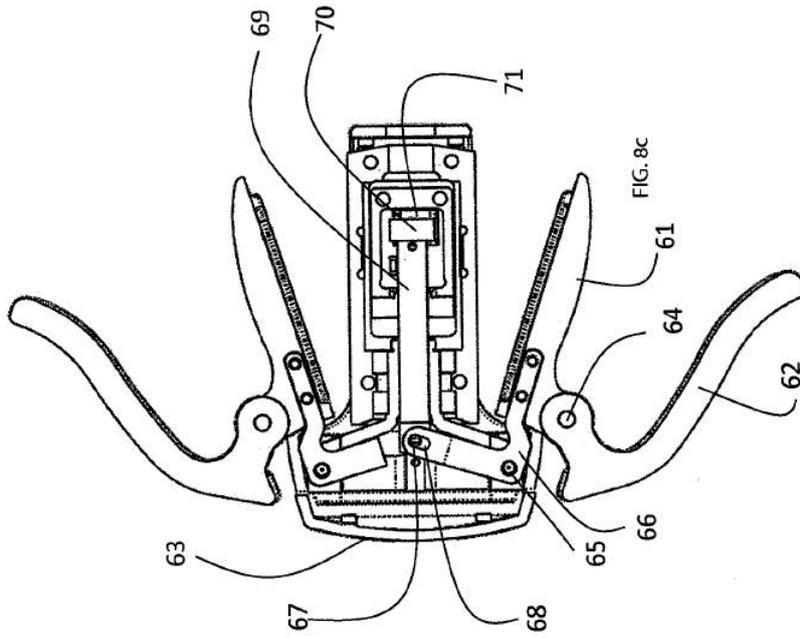
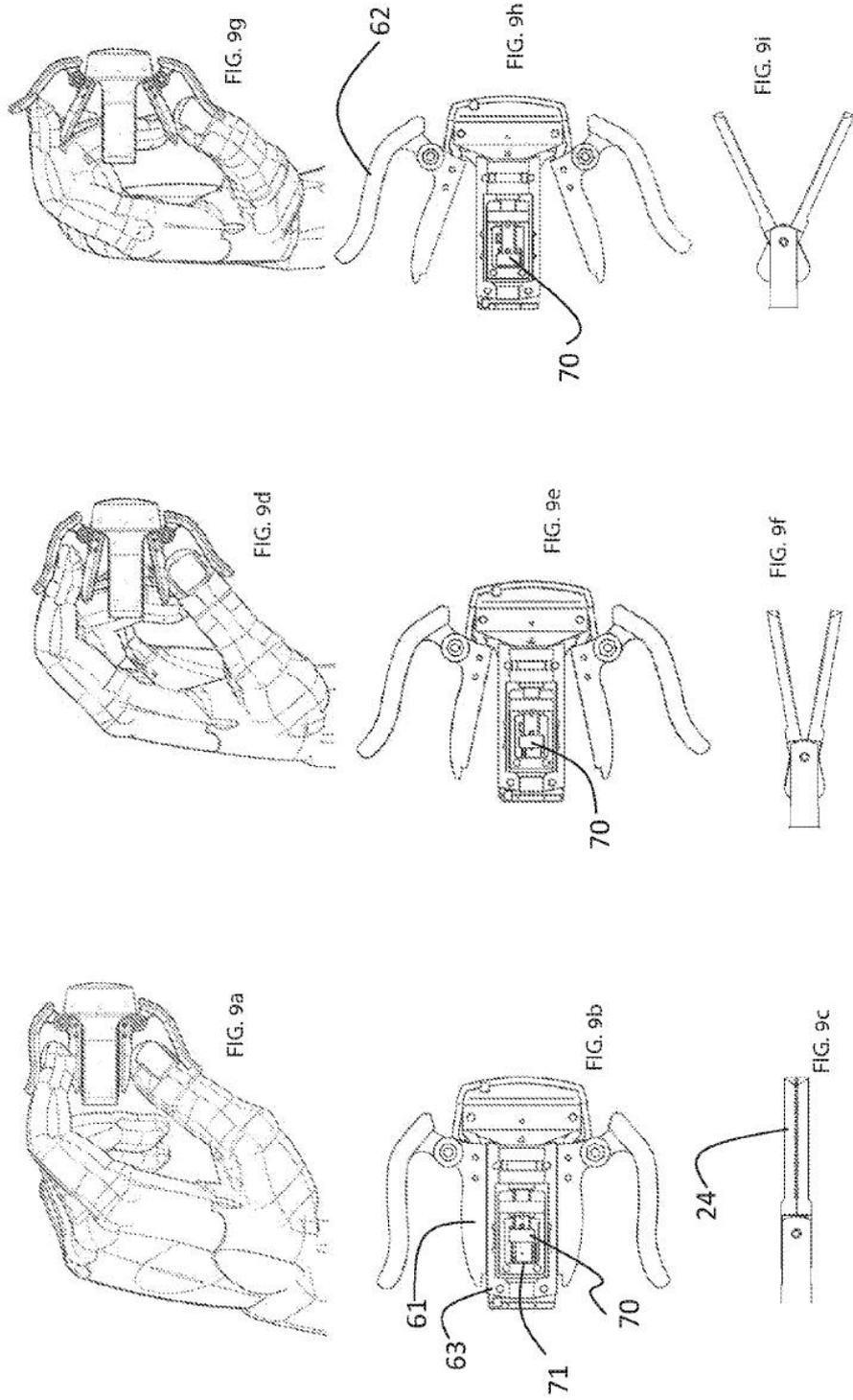
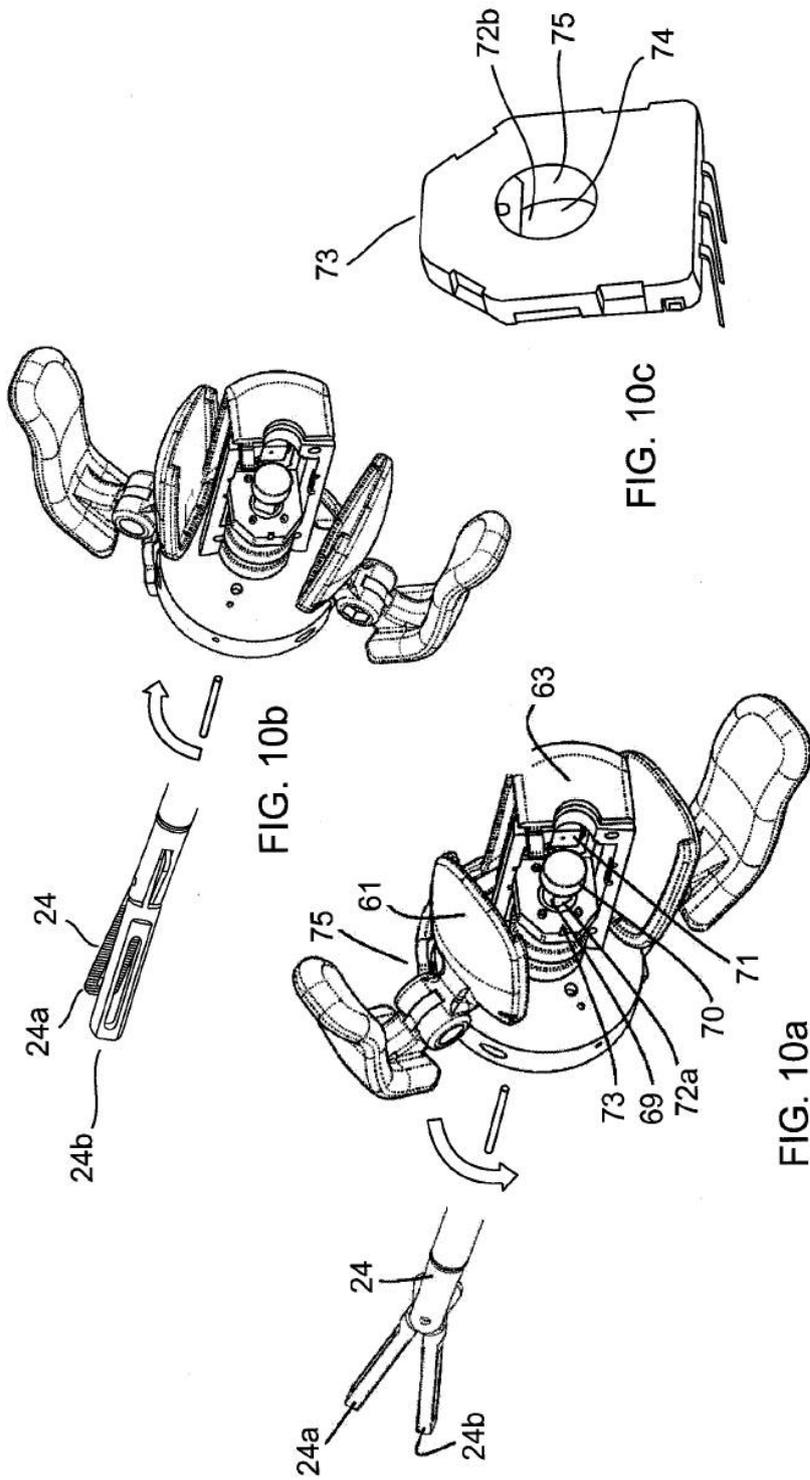


FIG. 8c





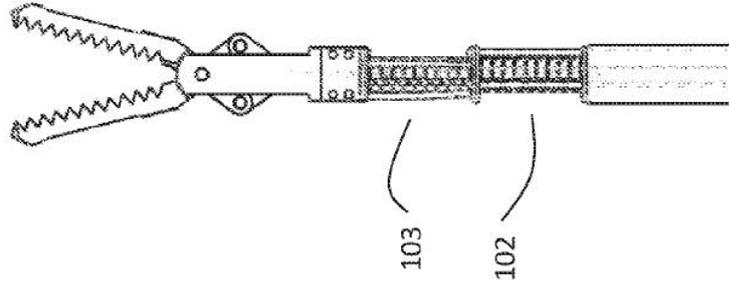
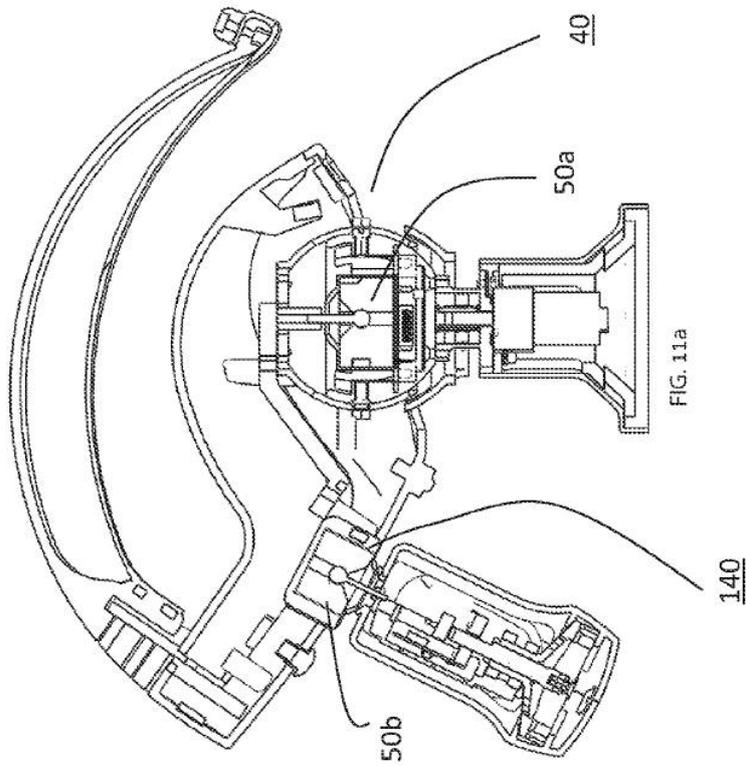


FIG. 11b



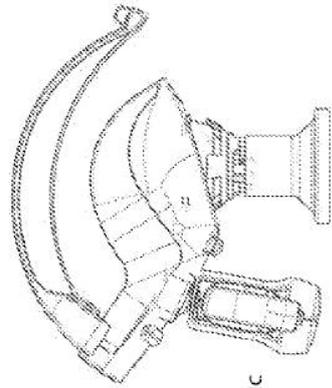


FIG. 12c

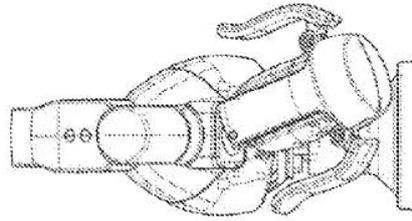


FIG. 12e

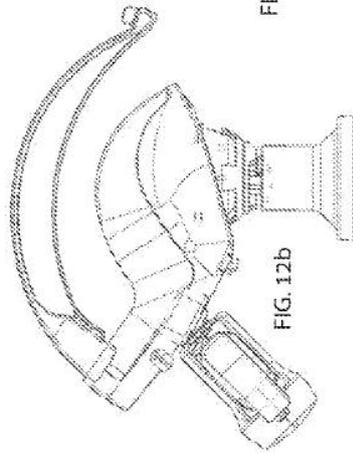


FIG. 12b

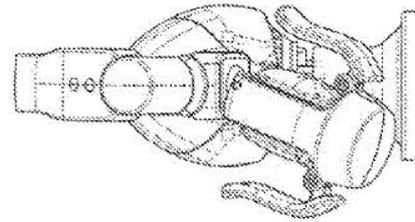


FIG. 12d

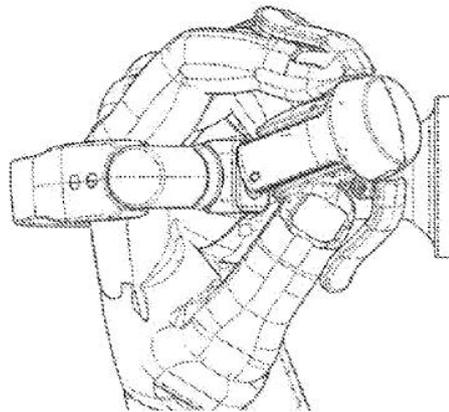
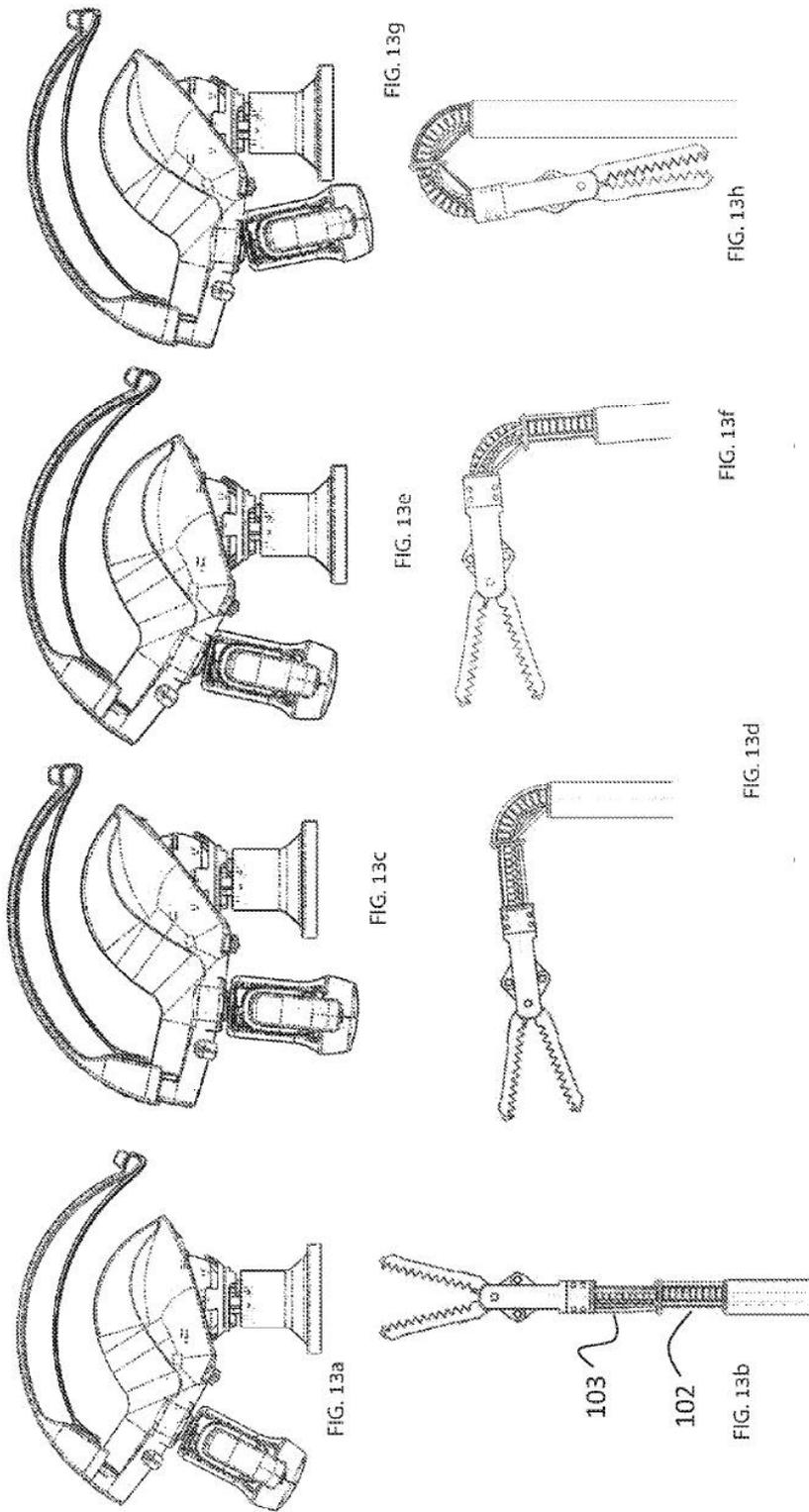
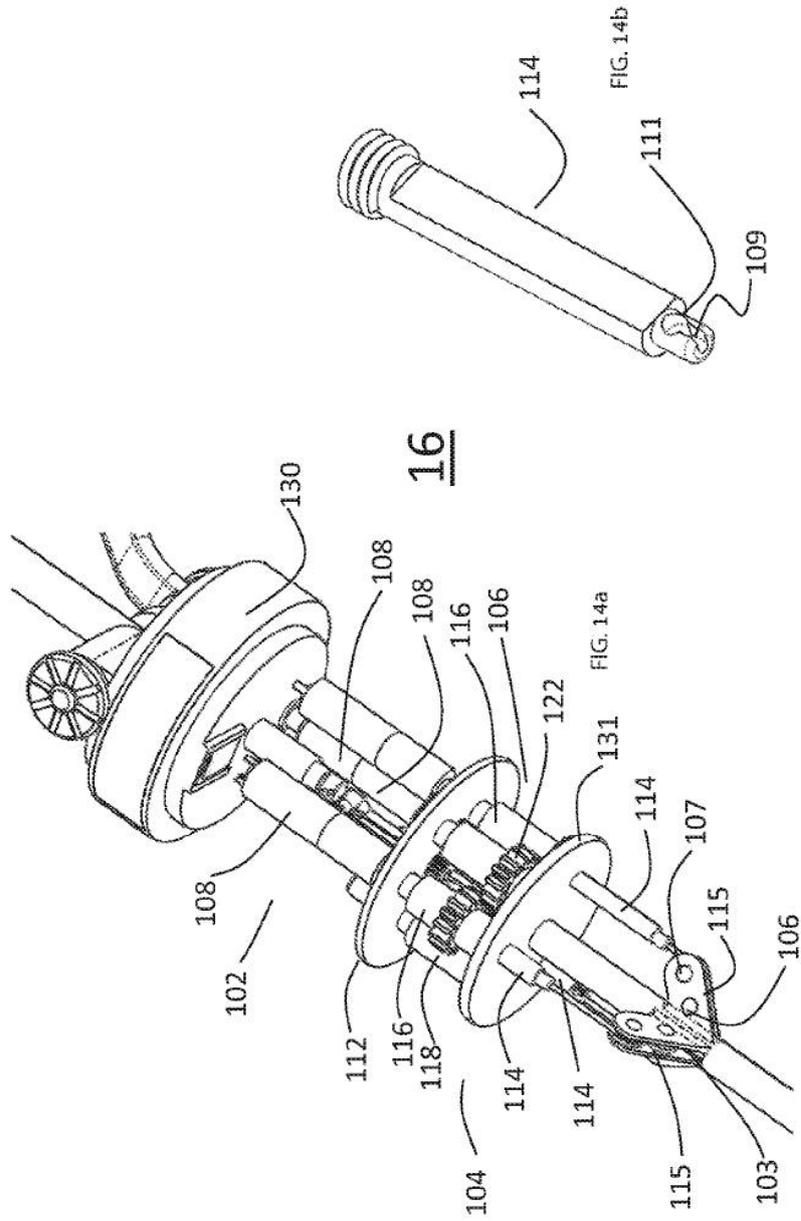


FIG. 12a





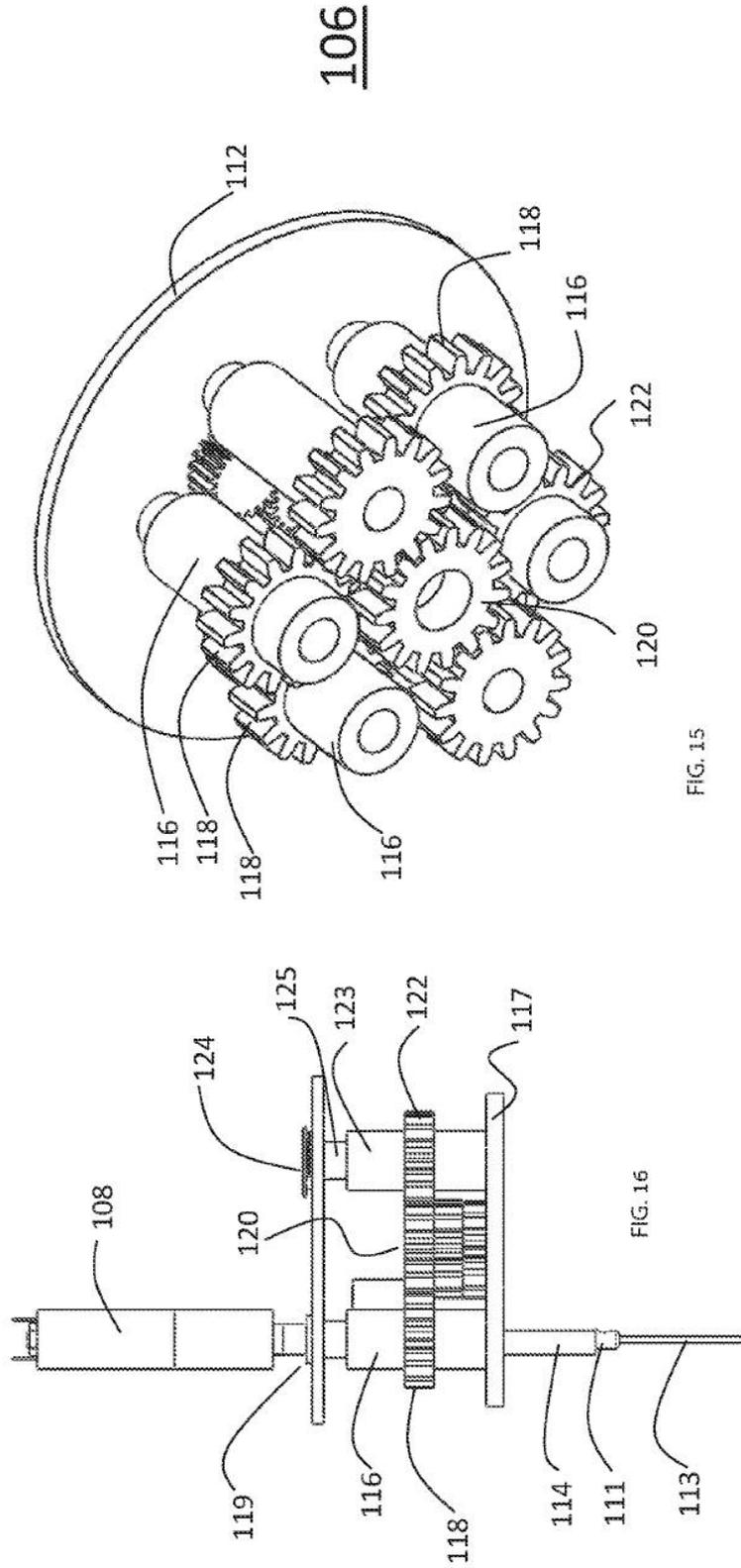
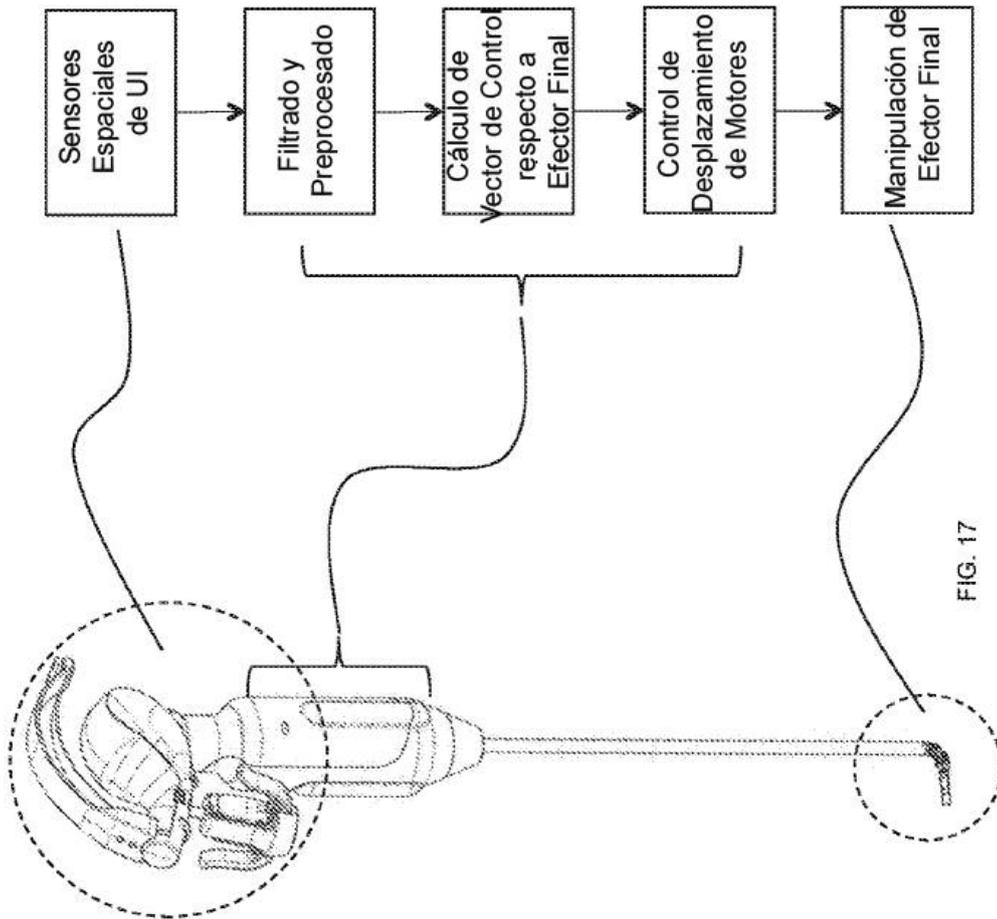


FIG. 15

FIG. 16



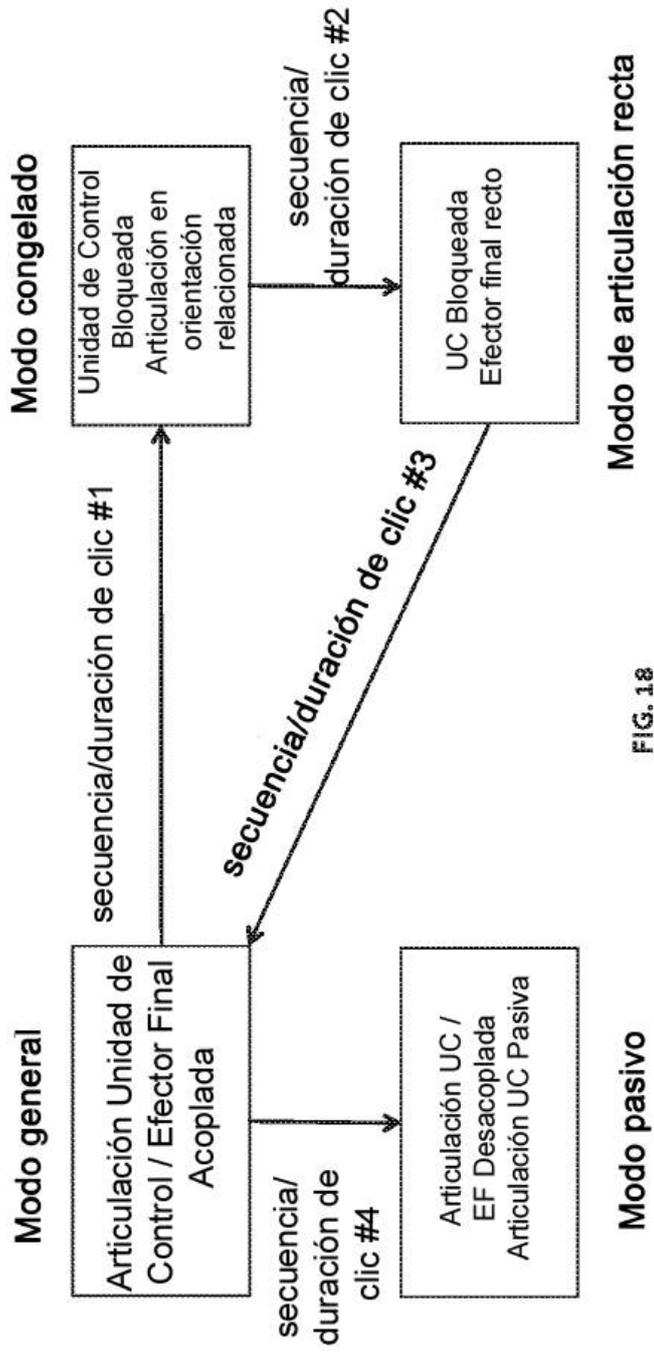


FIG. 18

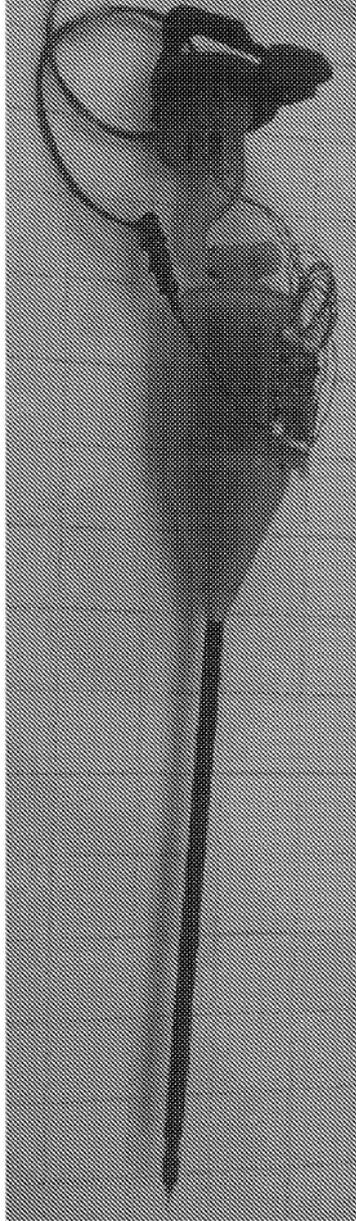


FIG. 19

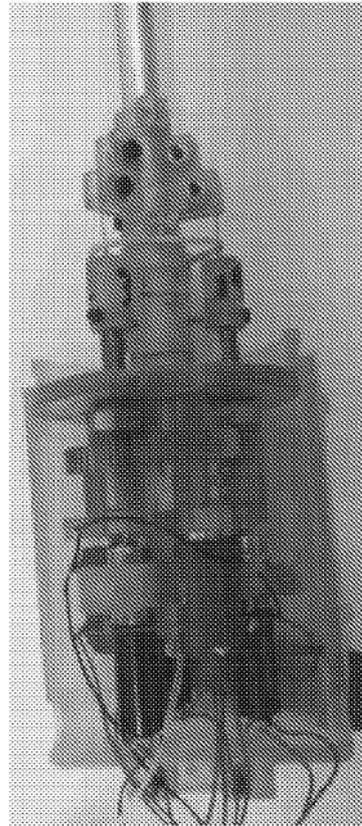


FIG. 20