

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 407 601**

51 Int. Cl.:

**A61F 9/013** (2006.01)

**A61B 17/32** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2008 E 08851069 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2013 EP 2227201**

54 Título: **Aparato para formar incisiones en tejido ocular y métodos de uso**

30 Prioridad:

**02.11.2007 US 1593 P**  
**29.10.2008 US 260694**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**13.06.2013**

73 Titular/es:

**REFOCUS GROUP, INC. (100.0%)**  
**10300 NORTH CENTRAL EXPRESSWAY SUITE**  
**104**  
**DALLAS, TX 75231, US**

72 Inventor/es:

**BARE, REX, O.;**  
**SCHERER, ANDREW, J.;**  
**PAYNE, TIMOTHY, J.;**  
**PACALA, THOMAS J.;**  
**COX, MARK, A.;**  
**WILLIAMSON, DOUGLAS, C.;**  
**GRIFFIS, JACK C. III y**  
**RICHARDSON, GARY A.**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 407 601 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**

Aparato para formar incisiones en tejido ocular y métodos de uso

**5 Referencia cruzada a documentos de patente relacionados**

Esta solicitud está relacionada con las siguientes solicitudes de patente y patentes expedidas estadounidenses:

- 10 (1) Patente de Estados Unidos N° 6.007.578 titulada "Scleral Prosthesis for Treatment of Presbyopia and Other Eye Disorders" expedida el 28 de diciembre de 1999;
- (2) Patente de Estados Unidos N° 6.280.468 titulada "Scleral Prosthesis for Treatment of Presbyopia and Other Eye Disorders" expedida el 28 de agosto de 2001;
- 15 (3) Patente de Estados Unidos N° 6.299.640 titulada "Scleral Prosthesis for Treatment of Presbyopia and Other Eye Disorders" expedida el 9 de octubre de 2001;
- (4) Patente de Estados Unidos N° 5.354.331 titulada "Treatment of Presbyopia and Other Eye Disorders" expedida el 11 de octubre de 1994;
- 20 (5) Patente de Estados Unidos N° 5.465.737 titulada "Treatment of Presbyopia and Other Eye Disorders" expedida el 14 de noviembre de 1995;
- (6) Patente de Estados Unidos N° 5.489.299 titulada "Treatment of Presbyopia and Other Eye Disorders" expedida el 6 de febrero de 1996;
- 25 (7) Patente de Estados Unidos N° 5.503.165 titulada "Treatment of Presbyopia and Other Eye Disorders" expedida el 2 de abril de 1996;
- (8) Patente de Estados Unidos N° 5.529.076 titulada "Treatment of Presbyopia and Other Eye Disorders" expedida el 25 de junio de 1996;
- (9) Patente de Estados Unidos N° 5.722.952 titulada "Treatment of Presbyopia and Other Eye Disorders" expedida el 3 de marzo de 1998;
- 35 (10) Patente de Estados Unidos N° 6.197.056 titulada "Segmented Scleral Band for Treatment of Presbyopia and Other Eye Disorders" expedida el 6 de marzo de 2001;
- (11) Patente de Estados Unidos N° 6.579.316 titulada "Segmented Scleral Band for Treatment of Presbyopia and Other Eye Disorders" expedida el 17 de junio de 2003;
- (12) Patente de Estados Unidos N° 6.926.727 titulada "Surgical Blade for Use with a Surgical Tool for Making Incisions for Scleral Eye Implants" expedida el 9 de agosto de 2005;
- 45 (13) Patente de Estados Unidos N° 6.991.650 titulada "Scleral Expansion Device Having Duck Bill" expedida el 31 de enero de 2006;
- (14) Solicitud de Patente de Estados Unidos N° de Serie 10/080.877 titulada "System and Method for Making Incisions for Scleral Eye Implants" presentada el 22 de febrero de 2002; ahora Patente de Estados Unidos N° 7.189.248;
- 50 (15) Solicitud de Patente de Estados Unidos N° de Serie 10/443.122 titulada "System and Method for Determining a Position for a Scleral Pocket for a Scleral Prosthesis" presentada el 20 de mayo de 2003; ahora Patente de Estados Unidos N° 7.909.780
- 55 (16) Solicitud de Patente de Estados Unidos N° de Serie 11/137.085 titulada "Scleral Prosthesis for Treatment of Presbyopia and Other Eye Disorders" presentada el 24 de mayo de 2005; ahora Patente de Estados Unidos N° 7.785.367;
- (17) Solicitud de Patente de Estados Unidos N° de Serie 11/199.591 titulada "Surgical Blade for Use with a Surgical Tool for Making Incisions for Scleral Eye Implants" presentada el 8 de agosto de 2005; publicada como US2006/0036269;
- 60 (18) Solicitud de Patente de Estados Unidos N° de Serie 11/252.369 titulada "Scleral Expansion Device Having Duck Bill" presentada el 17 de octubre de 2005; publicada como US2006/0095126
- 65

(19) Solicitud de Patente de Estados Unidos N° de Serie 11/323.283 titulada "Surgical Blade for Use with a Surgical Tool for Making Incisions for Scleral Eye Implants" presentada el 30 de diciembre de 2005; publicada como US2006/0106408;

5 (20) Solicitud de Patente de Estados Unidos N° de Serie 11/323.284 titulada "System and Method for Making Incisions for Scleral Eye Implants" presentada el 30 de diciembre de 2005; ahora Patente de Estados Unidos N° 7.824.423;

10 (21) Solicitud de Patente de Estados Unidos N° de Serie 11/322.728 titulada "Segmented Scleral Band for Treatment of Presbyopia and Other Eye Disorders" presentada el 30 de diciembre de 2005; publicada como US2006/0106457;

15 (22) Solicitud de Patente de Estados Unidos N° de Serie 11/323.752 titulada "Segmented Scleral Band for Treatment of Presbyopia and Other Eye Disorders" presentada el 30 de diciembre de 2005; publicada como US2006/0111775;

(23) Solicitud de Patente Provisional de Estados Unidos N° 60/819.995 titulada "Apparatuses, Systems, and Methods Related to Treating Presbyopia and Other Eye Disorders" presentada el 11 de julio de 2006;

20 (24) Solicitud de Patente de Estados Unidos N° de Serie 11/827.444 titulada "Apparatus and Method for Securing Ocular Tissue" presentada el 11 de julio de 2007; publicada como US2008/0091224; y

25 (25) Solicitud de Patente de Estados Unidos N° de Serie 11/827.382 titulada "Scleral Prosthesis for Treating Presbyopia and Other Eye Disorders and Related Devices and Methods" presentada el 11 de julio de 2007; publicada como US2008/0091266.

### Campo técnico

30 Esta divulgación se refiere, en general, a dispositivos quirúrgicos y, más específicamente, a un aparato y métodos de uso de dicho aparato para formar incisiones en tejido ocular.

### Antecedentes

35 Diversos procedimientos quirúrgicos pueden realizarse en el ojo de un paciente para reducir o corregir cualquier número de problemas de visión. Por ejemplo, a menudo se realizan procedimientos quirúrgicos para tratar presbicia, miopía, hipermetropía, presión intraocular elevada, hipertensión ocular y glaucoma. Como ejemplo particular, la presbicia a menudo puede tratarse implantando prótesis esclerales dentro del tejido escleral del ojo del paciente. Para cada prótesis escleral individual, puede realizarse una incisión en la esclerótica del ojo. La incisión puede extenderse a continuación debajo de la superficie de la esclerótica para formar un "túnel" escleral y una prótesis escleral puede colocarse dentro del túnel. Una o múltiples prótesis esclerales pueden implantarse en el ojo de un paciente para eliminar parcial o completamente la presbicia en el ojo del paciente. La misma o una técnica similar también pueden usarse para tratar glaucoma, hipertensión ocular, presión intraocular elevada u otros trastornos oculares. Esta técnica se describe más completamente en las patentes y solicitudes de patente estadounidenses mencionadas anteriormente.

45 El documento US6077287 desvela una herramienta quirúrgica (30) que usa un cable accionador (180) para tirar físicamente de una mandíbula móvil (34) hacia una mandíbula fija (32) y cortar el tejido. Este documento constituye el preámbulo de la reivindicación 1

### 50 Sumario

Esta divulgación proporciona aparatos y métodos de uso de dicho aparato para formar incisiones en tejido ocular.

55 En un aspecto de la presente invención, se proporciona una herramienta quirúrgica que comprende una cuchilla quirúrgica configurada para ser movida para formar una incisión y un cable configurado para causar el movimiento de la cuchilla quirúrgica. La herramienta quirúrgica también incluye un eje central alrededor del cual se enrolla el cable y primer y segundo muelles configurados para hacer girar al eje central en primera y segunda direcciones, respectivamente. La herramienta quirúrgica incluye, además, primer y segundo pestillos de enganche configurados para fijar y liberar los primer y segundo muelles, respectivamente. La herramienta quirúrgica también incluye un conjunto conmutador configurado para hacer que el primer pestillo de enganche libere el primer muelle, de modo que el eje central gire en la primera dirección, donde el segundo pestillo de enganche está configurado para liberar el segundo muelle, de modo que el eje central gire en la segunda dirección. Además, la herramienta quirúrgica incluye un émbolo configurado para devolver al menos uno de los muelles a una ubicación para que vuelva a quedar fijado mediante al menos uno de los pestillos de enganche.

65

En realizaciones particulares, la herramienta quirúrgica incluye, además, primer y segundo brazos mecánicos acoplados al émbolo y configurados para devolver los primer y segundo muelles a ubicaciones para que vuelvan a quedar fijados mediante los primer y segundo pestillos de enganche.

- 5 Un aspecto de la presente invención también proporciona un método que comprende: hacer que un primer pestillo de enganche libere a un primer muelle; hacer girar a un eje central en una primera dirección usando el primer muelle liberado para impartir un movimiento en la primera dirección a un cable enrollado alrededor del eje central: hacer que un segundo pestillo de enganche libere a un segundo muelle; hacer girar al eje central en una segunda dirección usando el segundo muelle liberado para impartir movimiento en la segunda dirección al cable; y devolver al menos uno de los muelles a una ubicación para que vuelva a quedar fijado por al menos uno de los pestillos de enganche.

Otras características técnicas pueden ser fácilmente evidentes para un experto en la materia a partir de las siguientes figuras, descripciones y reivindicaciones.

15 **Breve descripción de los dibujos**

Para una comprensión más completa de esta divulgación, a continuación se hace referencia a la siguiente descripción, tomada junto con el dibujo adjunto, en el que:

- 20 Las figuras 1A a 1D ilustran una primera herramienta quirúrgica ejemplar para realizar incisiones de acuerdo con esta divulgación;

Las figuras 2A a 2C ilustran una segunda herramienta quirúrgica ejemplar para realizar incisiones de acuerdo con esta divulgación;

- 25 Las figuras 3A a 3C ilustran una tercera herramienta quirúrgica ejemplar para realizar incisiones de acuerdo con esta divulgación;

Las figuras 4A a 4I ilustran una cuarta herramienta quirúrgica ejemplar para realizar incisiones de acuerdo con esta divulgación;

- 30 Las figuras 5A a 5Q ilustran una quinta herramienta quirúrgica ejemplar para realizar incisiones de acuerdo con esta divulgación;

Las figuras 6A a 6E ilustran una sexta herramienta quirúrgica ejemplar para realizar incisiones de acuerdo con esta divulgación;

- 35 Las figuras 7A a 7H ilustran una séptima herramienta quirúrgica ejemplar para realizar incisiones de acuerdo con esta divulgación;

Las figuras 8A a 8D ilustran una octava herramienta quirúrgica ejemplar para realizar incisiones de acuerdo con esta divulgación;

- 40 Las figuras 9A a 9D ilustran un conjunto de cuchilla quirúrgica ejemplar con una prótesis ocular para su uso con una herramienta quirúrgica para realizar incisiones de acuerdo con esta divulgación; y

Las figuras 10A y 10B ilustran métodos ejemplares que realizan incisiones de acuerdo con esta divulgación.

50 **Descripción detallada**

Las figuras 1A a 10B, que se analizan a continuación, y las diversas realizaciones usadas para describir los principios de la presente invención en este documento de patente son a modo de ilustración solamente y no debe interpretarse que limitan en modo alguno el alcance de la invención. Los expertos en la materia entenderán que los principios de la invención pueden implementarse en cualquier tipo de dispositivo o sistema dispuesto adecuadamente.

Las figuras 1A a 1D ilustran una primera herramienta quirúrgica ejemplar 100 para realizar incisiones de acuerdo con esta divulgación. La realización de la herramienta quirúrgica 100 mostrada en las figuras 1A a 1D es solamente para ilustración. Otras realizaciones de la herramienta quirúrgica 100 podrían usarse sin alejarse del alcance de esta divulgación.

Tal como se muestra en las figuras 1A a 1D, la herramienta quirúrgica 100 incluye un bastidor 102. El bastidor 102 representa una estructura de soporte sobre la cual otros componentes de la herramienta quirúrgica 100 pueden montarse o fijarse. En este ejemplo, el bastidor 102 representa una estructura generalmente recta y plana que tiene diversos agujeros a través de los cuales pueden usarse pernos, tornillos, pasadores u otros mecanismos de fijación para fijar otros diversos componentes de la herramienta quirúrgica 100 al bastidor 102. El bastidor 102 puede estar

formado a partir de cualquier material o materiales adecuados, tales como metal o plástico. El bastidor 102 también puede tener cualquier tamaño, forma y dimensiones adecuadas, que podrían variar dependiendo de la organización y disposición de los otros componentes de la herramienta quirúrgica 100.

5 En este ejemplo, la herramienta quirúrgica 100 también incluye un conjunto de cuchilla quirúrgica 104. El conjunto de  
 10 cuchilla quirúrgica 104 incluye una cuchilla quirúrgica 106, una rueda giratoria 108, y una placa de apoyo 110. La  
 cuchilla quirúrgica 106 se usa para formar físicamente una incisión en el tejido ocular del ojo de un paciente. En este  
 ejemplo, la cuchilla quirúrgica 106 incluye una parte central y una cuchilla de corte curva acoplada a la parte central.  
 15 La parte central de la cuchilla quirúrgica 106 puede hacerse girar mediante la herramienta quirúrgica 100. La  
 rotación de la parte central de la cuchilla quirúrgica 106 da como resultado, por lo tanto, el movimiento de la cuchilla  
 de corte. Al hacer girar la parte central de la cuchilla quirúrgica 106 en una dirección, la cuchilla de corte puede  
 moverse al interior del tejido ocular del ojo del paciente. Al hacer girar a la parte central de la cuchilla quirúrgica 106  
 en la dirección opuesta, la cuchilla de corte puede retraerse del tejido ocular del ojo del paciente. En este ejemplo, la  
 20 cuchilla quirúrgica 106 incluye una cuchilla de corte curva que puede usarse (entre otras cosas) para formar túneles  
 esclerales en el tejido escleral del ojo del paciente. Sin embargo, la cuchilla quirúrgica 106 podría usarse para formar  
 cualquier otra incisión adecuada, y la cuchilla quirúrgica 106 podría usar cualquier tipo adecuado de cuchilla de corte  
 (curva o de otro modo).

20 La parte central de la cuchilla quirúrgica 106 está acoplada a la rueda giratoria 108. Debido a esto, la rotación de la  
 rueda giratoria 108 causa una rotación correspondiente de la cuchilla quirúrgica 106. Al controlar la rotación de la  
 rueda giratoria 108, la herramienta quirúrgica 100 puede controlar la rotación de la cuchilla quirúrgica 106 (y, por lo  
 tanto, la creación de una incisión). En esta realización ejemplar, tal como se describe con más detalle a  
 continuación, la herramienta quirúrgica 100 está configurada para causar rotación bidireccional de la rueda giratoria  
 25 108, causando de este modo rotación bidireccional de la cuchilla quirúrgica 106 (dentro y a continuación fuera del  
 tejido ocular del paciente). La rueda giratoria 108 incluye cualquier estructura adecuada que facilite la rotación de y  
 el control sobre la cuchilla quirúrgica 106.

30 La placa de apoyo 110 representa una estructura que puede colocarse sobre la superficie del ojo del paciente. La  
 placa de apoyo 110 permite que la herramienta quirúrgica 100 se posicione apropiadamente sobre el ojo del  
 paciente para garantizar que cualesquiera incisiones realizadas con la herramienta quirúrgica 100 están en las  
 posiciones apropiadas sobre el ojo del paciente. Tal como se muestra en el presente documento, la placa de apoyo  
 35 110 incluye dos muescas, que permiten que la cuchilla de corte curva de la cuchilla quirúrgica 106 pase a través de  
 la placa de apoyo 110 y dentro y fuera del tejido ocular del paciente. La placa de apoyo 110 incluye cualquier  
 estructura adecuada que facilite la colocación de la herramienta quirúrgica 100 sobre el ojo del paciente.

40 La herramienta quirúrgica 100 también incluye una o más fuentes de energía 111. Las fuentes de energía 111  
 proporcionan energía operativa a la herramienta quirúrgica 100, tal como energía usada para causar la rotación de la  
 cuchilla quirúrgica 106. Las fuentes de energía 111 incluyen cualquier fuente de energía adecuada para la  
 herramienta quirúrgica 100, tales como baterías, células solares, células de combustible, o cualquier otra o adicional  
 45 fuente o fuentes de energía. Como ejemplo particular, las fuentes de energía 111 podrían representar baterías de  
 cámara o videocámara, tales como baterías de 1,5 V. Aunque la herramienta quirúrgica 100 en este ejemplo incluye  
 dos fuentes de energía 111, podría usarse cualquier número adecuado de fuentes de energía 111 en la herramienta  
 quirúrgica 100 (incluyendo una única fuente de energía).

45 Una placa de circuito impreso 112 implementa diversos circuitos lógicos para controlar la herramienta quirúrgica 100.  
 Por ejemplo, La placa de circuito impreso 112 podría incluir un circuito lógico de control para controlar la rotación de  
 la cuchilla quirúrgica 106. La placa de circuito impreso 112 también podría incluir circuitos de comunicación para  
 comunicarse con componentes o sistemas externos. Como ejemplo particular, la placa de circuito impreso 112  
 50 podría incluir componentes que faciliten comunicaciones por cable o inalámbricas, tales como comunicaciones por  
 infrarrojos o radiofrecuencia (RF). Las comunicaciones por cable o inalámbricas podrían usarse para cualquier  
 propósito adecuado. Por ejemplo, la placa de circuito impreso 112 podría comunicar con un mecanismo audible,  
 sensorial (vibración), o visual (dentro de o externo a la herramienta quirúrgica 100). El mecanismo audible, sensorial,  
 o visual podría informar a un cirujano u otro personal del estado de la herramienta quirúrgica 100. Estados  
 55 ejemplares podrían incluir: la herramienta está ubicada apropiadamente y lista para usar, la cuchilla quirúrgica se  
 está moviendo hacia delante, la cuchilla quirúrgica se está moviendo hacia atrás, el ciclo de la cuchilla quirúrgica se  
 ha interrumpido, el ciclo de la cuchilla quirúrgica se ha completado con éxito, y potencialmente otra información  
 miscelánea. La placa de circuito impreso 112 también podría recibir señales (tales como de un pedal, de un  
 conmutador en la herramienta 100, o de un dispositivo conectado por cable o inalámbrico) para iniciar la rotación de  
 60 la cuchilla quirúrgica 106. Cualesquiera otras comunicaciones por cable o inalámbricas adecuadas pueden  
 producirse con la placa de circuito impreso 112, y la placa de circuito impreso 112 podría soportar cualesquiera otras  
 o adicionales funciones.

65 En este ejemplo, la herramienta quirúrgica 100 incluye un cable 114, que se usa para causar la rotación de la rueda  
 giratoria 108 (causando de este modo la rotación de la cuchilla quirúrgica 106). El cable 114 podría estar formado de  
 cualquier material o materiales adecuados, tales como Kevlar. El cable 114 también podría tener cualquier forma  
 adecuada, tal como una hebra de material o materiales que tiene una sección transversal circular u ovoide (aunque

otras formas que tienen otras secciones transversales podrían usarse).

El cable 114 se inserta en, se acopla a, se fija a, o se asocia de otro modo con la rueda giratoria 108. En este ejemplo, el cable 114 se inserta en un canal 116 en la rueda giratoria 108. El canal 116 retiene al cable 114, lo que permite que el movimiento del cable 114 se traduzca en la rotación de la rueda giratoria 108. El cable 114 también se enrolla alrededor de una rueda 118. La rueda 118 gira y permite el movimiento hacia atrás y hacia delante del cable 114. Además, una placa 120 está fijada o unida al cable 114. Tal como se explica con más detalle a continuación, la placa 120 puede moverse generalmente arriba y abajo a lo largo del bastidor 102, lo que imparte rotación bidireccional al cable 114. La rotación bidireccional del cable 114 da como resultado la rotación bidireccional de la rueda giratoria 108, lo que causa la rotación bidireccional de la cuchilla quirúrgica 106. La rueda 118 incluye cualquier estructura adecuada que permite rotación bidireccional del cable 114. La placa 120 incluye cualquier estructura adecuada para causar el movimiento del cable 114.

Otro cable 122 se usa para iniciar la rotación bidireccional del cable 114. El cable 122 está conectado eléctricamente a la placa de circuito impreso 112. El cable 122 está formado de un material o materiales que permiten que el cable 122 acorte su longitud. Por ejemplo, el cable 122 podría estar formado de flexinol o nitinol flexible (níquel-titanio de artillería naval). Los cables de flexinol acortan su longitud en respuesta al calentamiento, y la placa de circuito impreso 112 incluye cualquier estructura o estructuras adecuadas para calentar el cable 122, tal como aplicando una corriente eléctrica al cable 122. Como ejemplo particular, la placa de circuito impreso 112 podría aplicar una corriente eléctrica al cable 122 para calentar el cable 122 a al menos aproximadamente 100°C. Este calentamiento hace que el cable 122 acorte su longitud. Tal como se describe con más detalle a continuación, este acortamiento del cable 122 causa el movimiento de la placa 120, lo que conduce a la rotación de la cuchilla quirúrgica 106. El cable 122 podría estar formado de cualquier material o materiales adecuados, tales como flexinol. El cable 122 también podría tener cualquier forma adecuada, tal como una hebra de material o materiales que tiene una sección transversal circular u ovoide (aunque podrían usarse otras formas que tienen otras secciones transversales).

En este ejemplo, el cable 122 se enrolla alrededor de dos juegos de poleas 124-126. Estos juegos de poleas 124-126 permiten que el cable 122 tenga una longitud relativamente larga mientras se reduce la cantidad de espacio necesario para el cable 122. En esta realización particular, cada juego de poleas 124-126 incluye cuatro poleas que son independientes entre sí. Además, una tapa de soporte 128 está fijada sobre cada juego de poleas 124-126, lo que permite que un eje central se inserte a través de y permita la rotación de cada juego de poleas 124-126.

El cable 122 también está enrollado alrededor de o acoplado a una rueda central 130. La rueda central 130 está unida o fijada a una rueda locomotora 132 en el lado opuesto del bastidor 102. Un brazo locomotor 134 está unido de forma que pueda girar a la rueda locomotora 132 y la placa 120. Cuando el cable 122 acorta su longitud (tal como aplicando una corriente eléctrica al cable 122), el acortamiento del cable 122 causa la rotación de la rueda central 130. Dado que la rueda central 130 está acoplada a la rueda locomotora 132, la rotación de la rueda central 130 causa una rotación correspondiente de la rueda locomotora 132.

La rotación de la rueda locomotora 132 hace que el brazo locomotor 134 se mueva generalmente hacia arriba y hacia abajo del bastidor 102, lo que tiene hace que la placa 120 se mueva generalmente hacia arriba y hacia abajo del bastidor 102. Tal como se ha indicado anteriormente, el movimiento de la placa 120 hacia arriba y hacia abajo del bastidor 102 da como resultado la rotación del cable 114 en una dirección y a continuación en la otra dirección. El uso de la rueda locomotora 132 permite que la rotación unidireccional de la rueda central 130/rueda locomotora 132 se traduzca en rotación bidireccional del cable 114 (y por lo tanto rotación bidireccional de la cuchilla quirúrgica 106). Por ejemplo, el cable 122 podría acortarse una cantidad que causa aproximadamente 360° de rotación de la rueda central 130/rueda locomotora 132, lo que da como resultado una rotación de aproximadamente 180° de la cuchilla quirúrgica 106 en el tejido ocular del paciente seguida por una rotación de aproximadamente 180° de la cuchilla quirúrgica 106 fuera del tejido ocular del paciente. Como resultado, puede hacerse girar a la cuchilla quirúrgica 106 dentro y a continuación fuera del tejido ocular del ojo del paciente para crear una incisión durante una única aplicación de corriente eléctrica al cable 122.

En realizaciones particulares, la rueda central 130 puede girar solamente en una única dirección. Por ejemplo, la rueda central 130 podría incluir un acoplador unidireccional, tal como un acoplador formado de cojinetes de bola que permiten la rotación en una dirección pero se bloquean e impiden la rotación en la dirección opuesta. En estas realizaciones, la rueda central unidireccional 130 puede permitir la rotación de la rueda locomotora 132 cuando el cable 122 se acorta usando una corriente eléctrica, mientras que impide la rotación opuesta de la rueda locomotora 132 después (tal como una vez que se ha interrumpido la corriente eléctrica y el cable 122 se ha enfriado).

Después de que se ha realizado una incisión, la herramienta quirúrgica 100 puede retirarse del ojo del paciente. Durante este periodo, el cable 122 puede enfriarse debido a la falta de una corriente eléctrica. En algunas realizaciones, en este punto, el cable 122 puede estirarse para recuperar una longitud mayor y aproximarse a su estado precargado, de modo que la herramienta quirúrgica 100 pueda reutilizarse para formar otra incisión en el ojo del paciente. El cable 122 puede estirarse para recuperar una longitud más larga de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, podría tirarse del cable 122 de forma manual en una o más ubicaciones para aumentar la longitud del cable 122. Como otro ejemplo, el cable 122 podría desprenderse de la rueda central 130 y se podría tirar de él para

aumentar su longitud. Además, un mecanismo accionado por muelle u otro mecanismo mecánico adecuado podría incorporarse en la herramienta quirúrgica 100 para tirar del cable 122 cuando es activado por un usuario. Cualquier otro mecanismo o mecanismos mecánicos, eléctricos u otros adecuados podrían usarse para alargar el cable 122 después del uso, preparándolo para el siguiente ciclo de incisión.

5 La herramienta quirúrgica 100 podría incluir cualesquiera otros o adicionales componentes de acuerdo con necesidades particulares. Por ejemplo, puede usarse cualquier tipo de conector o conectores (tales como pernos, tornillos, pasadores u otros mecanismos de fijación) para acoplar diversos componentes de la herramienta quirúrgica 100 al bastidor 102 o entre sí. Además, podrían usarse separadores u otros mecanismos de separación adecuados para separar diversos componentes entre sí, tal como para separar la placa de circuito impreso 112 del bastidor 102.

10 Las figuras 2A a 2C ilustran una segunda herramienta quirúrgica ejemplar 200 para realizar incisiones de acuerdo con esta divulgación. La realización de la herramienta quirúrgica 200 mostrada en las figuras 2A a 2C es para ilustración solamente. Otras realizaciones de la herramienta quirúrgica 200 podrían usarse sin alejarse del alcance de esta divulgación.

15 En este ejemplo, la herramienta quirúrgica 200 incluye un cuerpo 202, un árbol 204, y un conjunto de cuchilla quirúrgica 206 en una punta del árbol 204. El cuerpo 202 en esta realización puede incluir diversos componentes usados para accionar y controlar la herramienta quirúrgica 200. Por ejemplo, el cuerpo 202 podría retener o incluir una placa de circuito impreso 208. La placa de circuito impreso 208 podría soportar diversas funciones realizadas por la herramienta quirúrgica 200, tales como permitir la rotación de una cuchilla quirúrgica. En esta realización ejemplar, la placa de circuito impreso 208 incluye bloques de conexión 210, que se usan para sujetar o retener diversos cables en la herramienta quirúrgica 200.

20 El conjunto de cuchilla quirúrgica 206 en este ejemplo incluye una cuchilla quirúrgica 212 y una placa de apoyo 214. En las figuras 2B y 2C, el árbol 204 de la herramienta quirúrgica 200 se ha eliminado para facilitar la explicación. Tal como se muestra en el presente documento, la cuchilla quirúrgica 212 incluye una parte central 216 con una proyección 218. La parte central 216 se proyecta fuera de la verdadera cuchilla de corte de la cuchilla quirúrgica 212, y la proyección 218 se proyecta más lejos fuera de la parte central 216. Cada lado de la cuchilla quirúrgica 212 podría incluir una proyección 218, y las proyecciones 218 podrían insertarse en agujeros correspondientes 220 cerca de la punta del árbol 204. De esta manera, la cuchilla quirúrgica 212 puede insertarse en y retenerse dentro del árbol 204 de la herramienta quirúrgica 200. Esto también permite la rotación de la cuchilla quirúrgica 212 una vez insertada en el árbol 204 de la herramienta quirúrgica 200.

25 La placa de apoyo 214 está montada en o cerca del extremo del árbol 204 y puede colocarse sobre el ojo del paciente. La placa de apoyo 214 en este ejemplo incluye dos muescas a través de las cuales puede pasar la cuchilla de corte curva de la cuchilla quirúrgica 212 cuando realiza una incisión. La placa de apoyo 214 también incluye espigas para "excavar" en el tejido ocular del ojo del paciente para fijar la placa de apoyo 214 en su sitio. La placa de apoyo 214 en este ejemplo podría estar montada de modo que la placa de apoyo 214 pueda balancearse atrás y adelante en el extremo de la herramienta quirúrgica 200.

30 Tal como se muestra en las figuras 2B y 2C, la herramienta quirúrgica 200 incluye dos juegos de cables 222a-222c y 224a-224c. Cada juego de cables en este ejemplo incluye tres cables. Un cable 222a y 224a en cada juego puede estar formado de Kevlar u otro material o materiales y estar enrollados alrededor de la parte central 216 de la cuchilla quirúrgica 212. En este caso, los cables 222a y 224a están enrollados alrededor de la parte central 216 en direcciones opuestas. Otro cable 222b y 224b en cada juego puede estar formado de flexinol u otro material o materiales que pueden acortar su longitud. El tercer cable 222c y 224c en cada juego puede representar cables de tierra.

35 Tal como se muestra en el presente documento, cada juego de cables incluye un conector 226. El conector 226 en cada juego acopla físicamente los cables en ese juego juntos. El conector 226 en cada juego de cables también puede acoplar eléctricamente los cables 222b y 222c o los cables 224b y 224c (acoplando de este modo cada cable de flexinol u otro a tierra). Cada uno de los cables puede representar cualquier hebra adecuada de material o materiales que tiene cualquier tamaño, forma y sección transversal adecuados. Cada uno de los conectores 226 incluye cualquier estructura adecuada para acoplar múltiples cables juntos.

40 En este ejemplo, la herramienta quirúrgica 200 usa múltiples cables para causar la rotación bidireccional de la cuchilla quirúrgica 212. Por ejemplo, una corriente eléctrica puede aplicarse al cable 222b, haciendo que el cable se contraiga o se acorte. Debido a que el conector 226 en ese juego de cables 222a-222c, esto tira del cable 222a en ese juego de cables. Debido a que el cable 222a en ese juego de cables está enrollado alrededor de la parte central 216 de la cuchilla quirúrgica 212, esto tira de la cuchilla quirúrgica 212 en una dirección, haciendo girar la cuchilla de corte dentro del tejido ocular del ojo del paciente.

45 La corriente eléctrica a través del cable 222b en el juego de cables puede interrumpirse, permitiendo que ese cable se enfríe. Al mismo tiempo o después de eso, una corriente eléctrica puede aplicarse al cable 224b en el otro juego de cables 224a-224c. Esto hace que el cable 224b en ese juego de cables se contraiga o se acorte. De nuevo,

debido al conector 226 que conecta ese segundo juego de cables 224a-224c, esto tira del cable 224a en ese juego de cables, que está enrollado alrededor de la parte central 216 de la cuchilla quirúrgica 212 (pero en la dirección opuesta). Esto tira de la cuchilla quirúrgica 212 en la dirección opuesta, haciendo girar a la cuchilla de corte fuera del tejido ocular del ojo del paciente. Esto completa la formación de la incisión. La corriente eléctrica a través del cable rojo en el segundo juego de cables 224 puede interrumpirse, permitiendo que el cable se enfríe.

En este tipo de la herramienta quirúrgica 200, se usan múltiples cables que pueden acortar su longitud (cables 222b y 224b) para hacer girar a la cuchilla quirúrgica 212 en direcciones opuestas. Como resultado, puede no ser necesario usar cualquier tipo de mecanismo para estirar los cables contráctiles 222b y 224b en la herramienta quirúrgica 200. Por ejemplo, el tirón causado acortando un cable 222b puede tirar del otro cable 224b, alargando el otro cable 224b. Sin embargo, el uso de estiramiento manual o automático de los cables 222b y 224b a una mayor longitud, que se aproxima a su estado precargado, podría usarse en la herramienta quirúrgica 200.

Como con la herramienta quirúrgica 100, la herramienta quirúrgica 200 podría controlarse de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, la placa de circuito impreso 208 podría incluir una interfaz por cable o inalámbrica para recibir órdenes y transmitir información sobre el estado. La herramienta quirúrgica 200 también podría incluir un conmutador manual que puede usarse para controlar la herramienta quirúrgica 200. Por ejemplo, un conmutador 228 en la parte superior de la herramienta quirúrgica 200 podría usarse para controlar la herramienta quirúrgica 200. En algunas realizaciones, pulsar el conmutador 228 podría iniciar la rotación de la cuchilla quirúrgica 212 en una dirección, y soltar el conmutador 228 podría iniciar la rotación de la cuchilla quirúrgica 212 en la otra dirección. En otras realizaciones, pulsar y soltar el conmutador 228 podría iniciar la rotación de la cuchilla quirúrgica 212 en una dirección, y pulsar y soltar el conmutador 228 podría iniciar la rotación de la cuchilla quirúrgica 212 en la otra dirección. Sin embargo, esto representa meramente dos ejemplos de cómo podría controlarse el funcionamiento de la herramienta quirúrgica 200. La herramienta quirúrgica 200 podría controlarse de cualquier otra manera adecuada.

Las figuras 3A a 3C ilustran una tercera herramienta quirúrgica ejemplar 300 para realizar incisiones de acuerdo con esta divulgación. La realización de la herramienta quirúrgica 300 mostrada en las figuras 3A a 3C es solamente para ilustración. Otras realizaciones de la herramienta quirúrgica 300 podrían usarse sin alejarse del alcance de esta divulgación.

En este ejemplo, la herramienta quirúrgica 300 podría representar o funcionar de la misma o una manera similar a cualquiera de las herramientas quirúrgicas descritas en este documento de patente. La herramienta quirúrgica 300 podría incluir, por ejemplo, uno o más cables formados de flexinol u otro material o materiales que pueden contraerse o acortarse, tal como en respuesta a una corriente eléctrica. Estos uno o más cables pueden usarse para impartir rotación a una cuchilla quirúrgica en la herramienta quirúrgica 300 para formar una incisión en el tejido ocular del ojo de un paciente.

Además, la herramienta quirúrgica 300 en este ejemplo incluye una proyección de montaje 302, que puede usarse para montar la herramienta quirúrgica 300 en un dispositivo de fijación ocular 304. El dispositivo de fijación ocular 304 representa un dispositivo que está unido o fijado al ojo del paciente, ayudando de este modo a reducir o prevenir el movimiento del ojo del paciente durante un procedimiento quirúrgico. Diversos ejemplos de dispositivos de fijación ocular se proporcionan en la Solicitud de Patente de Estados Unidos N° 11/827.444, (publicada como US2006/0091224). Aunque un dispositivo de fijación ocular 304 específico se muestra en el presente documento, cualquier otro dispositivo de fijación ocular 304 adecuado podría usarse con la herramienta quirúrgica 300.

Tal como se muestra en el presente documento, la proyección de montaje 302 en la herramienta quirúrgica 300 incluye dos prolongaciones 306a-306b que forman un círculo parcial alrededor de una cúpula del dispositivo de fijación ocular 304. Cada una de las prolongaciones 306a-306b incluye un extremo que puede insertarse en un agujero en la cúpula del dispositivo de fijación ocular 304. Tal como se muestra en la figura 3B, la proyección de montaje 302 de la herramienta quirúrgica 300 también incluye un tope 308, que puede hundirse contra el dispositivo de fijación ocular 304. Colectivamente, los extremos de las prolongaciones 306a-306b y el tope 308 representan tres puntos que pueden usarse para montar la herramienta quirúrgica 300 sobre el dispositivo de fijación ocular 304 en una o más ubicaciones específicas para garantizar el posicionamiento apropiado de la herramienta quirúrgica 300 sobre el ojo del paciente. Sin embargo, el uso de las prolongaciones 306a-306b y el tope 308 para montar la herramienta quirúrgica 300 sobre el dispositivo de fijación ocular 304 es para ilustración solamente. Cualquier otra técnica, estructura o mecanismo adecuado podría usarse para montar, acoplar, unir o asociar de otro modo la herramienta quirúrgica 300 y el dispositivo de fijación ocular 304.

En esta realización ejemplar, las prolongaciones 306a-306b de la herramienta quirúrgica 300 forman un círculo parcial alrededor de la cúpula del dispositivo de fijación ocular 304. Esto permite que la herramienta quirúrgica 300 se una a o se monte en el dispositivo de fijación ocular 304 mientras se deja una gran parte del dispositivo de fijación ocular 304 expuesta. Entre otras cosas, esto puede permitir el uso de una herramienta de posicionamiento 310, que puede usarse para colocar el dispositivo de fijación ocular 304 en una o más posiciones sobre el ojo del paciente. En este ejemplo, la herramienta de posicionamiento 310 representa una jeringa accionada por muelle, que se une al dispositivo de fijación ocular 300 creando un vacío contra la cúpula, aunque podría usarse cualquier otra herramienta de posicionamiento adecuada.

Las figuras 4A a 4I ilustran una cuarta herramienta quirúrgica ejemplar 400 para realizar incisiones de acuerdo con esta divulgación. La realización de la herramienta quirúrgica 400 mostrada en las figuras 4A a 4I es para ilustración solamente. Otras realizaciones de la herramienta quirúrgica 400 podrían usarse sin alejarse del alcance de esta divulgación.

Tal como se muestra en la figura 4A, la herramienta quirúrgica 400 incluye una carcasa 402 y un conjunto de cuchilla 404. La carcasa 402 generalmente contiene los diversos componentes de la herramienta quirúrgica 400 para causar la rotación de una cuchilla quirúrgica en el conjunto de cuchilla 404. Los componentes dentro de la carcasa 402 se muestran en las figuras 4B y 4C. Por ejemplo, una placa de circuito impreso 406 podría soportar diversas funciones realizadas por la herramienta quirúrgica 400, tal como permitiendo y controlando la rotación de una cuchilla quirúrgica 408. Además, una o más fuentes de energía 410, tales como una o más baterías, pueden suministrar energía a la herramienta quirúrgica 400.

En este ejemplo, la herramienta quirúrgica 400 crea rotación bidireccional en la cuchilla quirúrgica 408 usando tres cables 412-416. Un cable 412 se extiende generalmente desde una posición cerca del conjunto de cuchilla 404 hasta una abrazadera de muelle 418a, y otro cable 414 se extiende generalmente desde una posición cerca del conjunto de cuchilla 404 a una abrazadera de muelle 418b (en el lado opuesto de la placa de circuito impreso 406). El tercer cable 416 forma un bucle entre un brazo oscilante superior 420 y una polea inferior 422. Cada uno de los cables 412-416 podría estar formado de cualquier material o materiales adecuados. Por ejemplo, los cables 412-414 podrían estar formados de flexinol u otro material o materiales que pueden contraerse, y el cable 416 podría estar formado de Kevlar. Cada uno de los cables 412-416 también podría tener cualquier forma adecuada, tal como una hebra de material o materiales que tiene una sección transversal circular u ovoide (aunque podrían usarse otras formas que tienen otras secciones transversales).

En esta realización ejemplar, la abrazadera de muelle 418a y la abrazadera de muelle 418b facilitan el movimiento bidireccional del brazo oscilante 420 (y por lo tanto la rotación bidireccional del cable 416) proporcionando tensión en los cables impulsores 412-414. El cable 412 se dispone para tirar de la abrazadera de muelle 418a para causar el movimiento del brazo oscilante 420 en una dirección, y el cable 414 se dispone para tirar de la abrazadera de muelle 418b para causar el movimiento del brazo oscilante 420 en la dirección opuesta. Debido a esto, el cable 412 puede impartir rotación direccional en una dirección al cable 416 (mediante la abrazadera de muelle 418a y el brazo oscilante 420), y el cable 414 puede impartir rotación direccional en la dirección opuesta al cable 416 (mediante la abrazadera de muelle 418b y el brazo oscilante 420).

El cable 416 está enlazado alrededor del brazo oscilante 420 y la polea 422, y la polea 422 está acoplada o fijada a la cuchilla quirúrgica 408. La rotación del cable 416 puede causar, por lo tanto, una rotación correspondiente en la cuchilla quirúrgica 408. La placa de circuito impreso 406 en este ejemplo podría contener estructuras para causar contracción de los cables 412-414, tal como calentando los cables 412-414 a través de la aplicación de corriente eléctrica a los cables 412-414. La placa de circuito impreso 406 puede calentar, por lo tanto, los cables 412-414 para impartir movimiento bidireccional al brazo oscilante 420. Por ejemplo, la aplicación de una corriente eléctrica al cable 412 podría hacer que la cuchilla quirúrgica 408 girara dentro del tejido ocular del paciente, y la aplicación de una corriente eléctrica al cable 414 podría hacer que la cuchilla quirúrgica 408 girara fuera del tejido ocular del paciente.

Detalles adicionales relativos a la disposición de la herramienta quirúrgica 400 cerca de la abrazadera de muelle 418a, la abrazadera de muelle 418b, y el brazo oscilante 420 se muestran en las figuras 4D a 4G. En particular, las figuras 4D y 4E ilustran el funcionamiento de la herramienta quirúrgica 400 en el lado de la herramienta quirúrgica 400 que contiene el cable 412 y la abrazadera de muelle 418a. Las figuras 4F y 4G ilustran el funcionamiento de la herramienta quirúrgica 400 en el lado de la herramienta quirúrgica 400 que contiene el cable 414 y la abrazadera de muelle 418b.

Tal como se muestra en las figuras 4D y 4E, la abrazadera de muelle 418a está unida o fijada al cable 412. El cable 412 puede contraerse, tal como aplicando una corriente eléctrica al cable 412. En la figura 4D, el cable 412 no se ha contraído, y la abrazadera de muelle 418a está en su posición de reposo. En la figura 4E, el cable 412 se ha contraído, lo que tira hacia abajo de la abrazadera de muelle 418a. Esto imparte movimiento direccional (en el sentido de las agujas del reloj en las figuras 4D y 4E) al brazo oscilante 420, que causa la rotación en el cable 416, la polea 422 y la cuchilla quirúrgica 408.

Dos microconmutadores 424a-424b se usan para controlar la rotación de la cuchilla quirúrgica 408. Por ejemplo, antes de la rotación de la cuchilla quirúrgica 408, la abrazadera de muelle 418a o el brazo oscilante 420 pueden pulsar el microconmutador 424a, que podrían informar a la herramienta quirúrgica 400 o un componente externo de que la herramienta quirúrgica 400 está lista para usarla (la cuchilla está en una posición abierta). Durante la rotación de la cuchilla quirúrgica 408, la abrazadera de muelle 418a o el brazo oscilante 420 dejan de pulsar el microconmutador 424a y eventualmente pulsan el microconmutador 424b. Esto podría informar a la herramienta quirúrgica 400 o un componente externo de que la cuchilla quirúrgica 408 ha girado una cantidad deseada (tal como una cantidad adecuada para formar un túnel escleral en el ojo del paciente). La herramienta quirúrgica 400 podría iniciar a continuación la contra-rotación de la cuchilla quirúrgica 408 para retirar la cuchilla quirúrgica 408 del ojo del

paciente. Esto haría que la abrazadera de muelle 418a o el brazo oscilante 420 pulsen de nuevo el microconmutador 424a. Cada uno de los microconmutadores 424a-424b representa cualquier estructura adecuada con la que puede contactar un elementos externo para activar o interrumpir una señal, tal como cualquier conmutador adecuado que cierra un circuito cuando está pulsado o que interrumpe un circuito cuando es pulsado.

5 Dos imanes 426-428 pueden usarse tal como se muestra en el presente documento para mantener a la cuchilla quirúrgica 408 en una posición abierta (no girada). Por ejemplo, los imanes 426-428 podrían ser atraídos entre sí, y los imanes 426-428 podrían empujar el brazo oscilante 420 a la posición mostrada en la figura 4D. Los imanes 426-428 pueden mantener al brazo oscilante 420 en esta posición hasta que la contracción del cable 412 tira de los  
10 imanes 426-428 separándolos. Tal como se describe a continuación, la contracción del cable 414 puede permitir a continuación que los imanes 426-428 se acerquen más conjuntamente, punto en el cual los imanes 426-428 podrían tirar de nuevo uno hacia el otro y empujar al brazo oscilante 420 a la posición mostrada en la figura 4D. En este ejemplo, el imán 426 está ubicado dentro del brazo oscilante 420, y el imán 428 está ubicado dentro de un soporte del imán 430 que puede estar montado en la placa de circuito impreso 406 u otra estructura en la herramienta  
15 quirúrgica 400. Además, la corriente eléctrica que calienta el cable 414 podría interrumpirse antes de la completa retirada de la cuchilla quirúrgica del ojo del paciente, y los imanes 426-428 podrían completar la retirada de la cuchilla quirúrgica.

20 Tal como se muestra en las figuras 4F y 4G, la abrazadera de muelle 418b está unida o fijada al cable 414. En la figura 4F, el cable 414 no se ha contraído, y la abrazadera de muelle 418b está en su posición de reposo y está separada de una proyección del brazo oscilante 420. En la figura 4G, el cable 412 se ha contraído, lo que ha causado el movimiento del brazo oscilante 420 alrededor de un punto de pivote 432. Esto causa, por lo tanto, la rotación de la cuchilla quirúrgica 408 dentro del ojo del paciente. En este punto, la proyección del brazo oscilante 420 está ahora más cerca de o en contacto con un extremo de la abrazadera de muelle 418b. El cable 414 puede  
25 contraerse a continuación, tal como aplicando una corriente eléctrica al cable 414. Esto tira hacia abajo del extremo de la abrazadera de muelle 418b, lo que también tira hacia abajo de la proyección del brazo oscilante 420. Esto causa el movimiento del brazo oscilante 420 en la dirección opuesta y, por lo tanto, la rotación de la cuchilla quirúrgica 408 fuera del ojo del paciente.

30 Las figuras 4H y 4I ilustran diversos detalles adicionales de la herramienta quirúrgica 400. Por ejemplo, estas figuras ilustran cómo diversos componentes en la herramienta quirúrgica 400 están acoplados conjuntamente. Estas figuras también ilustran las estructuras de diversos componentes en la herramienta quirúrgica 400.

35 En realizaciones particulares, cualquiera de las herramientas quirúrgicas descritas anteriormente podría incluir una parte desmontable, tal como un módulo desmontable. La parte desmontable puede contener diversos componentes que pueden reutilizarse en múltiples herramientas quirúrgicas. Por ejemplo, los componentes en un módulo desmontable podrían reutilizarse en múltiples herramientas quirúrgicas, mientras que las otras partes de cada herramienta quirúrgica podrían ser desechables (tal como después del uso de una herramienta para un único  
40 paciente). Esto puede eliminar, por ejemplo, la necesidad de esterilizar las partes desechables de la herramienta quirúrgica entre usos en diferentes pacientes. En realizaciones particulares, el módulo desmontable de una herramienta quirúrgica puede incluir una fuente de energía para la herramienta quirúrgica, tal como una o más baterías. El módulo desmontable también podría incluir una placa de circuito impreso que contiene el circuito lógico para controlar la herramienta quirúrgica y componentes transmisores/receptores inalámbricos. Cualesquiera otros o  
45 adicionales componentes podrían estar contenidos dentro de la parte desmontable de una herramienta quirúrgica.

Aunque los microconmutadores 424a-424b se muestran en el presente documento como siendo usados para monitorizar el movimiento del brazo oscilante 420, también podrían usarse otros mecanismos. Por ejemplo, los microconmutadores podrían sustituirse por un codificador óptico. Un codificador óptico ejemplar podría incluir una estructura semicircular u otra con marcas de escala y un lector óptico para leer las marcas de escala. El codificador  
50 óptico podría monitorizar la posición del brazo oscilante 420 leyendo las marcas de escala en la estructura a medida que el brazo oscilante se mueve. Esto puede permitir que el codificador óptico monitorice de forma continua la posición del brazo oscilante 420 y, de este modo, la posición de la cuchilla quirúrgica. El codificador óptico también podría proporcionar órdenes o datos a otros componentes de la herramienta quirúrgica 400, tal como una vez completada o interrumpida la rotación del brazo oscilante.

55 Las figuras 5A a 5Q ilustran una quinta herramienta quirúrgica ejemplar 500 para realizar incisiones de acuerdo con esta divulgación. La realización de la herramienta quirúrgica 500 mostrada en las figuras 5A a 5Q es para ilustración solamente. Otras realizaciones de la herramienta quirúrgica 500 podrían usarse sin alejarse del alcance de esta divulgación.

60 En este ejemplo, la herramienta quirúrgica 500 puede contener muchos de los mismos o similares componentes tal como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, la herramienta quirúrgica 500 incluye una carcasa 502 y un conjunto de cuchilla 504. Una placa de circuito impreso 506 podría soportar diversas funciones realizadas por la herramienta quirúrgica 500, tal como permitiendo y controlando la rotación de una cuchilla quirúrgica 508. Además,  
65 una o más fuentes de energía 510, tales como una o más baterías, pueden suministrar energía a la herramienta quirúrgica 500.

La rotación bidireccional de la cuchilla quirúrgica 508 se crea usando tres cables 512-516. Un cable 512 se extiende generalmente desde un brazo oscilante 520 (tal como se muestra en las figuras 5D y 5I), alrededor de una polea 522a, a la placa de circuito impreso 506 (tal como se muestra en las figuras 5K y 5L). Otro cable 514 se extiende generalmente desde una abrazadera de muelle 518 (tal como se muestra en las figuras 5D y 5I), alrededor de una polea 522b, a la placa de circuito impreso 506 (tal como se muestra en las figuras 5K y 5L). La abrazadera de muelle 518 y el brazo oscilante 520 están montados de forma que puedan pivotar sobre un bastidor 521. Cada uno de los cables 512-514 podría estar formado de cualquier material o materiales adecuados, tales como flexinol u otro material o materiales que pueden contraerse. El tercer cable 516 está conectado en ambos extremos al brazo oscilante 520 y forma un bucle alrededor de la cuchilla quirúrgica 508. El cable 516 podría estar formado de cualquier material o materiales adecuados, tal como Kevlar. Cada uno de los cables 512-516 también podría tener cualquier forma adecuada, tal como una hebra de material o materiales que tienen una sección transversal circular u ovoide (aunque podrían usarse otras formas que tienen otras secciones transversales).

En esta realización ejemplar, la contracción de los cables 512-514 puede causar el movimiento del brazo oscilante 520, que puede impartir a continuación rotación bidireccional al cable 516 y, por lo tanto, rotación bidireccional a la cuchilla quirúrgica 508. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 5I, la contracción del cable 512 puede causar la rotación en el sentido de las agujas del reloj del brazo oscilante 520, que puede hacer girar a la cuchilla quirúrgica 508 en una dirección. La contracción del cable 514 puede tirar de la abrazadera de muelle 518, que a continuación empuja contra el brazo oscilante 520 para causar la rotación en sentido contrario a las agujas del reloj del brazo oscilante 520 y la rotación de la cuchilla quirúrgica 508 en otra dirección. Esta rotación en sentido contrario a las agujas del reloj del brazo oscilante 520 puede estirar el primer cable 512 para recuperar una mayor longitud y aproximarse a su estado precargado. Cuando una corriente eléctrica u otra causa de la contracción del segundo cable 514 cesa, la abrazadera de muelle 518 puede tirar a continuación del cable 514 para estirar el cable 514 de modo que pueda recuperar una mayor longitud y aproximarse a su estado precargado.

Dos microconmutadores 524a-524b se usan para controlar la rotación de la cuchilla quirúrgica 508. Los microconmutadores 524a-524b podrían residir, por ejemplo, en la placa de circuito impreso 506 o en cualquier otra ubicación o ubicaciones adecuadas. Dos proyecciones 526a-526b en el brazo oscilante 520 pueden moverse atrás y adelante a medida que el brazo oscilante 520 se mueve y cada proyección 526a-526b puede pulsar eventualmente uno de los microconmutadores 524a-524b. De esta manera, la herramienta quirúrgica 500 o un componente externo puede determinar cuándo se ha hecho girar apropiadamente a la cuchilla quirúrgica 508. Una vez más, puede observarse que, aunque los microconmutadores 524a-524b se muestran en el presente documento como siendo usados para monitorizar el movimiento del brazo oscilante 520, también podrían usarse otros mecanismos, tales como un codificador óptico.

La herramienta quirúrgica 500 puede incluir componentes adicionales para realizar diversas funciones. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 5M, un tranceptor inalámbrico 528 podría proporcionarse para permitir comunicaciones inalámbricas a y/o desde la herramienta quirúrgica 500. El tranceptor inalámbrico 528 podría realizar, por ejemplo, comunicaciones por RF o infrarrojos. Las comunicaciones podrían ser unidireccionales (solamente transmitir/solamente recibir) o bidireccionales.

Como otro ejemplo, tal como se muestra en las figuras 5N y 5O, Un cable de cinta 530 podría usarse junto con la cuchilla quirúrgica 508. Por ejemplo, la cuchilla quirúrgica 508 podría tener una placa de apoyo plegable 532, que podría hacerse más plana a medida que la placa de apoyo 532 es hundida contra el ojo de un paciente. Cuando se detecta cierto nivel de hundimiento (tal como cuando la placa de apoyo 532 es generalmente plana), el cable de cinta 530 podría llevar una señal a la placa de circuito impreso 506, lo que podría disparar un indicador audible, visual y/o sensorial (vibración) 533 u otro tipo de señal (en la herramienta 500 o en un componente externo). De esta manera, la herramienta quirúrgica 500 puede informar a un cirujano u otro personal cuando la herramienta quirúrgica 500 se ha colocado apropiadamente en el ojo de un paciente. El cable de cinta 530 también podría usarse para detectar la posición de la cuchilla quirúrgica en su movimiento/rotación (tal como para detectar si se ha hecho girar a la cuchilla completamente o se ha atascado durante su rotación). Como ejemplo adicional, imanes 534a-534b podrían unirse al bastidor 521 y el brazo oscilante 520, respectivamente. Los imanes 534a-534b podrían separarse tirando durante la contracción del cable 512. Durante la contracción del cable 514, después de que la corriente deja de fluir a través del cable 514, los imanes 534a-534b podrían tirar uno hacia otro y contactar entre sí, ayudando a facilitar la retirada de la cuchilla quirúrgica del ojo del paciente. Podrían usarse cualesquiera otras o adicionales características en la herramienta quirúrgica 500.

Las figuras 6A a 6E ilustran una sexta herramienta quirúrgica ejemplar 600 para realizar incisiones de acuerdo con esta divulgación. La realización de la herramienta quirúrgica 600 mostrada en las figuras 6A a 6E es para ilustración solamente. Otras realizaciones de la herramienta quirúrgica 600 podrían usarse sin alejarse del alcance de esta divulgación.

En este ejemplo, la herramienta quirúrgica 600 puede contener muchos de los mismos o similares componentes tal como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, la herramienta quirúrgica 600 incluye una carcasa 602 y un conjunto de cuchilla 604. Una placa de circuito impreso 606 podría soportar diversas funciones realizadas por la herramienta quirúrgica 600, tal como permitiendo y controlando la rotación de una cuchilla quirúrgica en el conjunto

de cuchilla 604. Además, una o más fuentes de energía 608, tal como una o más baterías, pueden suministrar energía a la herramienta quirúrgica 600.

La rotación bidireccional de la cuchilla quirúrgica en el conjunto de cuchilla 604 se crea usando tres cables 610-614.  
 5 Un cable 610 se extiende generalmente desde una abrazadera de muelle 616, alrededor de una polea 618, y hasta la placa de circuito impreso 606. Otro cable 612 se extiende generalmente desde un brazo oscilante 620, alrededor de una polea 622, a la placa de circuito impreso 606. La abrazadera de muelle 616 y el brazo oscilante 620 están montados de forma que puedan pivotar sobre un bastidor. Cada uno de los cables 610-612 podría estar formado de cualquier material o materiales adecuados, tales como flexinol u otro material o materiales que pueden contraerse.  
 10 El tercer cable 614 está conectado en ambos extremos al brazo oscilante 620 y forma un bucle alrededor de la cuchilla quirúrgica en el conjunto de cuchilla 604. Dos poleas adicionales 624-626 se usan en este caso para guiar la trayectoria del cable 614. El cable 614 podría estar formado de cualquier material o materiales adecuados, tales como Kevlar. Cada uno de los cables 610-614 también podría tener cualquier forma adecuada, tal como una hebra de material o materiales que tiene una sección transversal circular u ovoide (aunque podrían usarse otras formas que tienen otras secciones transversales).  
 15

En esta realización ejemplar, la contracción de los cables 610-612 puede causar el movimiento del brazo oscilante 620, que puede impartir a continuación rotación bidireccional al cable 614 y, por lo tanto, rotación bidireccional a la cuchilla quirúrgica. Por ejemplo, la contracción del cable 612 puede causar rotación en sentido de las agujas del reloj del brazo oscilante 620 (tal como se muestra en la figura 6B), que puede hacer girar la cuchilla quirúrgica en una dirección. La contracción del cable 610 puede tirar de la abrazadera de muelle 616, que a continuación empuja contra el brazo oscilante 620 para causar la rotación en sentido contrario a las agujas del reloj del brazo oscilante 620 y la rotación de la cuchilla quirúrgica en otra dirección. Esta rotación en sentido contrario a las agujas del reloj del brazo oscilante 620 puede estirar el cable 612 para recuperar una mayor longitud y aproximarse a su estado precargado. Cuando una corriente eléctrica u otra causa de la contracción del segundo cable 610 cesa, la abrazadera de muelle 616 puede tirar a continuación del cable 610 para estirar el cable 610, de modo que pueda recuperar una mayor longitud y aproximarse a su estado precargado.  
 20  
 25

La herramienta quirúrgica 600 puede incluir componentes adicionales para realizar diversas funciones. Por ejemplo, podría proporcionarse un transceptor inalámbrico 628 para permitir comunicaciones inalámbricas a y/o desde la herramienta quirúrgica 600, tales como comunicaciones por RF o infrarrojos unidireccionales o bidireccionales. Como otro ejemplo, un cable de cinta 630 podría usarse junto con la cuchilla quirúrgica, tal como para detectar cuándo una placa de apoyo plegable es hundida contra el ojo de un paciente o para detectar la posición de la cuchilla quirúrgica en su rotación/movimiento. Un indicador audible, visual, y/o sensorial 632 podría usarse para producir notificaciones para un operario.  
 30  
 35

Las figuras 7A a 7H ilustran una séptima herramienta quirúrgica ejemplar 700 para realizar incisiones de acuerdo con esta divulgación. La realización de la herramienta quirúrgica 700 mostrada en las figuras 7A a 7H es para ilustración solamente. Otras realizaciones de la herramienta quirúrgica 700 podrían usarse sin alejarse del alcance de esta divulgación.  
 40

En esta realización ejemplar, la herramienta quirúrgica 700 incluye una carcasa 702. La carcasa 702 aloja o retiene diversos componentes de la herramienta quirúrgica 700. La carcasa 702 en este ejemplo incluye un cuerpo principal y un árbol. La carcasa 702 podría tener cualquier tamaño y forma adecuados y estar formada de cualquier material o materiales adecuados, tales como plástico.  
 45

Un conjunto de cuchilla quirúrgica 704 está acoplado o fijado a un extremo de la carcasa 702. El conjunto de cuchilla quirúrgica 704 incluye una cuchilla quirúrgica 706, una placa de apoyo 708 y una carcasa de la cuchilla 710. La cuchilla quirúrgica 706 incluye proyecciones que pueden encajar a través de agujeros correspondientes en la placa de apoyo 708 y/o la carcasa de la cuchilla 710 para fijar la cuchilla quirúrgica 706 en su lugar. La placa de apoyo 708 ayuda a facilitar la colocación de la herramienta quirúrgica 700 sobre el ojo del paciente e incluye muescas a través de las cuales puede pasar una cuchilla de corte.  
 50

Un cable 712 está (entre otras cosas) enrollado alrededor de la cuchilla quirúrgica 706. La rotación bidireccional puede ser impartida al cable 712 por otros componentes en la herramienta quirúrgica 700. La rotación bidireccional del cable 712 causa una rotación bidireccional correspondiente a la cuchilla quirúrgica 706, que permite que se haga girar a la cuchilla quirúrgica 706 dentro y a continuación fuera del tejido ocular del ojo del paciente para formar una incisión. El cable 712 podría estar formado de cualquier material o materiales adecuados, tales como Kevlar.  
 55

Un conjunto conmutador 714 puede usarse para controlar la herramienta quirúrgica 700. Por ejemplo, el conjunto conmutador 714 puede usarse para iniciar la rotación del cable 712 para hacer girar a la cuchilla quirúrgica 706 dentro y fuera del tejido ocular del paciente. El conjunto conmutador 714 incluye una parte externa que es accesible por un usuario fuera de la carcasa 702, así como una parte interna que conecta la parte externa a otros componentes internos de la herramienta quirúrgica 700.  
 60  
 65

En este ejemplo, un cilindro central 716 está ubicado en el cuerpo principal de la carcasa 702. Tal como se muestra en el presente documento, el cable 712 está enrollado alrededor de una parte central 717 del cilindro 716 múltiples veces. Como resultado, el cilindro 716 puede usarse para impartir rotación bidireccional al cable 712, ayudando de este modo a impartir rotación bidireccional a la cuchilla quirúrgica 706.

5 Tal como se muestra en las figuras 7C a 7F, dos muelles 718-720 y dos pestillos de enganche 722-724 se usan para controlar la rotación del cilindro central 716. En este caso, un extremo del muelle 718 se inserta a través de una muesca en el cilindro 716 y puede fijarse mediante el pestillo de enganche 722. Análogamente, un extremo del muelle 720 se inserta a través de otra muesca en el cilindro 716 y puede fijarse mediante el pestillo de enganche 724 (tal como se muestra más claramente en las figuras 7G y 7H). Cuando los muelles 718-720 están fijados mediante los pestillos de enganche 722-724 (tal como se muestra en las figuras 7C y 7D), la cuchilla quirúrgica 706 podría estar en su posición de partida.

15 Un usuario puede mover a continuación el conjunto conmutador 714 hacia abajo. El conjunto conmutador 714 tiene una proyección insertada a través de una ranura del pestillo de enganche 722. El pestillo de enganche 722 es giratorio, y el conjunto conmutador 714 puede tirar hacia abajo de una parte del pestillo de enganche 722. Esto hace que la parte del pestillo de enganche 722 que sujeta al muelle 718 pivote hacia arriba, liberando el muelle 718. El muelle 718 en este ejemplo es empujado y tira hacia arriba de la muesca en el cilindro 716, haciendo que el cilindro 716 gire en el sentido de las agujas del reloj (tal como se ve en las figuras 7C y 7E) o hacia atrás (tal como se ve en las figuras 7D y 7F) mientras que también se empuja a la parte central 717 más cerca del muelle 720 (tal como se ve en las figuras 7D y 7F). Esto imparte rotación direccional a la cuchilla quirúrgica 706, haciendo que la cuchilla quirúrgica 706 gire dentro del tejido ocular del ojo del paciente.

25 Un mecanismo similar podría usarse con el muelle 720 y el pestillo de enganche 724 para hacer girar a la cuchilla quirúrgica 706 fuera del tejido ocular del ojo del paciente. El pestillo de enganche 724 podría fijar el muelle 720 hasta que el pestillo de enganche 724 es liberado, que podría activarse de cualquier manera adecuada (tal como el movimiento de la parte central 717). El muelle 720 puede ser más fuerte que el muelle 718, lo que significa que el muelle 720 puede proporcionar una mayor fuerza rotacional que el muelle 718. Como resultado, incluso con el muelle 718 sin fijar mediante su pestillo de enganche 722, el muelle 720 puede impartir una fuerza rotacional opuesta al cilindro 716, haciendo que el cilindro 716 gire en sentido contrario a las agujas del reloj (tal como se ve en las figuras 7C y 7E) o hacia delante (tal como se ve en las figuras 7D y 7F). Esto hace que la cuchilla quirúrgica 706 gire fuera del tejido ocular del ojo del paciente. Eventualmente, el extremo del muelle 718 vuelve a una posición en la que puede ser capturado y fijado por el pestillo de enganche 722. En este punto, el usuario puede mover el conjunto conmutador 714 hacia arriba, haciendo girar al pestillo de enganche 722 de vuelta a la posición en la que el muelle 718 es capturado (yendo de este modo desde la posición mostrada en las figuras 7E y 7F a la posición mostrada en las figuras 7C y 7D).

40 Un émbolo de retorno 726 se usa tal como se muestra en las figuras 7G y 7H para devolver al muelle 720 a su posición fijada. Tal como se muestra en el presente documento, el muelle 720 puede moverse hundiendo el émbolo de retorno 726, lo que empuja al muelle 720 hacia abajo en las figuras 7G y 7H hasta que el muelle 720 es capturado por el pestillo de enganche 724. En este punto, el émbolo de retorno 726 puede liberarse y devolverse a su posición de partida. La herramienta quirúrgica 700 está lista para reutilizarla, tal como para formar otra incisión en el mismo ojo u ojos del paciente.

45 Las figuras 8A a 8D ilustran una octava herramienta quirúrgica ejemplar 800 para realizar incisiones de acuerdo con esta divulgación. La realización de la herramienta quirúrgica 800 mostrada en las figuras 8A a 8D es para ilustración solamente. Otras realizaciones de la herramienta quirúrgica 800 podrían usarse sin alejarse del alcance de esta divulgación.

50 En este ejemplo, la herramienta quirúrgica 800 incluye un cuerpo 802, un árbol 804 y un conjunto de cuchilla quirúrgica 806. El conjunto de cuchilla quirúrgica 806 incluye una placa de apoyo 808 que, en esta realización, es similar a la placa de apoyo 214 en las figuras 2A a 2C. La placa de apoyo 808 incluye muescas a través de las cuales una cuchilla quirúrgica puede pasar y espigas para fijar la placa de apoyo 808 al ojo del paciente. La placa de apoyo 808 también puede oscilar hacia atrás y hacia delante sobre la herramienta quirúrgica 800. Sin embargo, en esta realización ejemplar, la placa de apoyo 808 tiene una forma más redondeada o arqueada. La placa de apoyo 808 podría tener cualquier otro tamaño, forma o configuración.

60 La herramienta quirúrgica 800 también incluye un conjunto conmutador 810 usado para controlar la herramienta quirúrgica 800. La herramienta quirúrgica 800 incluye, además, dos muelles 812, dos pestillos de enganche 814, dos brazos mecánicos 816 y un émbolo de retorno 818. El conjunto conmutador 810, los muelles 812 y los pestillos de enganche 814 podrían funcionar de la misma o de manera similar a la herramienta quirúrgica 700 en las figuras 7A a 7H. Por ejemplo, un pestillo de enganche 814 podría liberar un muelle 812 en respuesta al movimiento hacia abajo del conjunto conmutador 810, permitiendo que una cuchilla quirúrgica gire en una dirección. Otro pestillo de enganche 814 podría liberar a continuación otro muelle 812, permitiendo que se haga girar a la cuchilla quirúrgica en la dirección opuesta. Los brazos mecánicos 816 pueden usarse para devolver a los muelles 812 a una posición deseada en base al movimiento hacia abajo del émbolo de retorno 818. El movimiento hacia arriba del émbolo de

retorno 818 permite que los brazos mecánicos 816 liberen los muelles 812.

En realizaciones particulares, la herramienta quirúrgica 700 mostrada en las figuras 7A a 7H o la herramienta quirúrgica 800 mostrada en las figuras 8A a 8D podría representar una herramienta desechable que se usa en un paciente y a continuación se desecha. Aunque la herramienta quirúrgica 700 u 800 se esteriliza antes de su uso en un paciente, esto puede ayudar a evitar la necesidad de re-esterilizar la herramienta 700 u 800.

Aunque las figuras 1A a 8D ilustran diversos ejemplos de herramientas quirúrgicas para realizar incisiones, podrían realizarse diversos cambios a estas figuras. Por ejemplo, la disposición y organización de los componentes en cada herramienta quirúrgica son para ilustración solamente, y otras disposiciones y organizaciones de los componentes en cada herramienta podrían usarse. Además, diversos componentes en cada herramienta podrían combinarse u omitirse y componentes adicionales podrían añadirse de acuerdo con necesidades particulares. Además, diversos componentes en cada herramienta podrían sustituirse por otros componentes que realizan las mismas o funciones similares. Además, diversas características mostradas o descritas con respecto a una o más de las herramientas quirúrgicas podrían usarse con otras de las herramientas quirúrgicas. Más allá de esto, podrían usarse otros o adicionales mecanismos para causar la rotación de una cuchilla quirúrgica en una herramienta quirúrgica, tal como un motor eléctrico. La cuchilla quirúrgica también podría moverse de forma manual, tal como usando una rueda controlada por el pulgar de un cirujano u otra parte de la mano del cirujano para hacer girar de forma manual a la cuchilla quirúrgica. Además, algunas de estas figuras han ilustrado diversas herramientas quirúrgicas en las que una cuchilla quirúrgica se hace girar o se mueve de otro modo en base al cambio de la longitud de uno o más cables de flexinol u otros. Podría usarse la misma o una técnica adicional en cualquier otra herramienta quirúrgica adecuada (ya se use o no esa herramienta quirúrgica para realizar incisiones en el ojo de un paciente).

Las figuras 9A a 9D ilustran un conjunto de cuchilla quirúrgica ejemplar 900 con una prótesis ocular para su uso con una herramienta quirúrgica para realizar incisiones de acuerdo con esta divulgación. La realización del conjunto de cuchilla quirúrgica 900 mostrada en las figuras 9A a 9D es para ilustración solamente. Otras realizaciones del conjunto de cuchilla quirúrgica 900 podrían usarse sin alejarse del alcance de esta divulgación.

En este ejemplo, el conjunto de cuchilla quirúrgica 900 se usa para formar una incisión y para implantar una prótesis escleral u otro implante. El conjunto de cuchilla quirúrgica 900 podría usarse con cualquiera de las herramientas quirúrgicas desveladas en este documento de patente.

Tal como se muestra en el presente documento, el conjunto de cuchilla quirúrgica 900 incluye una parte central 902, una cuchilla de corte 904, y brazos del cubo 906a-906b. La parte central 902 puede hacerse girar en múltiples direcciones para mover la cuchilla de corte 904 dentro y fuera del tejido escleral del ojo de un paciente. Los brazos del cubo 906a-906b acoplan la parte central 902 a la cuchilla de corte 904, ayudando a traducir la rotación de la parte central 902 en el movimiento de la cuchilla de corte 904.

Una prótesis escleral 908 está acoplada con el extremo de cola de la cuchilla de corte 904. Tal como se muestra en el presente documento, la cuchilla de corte 904 es girada inicialmente a través del tejido escleral del ojo del paciente usando el brazo del cubo 906b. Eventualmente, el brazo del cubo 906a se acopla con la punta de la cuchilla de corte 904, y el brazo del cubo 906b se desprende de la cuchilla de corte 904. El brazo del cubo 906a sigue haciendo girar a la cuchilla de corte 904 a través del tejido escleral y fuera del túnel escleral recién formado. En este ejemplo, la prótesis escleral 908 es arrastrada al interior del túnel escleral de arriba hacia abajo por la cuchilla de corte 904 y a continuación se desprende de la cuchilla de corte 904. La prótesis 908 puede hacerse girar a continuación (tal como por un cirujano u otro personal que usa un instrumento quirúrgico para hacer girar de forma manual a la prótesis 908) para posicionar apropiadamente la prótesis 908 en el túnel escleral recién formado.

La técnica mostrada en las figuras 9A a 9D es para ilustración solamente. Cualquier otra técnica adecuada podría usarse para implantar una prótesis escleral en un túnel escleral. Por ejemplo, el conjunto de cuchilla quirúrgica 900 podría incluir un único brazo del cubo, y el conjunto de cuchilla quirúrgica 900 podría hacer girar a la cuchilla de corte 904 dentro del tejido escleral y a continuación fuera del tejido escleral para formar un túnel escleral. La prótesis 908 podría insertarse a continuación dentro del túnel escleral usando cualquier otra herramienta o técnica adecuada.

Aunque las figuras 9A a 9D ilustran un ejemplo de un conjunto de cuchilla quirúrgica 900 con una prótesis ocular para su uso con una herramienta quirúrgica para realizar incisiones, diversos cambios pueden realizarse a las figuras 9A a 9D. Por ejemplo, podría usarse cualquier otra técnica adecuada para formar un túnel escleral en el ojo de un paciente. La formación del túnel escleral puede incluir o no la implantación simultánea o casi simultánea de una prótesis escleral en el túnel escleral.

Las figuras 10A y 10B ilustran métodos ejemplares 1000 y 1050 para realizar incisiones de acuerdo con esta divulgación. Las realizaciones de los métodos 1000 y 1050 mostrados en las figuras 10A y 10B son para ilustración solamente. Otras realizaciones de los métodos 1000 y 1050 podrían usarse sin alejarse del alcance de esta divulgación.

En la figura 10A, una herramienta quirúrgica está fijada al ojo de un paciente en la etapa 1002. Esto podría incluir, por ejemplo, colocar la herramienta quirúrgica sobre el ojo del paciente en la ubicación apropiada y usar la placa de apoyo de la herramienta quirúrgica para mantener esa posición. Esto también podría incluir montar la herramienta quirúrgica sobre un dispositivo de fijación ocular que se ha colocado sobre el ojo del paciente.

5 La herramienta quirúrgica es activada en la etapa 1004. Esto podría incluir, por ejemplo, mover un conmutador ubicado en la herramienta quirúrgica en la posición apropiada. Esto también podría incluir usar un pedal u otro dispositivo o estructura externa para enviar una orden por cable o inalámbrica a la herramienta quirúrgica.

10 La longitud de un cable contráctil en la herramienta quirúrgica es acortada en la etapa 1006. Esto podría incluir, por ejemplo, calentar un cable formado de flexinol, tal como usando una corriente eléctrica. El calor creado en el cable de flexinol por la corriente eléctrica hace que el cable de flexinol se acorte o se contraiga, reduciendo su longitud global en la herramienta quirúrgica.

15 Una cuchilla quirúrgica se hace girar dentro y fuera del ojo de un paciente en la etapa 1008. Esto podría incluir, por ejemplo, el cable contráctil haciendo que una rueda locomotora 132 gire, lo que hace que un brazo locomotor 134 mueva un cable 114, que hace que una rueda giratoria 108 haga girar a una cuchilla quirúrgica 106. La rueda locomotora 132 puede girar a o cerca de 360°, lo que significa que el brazo locomotor 134 imparte rotación bidireccional al cable 114. Esto también imparte rotación bidireccional a la cuchilla quirúrgica 106, permitiendo que la  
20 cuchilla quirúrgica 106 se mueva dentro y a continuación fuera del tejido ocular del paciente.

La herramienta quirúrgica puede retirarse del ojo del paciente en la etapa 1010. Esto puede incluir, por ejemplo, mover la herramienta quirúrgica de una ubicación a otra para formar otra incisión. Esto también podría incluir retirar la herramienta quirúrgica de modo que puedan producirse etapas o procedimientos quirúrgicos adicionales, tales como la implantación de una prótesis escleral u otro dispositivo en la incisión.  
25

En la figura 10B, una herramienta quirúrgica se fija al ojo de un paciente en la etapa 1052, y la herramienta quirúrgica es activada en la etapa 1054. La longitud de un primer cable contráctil en la herramienta quirúrgica se acorta en la etapa 1056, tal como aplicando una corriente eléctrica a un primer cable de flexinol. Una cuchilla  
30 quirúrgica se hace girar dentro del ojo de un paciente en la etapa 1058. Esto podría incluir, por ejemplo, el primer cable contráctil que tira de una cuchilla quirúrgica 212. El primer cable contráctil podría, por ejemplo, enrollarse alrededor de una cuchilla quirúrgica 212 y tirar de/hacer girar a la cuchilla quirúrgica 212 en una dirección.

La longitud de un segundo cable contráctil en la herramienta quirúrgica se acorta en la etapa 1060, tal como aplicando una corriente eléctrica a un segundo cable de flexinol. La cuchilla quirúrgica se hace girar fuera del ojo del  
35 paciente en la etapa 1062. Esto podría incluir, por ejemplo, el segundo cable contráctil que tira de la cuchilla quirúrgica 212. El segundo cable contráctil podría, por ejemplo, enrollarse alrededor de la cuchilla quirúrgica 212 y tirar de/hacer girar a la cuchilla quirúrgica 212 en la dirección opuesta (en comparación con la dirección de la rotación causada por el primer cable contráctil). La herramienta quirúrgica puede retirarse del ojo del paciente en la  
40 etapa 1064.

Aunque las figuras 10A y 10B ilustran ejemplos de métodos 1000 y 1050 para realizar incisiones, pueden realizarse diversos cambios a las figuras 10A y 10B. Por ejemplo, aunque se muestran como una serie de etapas, diversas etapas en las figuras 10A y 10B podrían solaparse, producirse en paralelo, producirse en un orden diferente o  
45 producirse múltiples veces. Además, podrían usarse otros mecanismos para traducir la contracción de uno o más cables en rotación unidireccional o multidireccional de una cuchilla quirúrgica. Además, podrían usarse métodos similares para formar incisiones en otras áreas y no es necesario que estén limitadas al uso simplemente con incisiones oculares.

50 En algunas realizaciones, diversas funciones descritas anteriormente son implementadas o soportadas por un programa informático que está formado a partir de un código de programación legible por ordenados y que está incorporado en un medio legible por ordenador. La frase “código de programación legible por ordenador” incluye cualquier tipo de código informático, incluyendo código fuente, código objeto y código ejecutable. La frase “medio legible por ordenador” incluye cualquier tipo de medio capaz de ser accedido por un ordenador, tal como memoria de solo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio (RAM), un disco duro, un disco compacto (CD), un disco de  
55 video/versátil digital (DVD), o cualquier otro tipo de memoria.

Puede ser ventajoso describir definiciones de algunas palabras y frases usadas en todo este documento de patente. Los términos “incluyen” y “comprenden”, así como derivados de los mismos, significan inclusión sin limitación. El término “o” es inclusivo, significando y/o. Las frases “asociado con” y “asociado con ello” así como derivados de las  
60 mismos, puede significar incluir, estar incluido dentro de, interconectar con, contener, estar contenido en, conectar a o con, acoplarse a o con, ser comunicable con, cooperar con, intercalarse, yuxtaponerse, estar próximo a, estar unido a o con, tener, tener una propiedad de, o similares.

65 Aunque esta divulgación ha descrito ciertas realizaciones y métodos generalmente asociados, alteraciones y permutaciones de estas realizaciones y métodos serán evidentes para los expertos en la materia. Por consiguiente,

la descripción anterior de realizaciones ejemplares no define o limita esta divulgación. Otros cambios, sustituciones y alteraciones también son posibles sin alejarse del espíritu y alcance de esta divulgación, tal como se define mediante las siguientes reivindicaciones.

5

**REIVINDICACIONES**

1. Una herramienta quirúrgica que comprende:

5 una cuchilla quirúrgica (706, 806) configurada para ser movida para formar una incisión;  
 un cable (712) configurado para causar el movimiento de la cuchilla quirúrgica;  
 y **caracterizada por que** la herramienta quirúrgica comprende un eje central (716) alrededor del cual está  
 enrollado el cable (712);  
 10 primer y segundo muelles (718, 720, 812) configurados para hacer girar al eje central en primera y segunda  
 direcciones, respectivamente, causando de este modo el movimiento bidireccional de la cuchilla quirúrgica (706,  
 806);  
 primer y segundo pestillos de enganche (722, 724, 814) configurados para fijar y liberar los primer y segundo  
 muelles, respectivamente;  
 15 un conjunto conmutador (714, 810) configurado para hacer que el primer pestillo de enganche libere al primer  
 muelle de modo que el eje central gire en la primera dirección, el segundo pestillo de enganche configurado  
 para liberar al segundo muelle de modo que el eje central gire en la segunda dirección; y  
 un émbolo (726, 818) configurado para devolver al menos uno de los muelles a una ubicación para que vuelva a  
 quedar fijado por al menos uno de los pestillos de enganche.

20 2. La herramienta quirúrgica de la reivindicación 1, donde la herramienta quirúrgica comprende además:

primer y segundo brazos mecánicos (816) acoplados al émbolo y configurados para devolver a los primer y  
 segundo muelles a ubicaciones para que vuelvan a quedar fijados mediante los primer y segundo pestillos de  
 enganche.

25 3. La herramienta quirúrgica de la reivindicación 1, donde el conjunto conmutador (714, 810) comprende una  
 proyección insertada en una ranura del primer pestillo de enganche, donde el movimiento del conjunto conmutador  
 hace que el primer pestillo de enganche (722, 814) gire y libere al primer muelle (718, 812).

30 4. La herramienta quirúrgica de la reivindicación 1, donde el primer muelle está configurado para hacer que el eje  
 central (716) se acerque al segundo pestillo de enganche (724, 814).

5. La herramienta quirúrgica de la reivindicación 4, donde el segundo pestillo de enganche está configurado para  
 35 liberar al segundo muelle (720, 812) cuando es activado por el movimiento del eje central (716) hacia el segundo  
 pestillo de enganche (724, 814).

6. La herramienta quirúrgica de la reivindicación 1, donde el segundo muelle (720, 812) es más fuerte que el primer  
 muelle (718, 812) y hace que el eje central (716) gire en la segunda dirección incluso cuando el primer muelle no  
 40 está fijado por el primer pestillo de enganche.

7. La herramienta quirúrgica de la reivindicación 6, donde: el segundo muelle (720, 812) está configurado para hacer  
 que un extremo del primer muelle (718, 812) vuelva a la ubicación donde el extremo del primer muelle está fijado por  
 el primer pestillo de enganche; y el émbolo (726, 818) está configurado para devolver a un extremo del segundo  
 muelle a la ubicación donde el extremo del segundo muelle está fijado por el segundo pestillo de enganche.

45 8. La herramienta quirúrgica de la reivindicación 1, donde la herramienta quirúrgica comprende además:

una placa de apoyo (708, 808) configurada para colocarla sobre el ojo de un paciente, comprendiendo la placa  
 de apoyo muescas a través de las cuales la cuchilla quirúrgica pasa durante la rotación de la cuchilla quirúrgica.

50 9. Un método que comprende

hacer que un primer pestillo de enganche (722, 814) libere a un primer muelle (718, 812);  
 hacer girar a un eje central (716) en una primera dirección usando el primer muelle liberado para impartir un  
 55 movimiento en la primera dirección a un cable (712) enrollado alrededor del eje central causando de este modo  
 el movimiento de una cuchilla quirúrgica en una primera dirección;  
 hacer que un segundo pestillo de enganche (724, 814) libere a un segundo muelle (720, 812);  
 hacer girar al eje central en una segunda dirección usando el segundo muelle liberado para impartir un  
 movimiento en la segunda dirección al cable, causando de este modo el movimiento de una cuchilla quirúrgica  
 60 en una segunda dirección; y  
 devolver al menos uno de los muelles a una ubicación para que vuelva a quedar fijado mediante al menos uno  
 de los pestillos de enganche.

10. El método de la reivindicación 9, donde

65 hacer girar al eje central (716) en la primera dirección comprende mover el eje central más cerca del segundo

pestillo de enganche (724, 814); y hacer que el segundo pestillo de enganche libere al segundo muelle (720, 812) comprende activar el segundo pestillo de enganche en base al movimiento del eje central hacia el segundo pestillo de enganche.

5 11. El método de la reivindicación 9, donde

el segundo muelle (720, 812) es más fuerte que el primer muelle (718, 812) y hace que el eje central (716) gire en la segunda dirección incluso cuando el primer muelle no está fijado por el primer pestillo de enganche.

10 12. El método de la reivindicación 9, donde

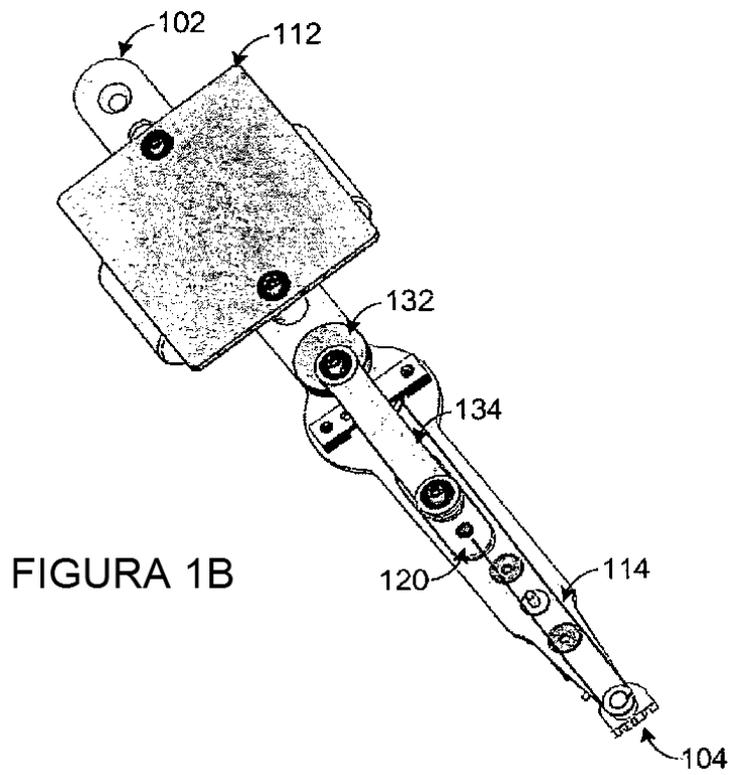
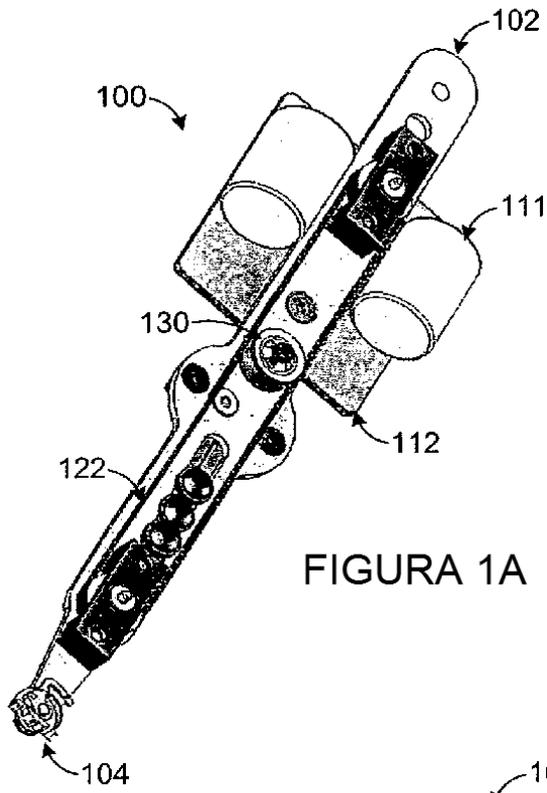
hacer girar al eje central (716) en la segunda dirección hace que un extremo del primer muelle (718, 812) vuelva a la ubicación donde el extremo del primer muelle es fijado por el primer pestillo de enganche (722, 814); y el método comprende además hundir un émbolo (726, 818) para devolver a un extremo del segundo muelle a la ubicación donde el extremo del segundo muelle es fijado por el segundo pestillo de enganche.

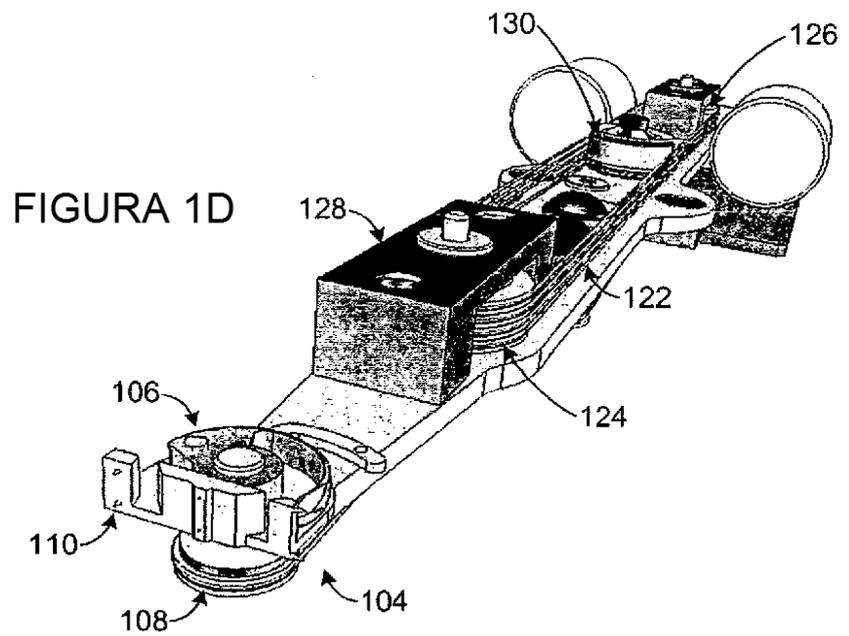
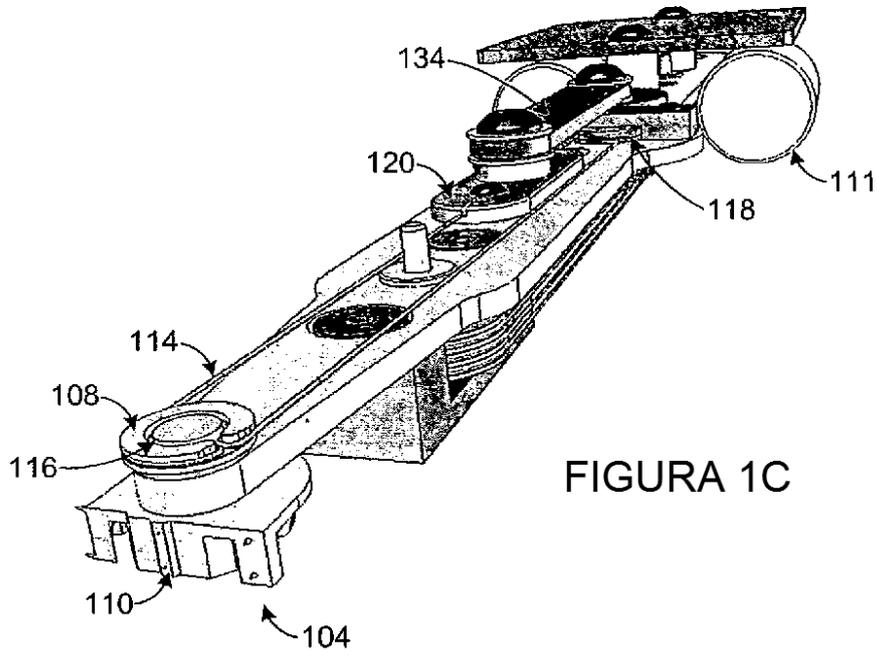
15

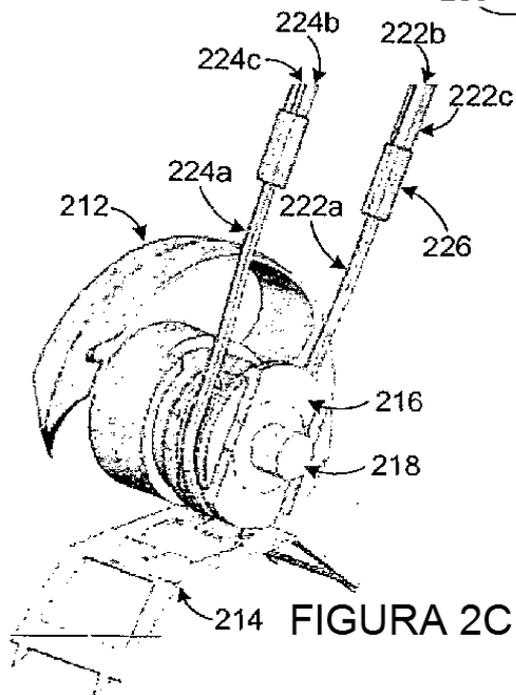
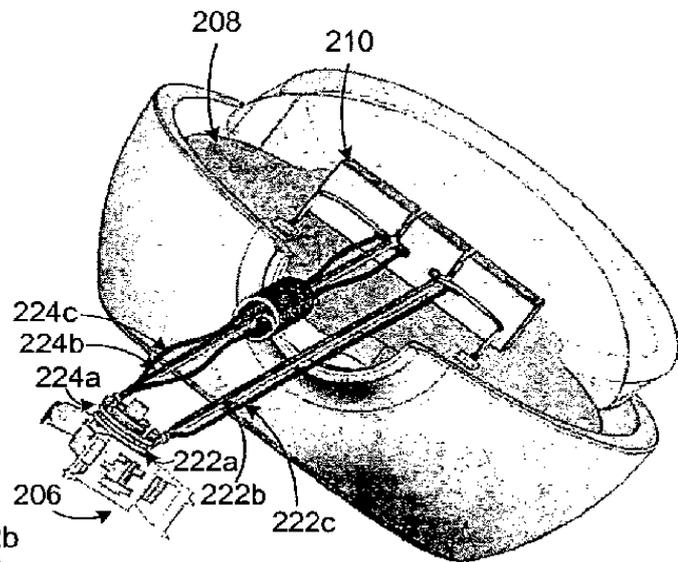
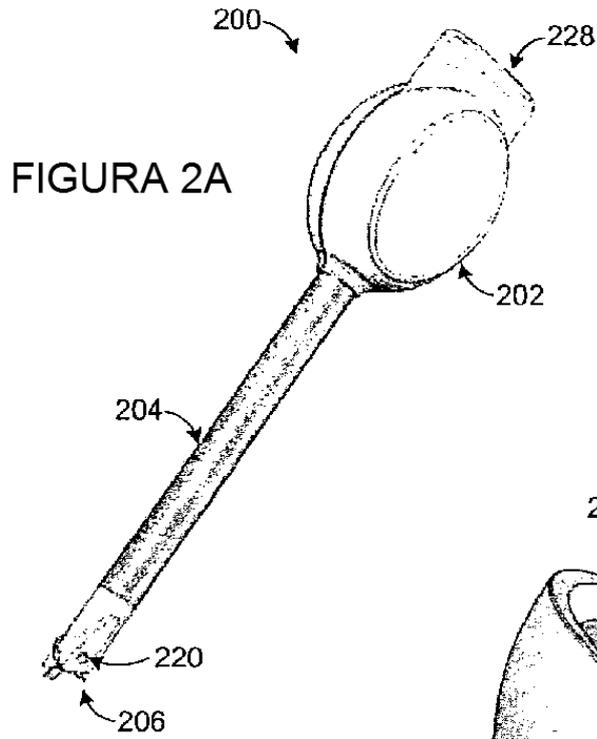
13. El método de la reivindicación 9, que comprende además

impartir rotación bidireccional a una cuchilla quirúrgica (706, 806) usando el cable.

20







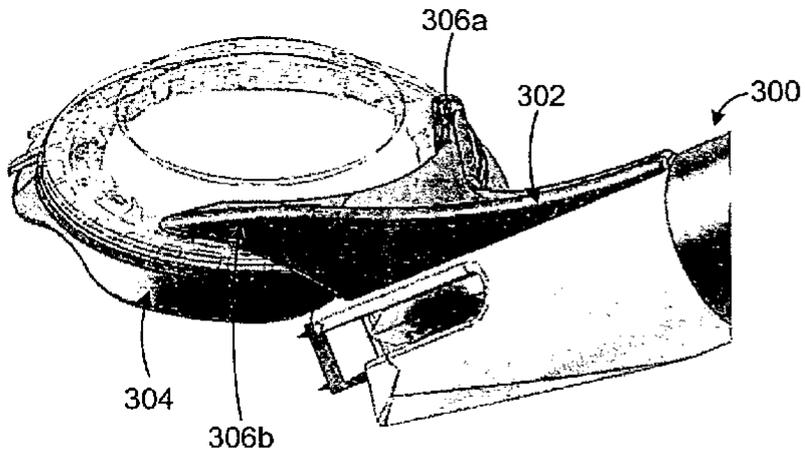


FIGURA 3A

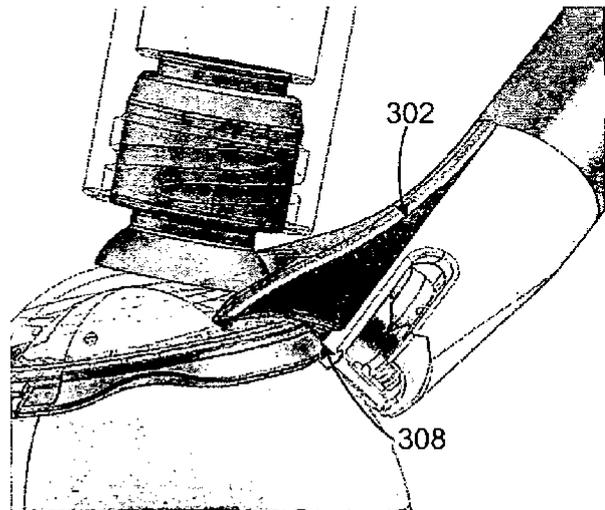


FIGURA 3B

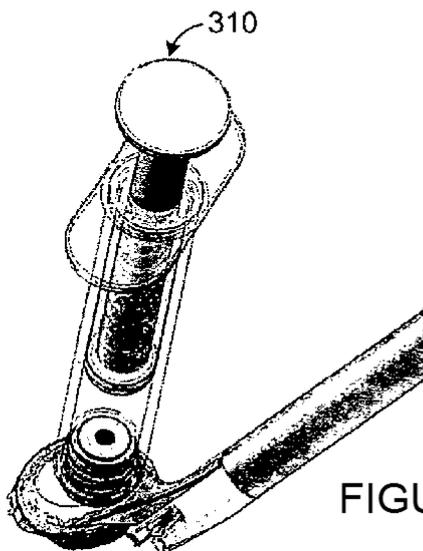
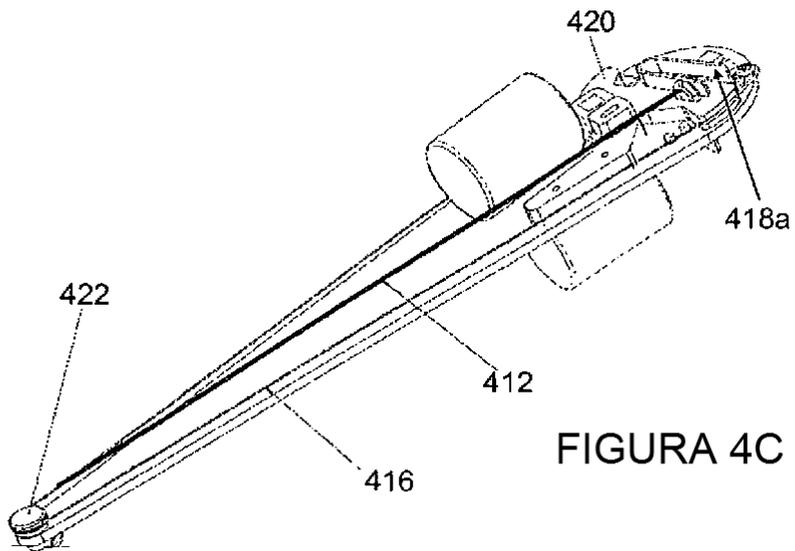
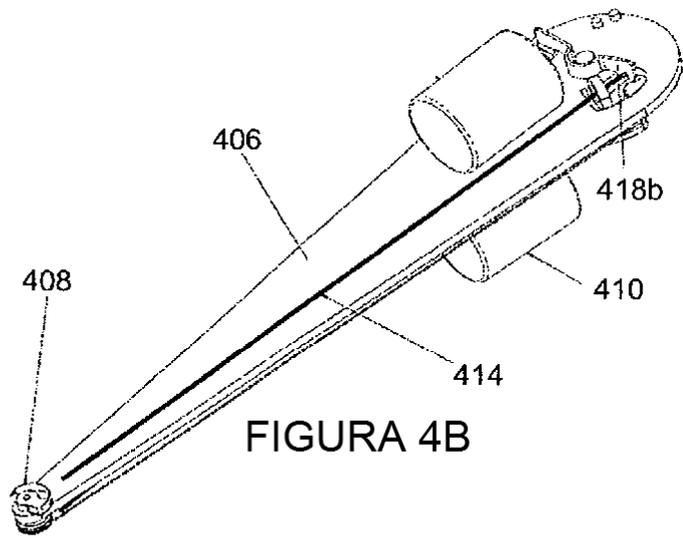
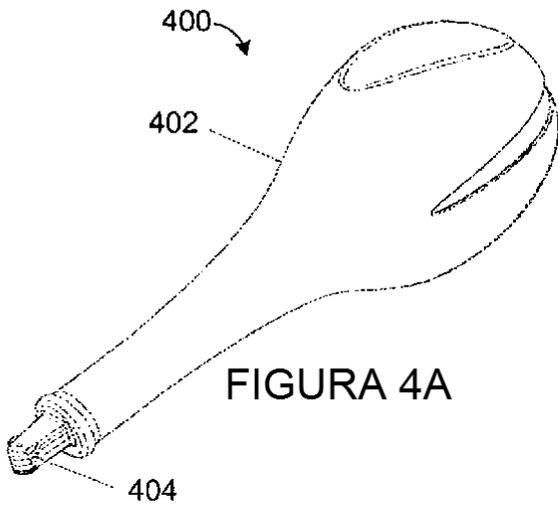


FIGURA 3C



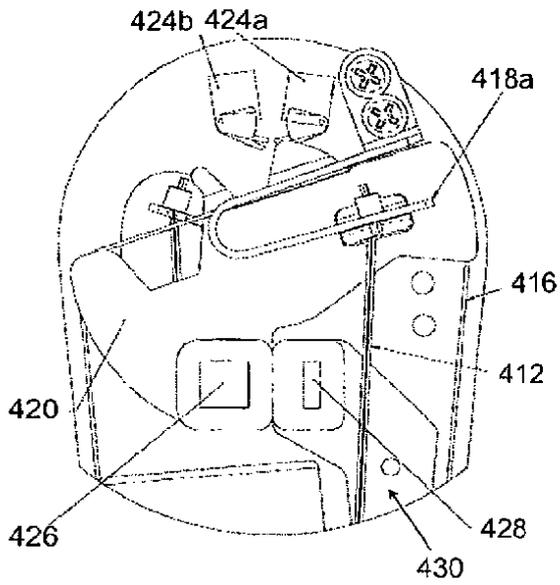


FIGURA 4D

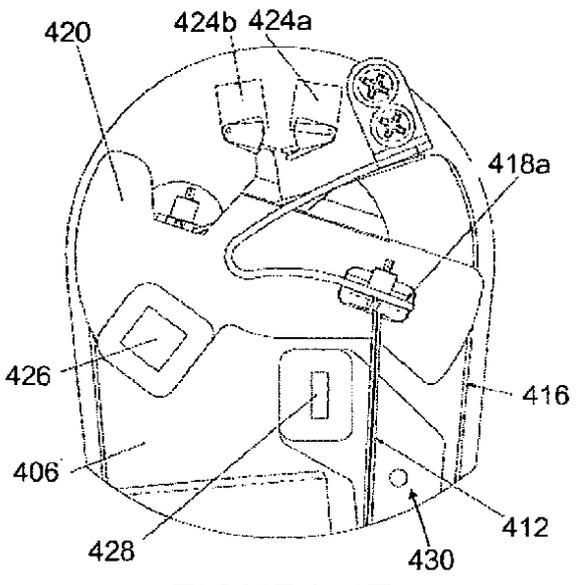


FIGURA 4E

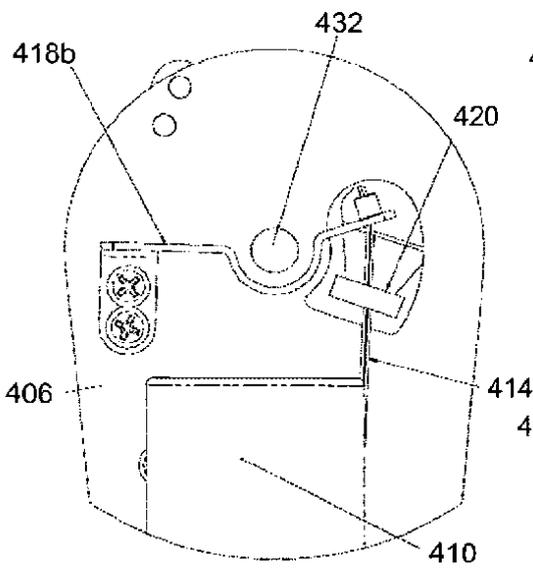


FIGURA 4F

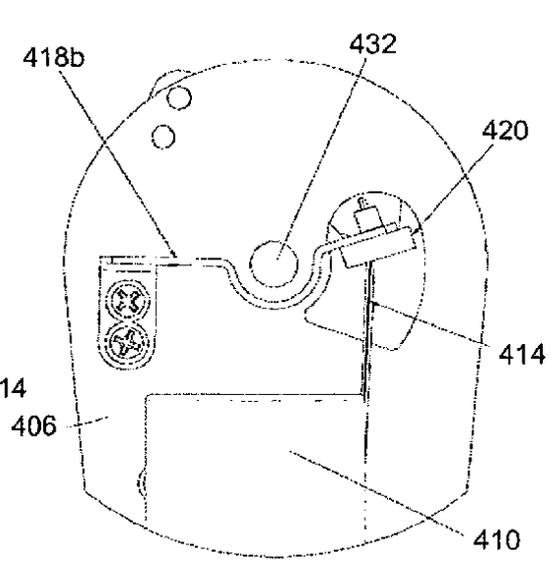
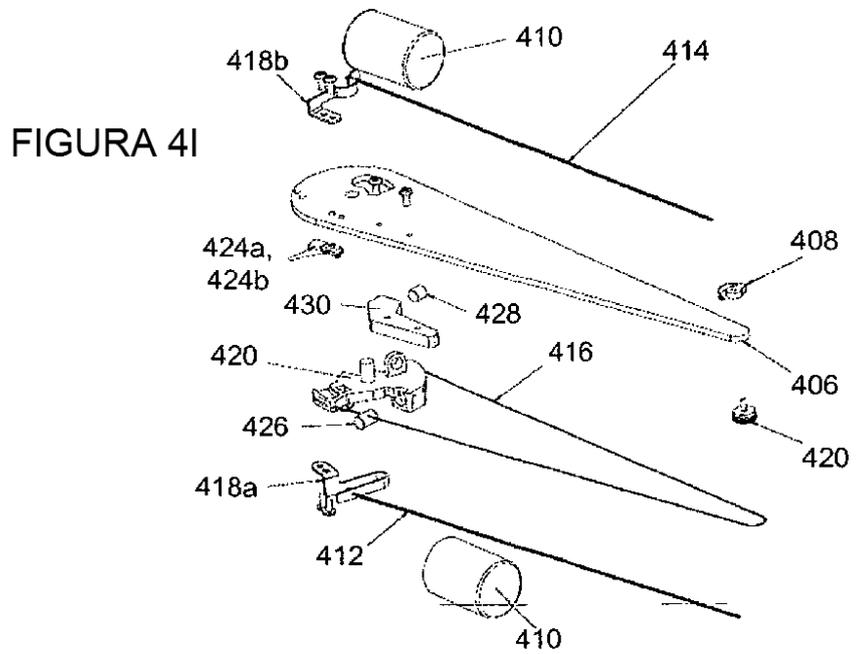
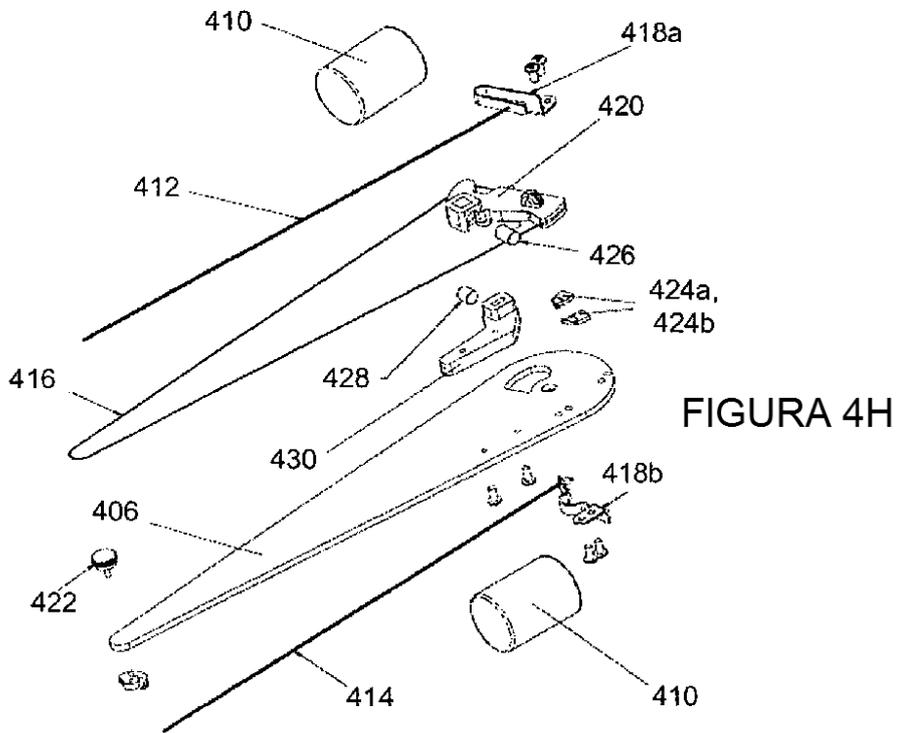


FIGURA 4G



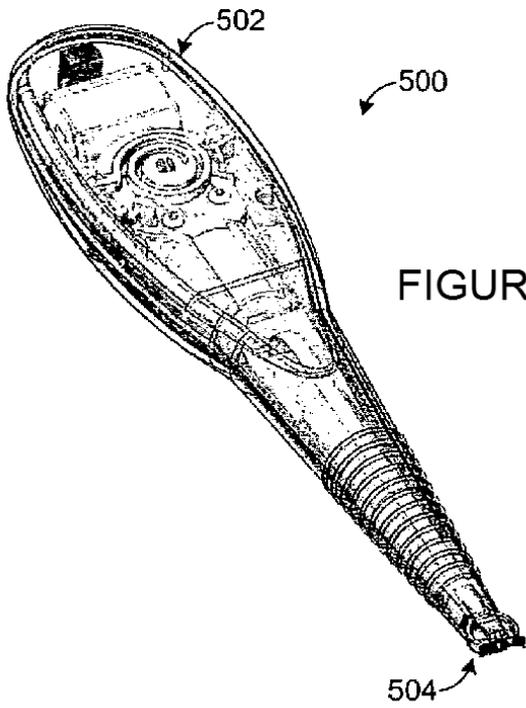


FIGURA 5A

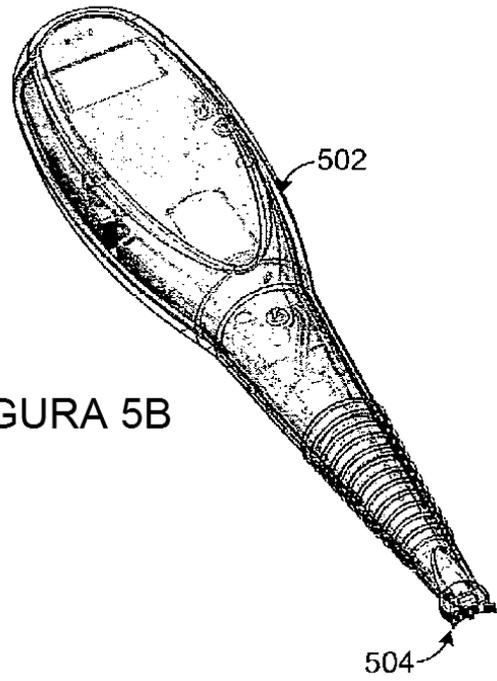


FIGURA 5B

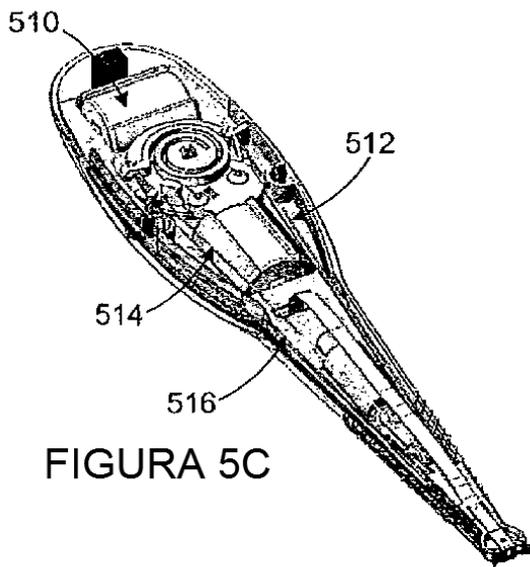
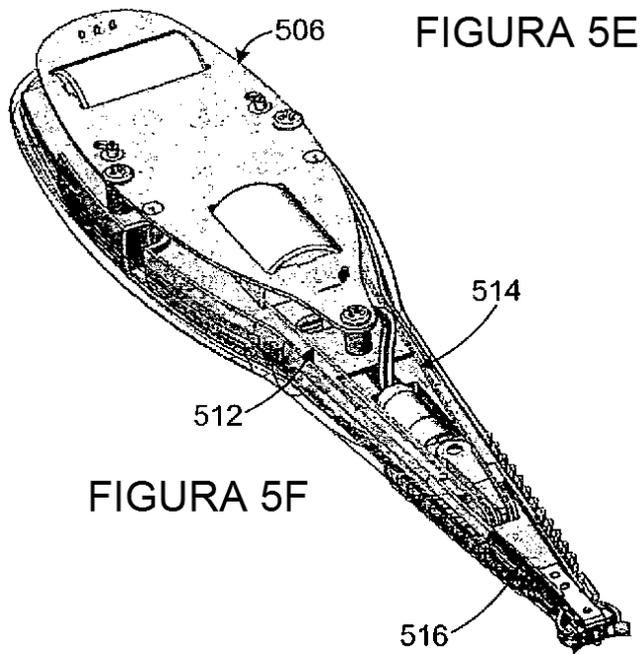
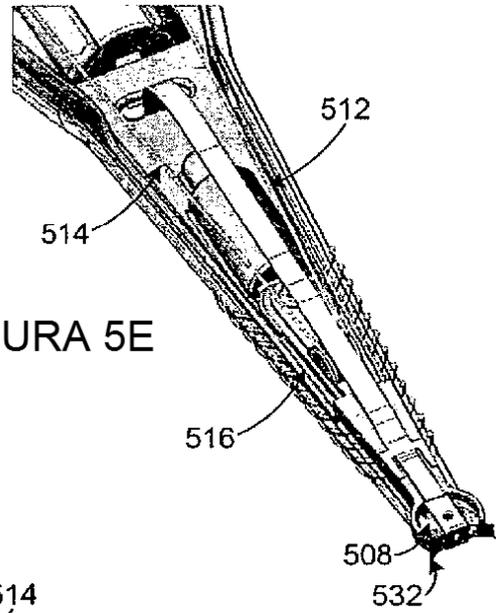
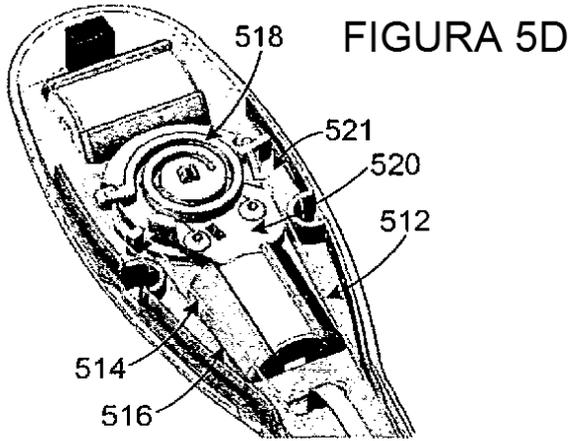


FIGURA 5C



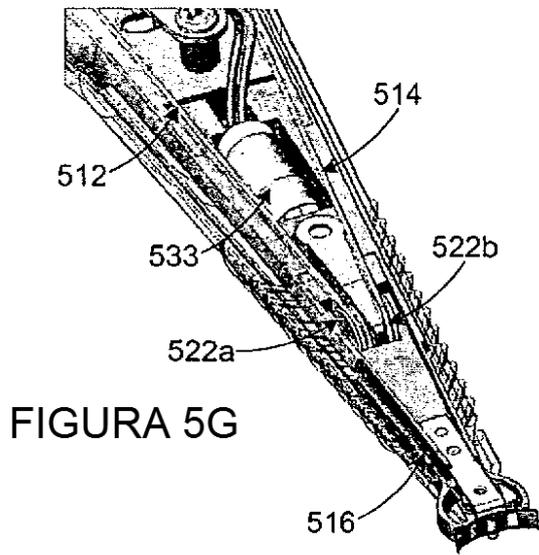


FIGURA 5G

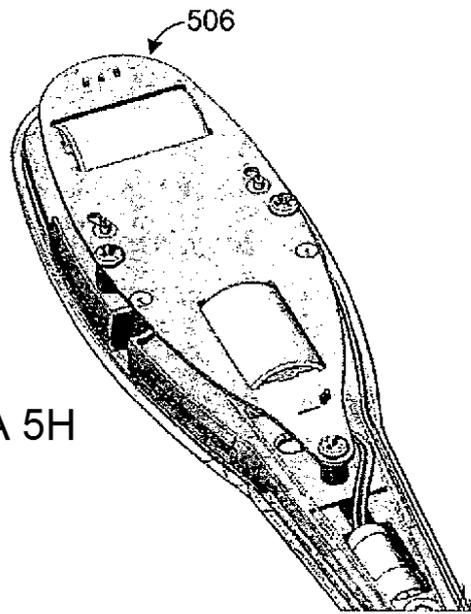


FIGURA 5H

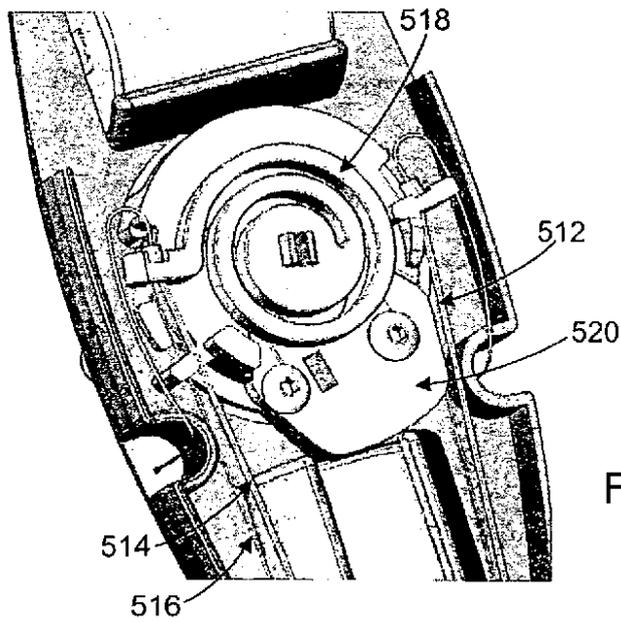


FIGURA 5I

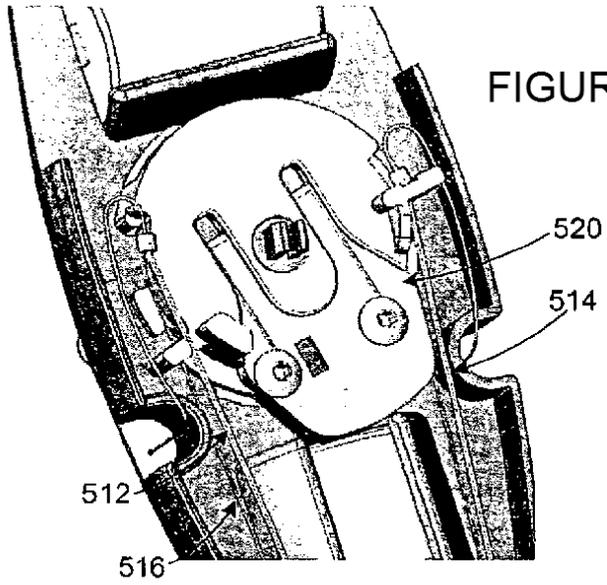


FIGURA 5J

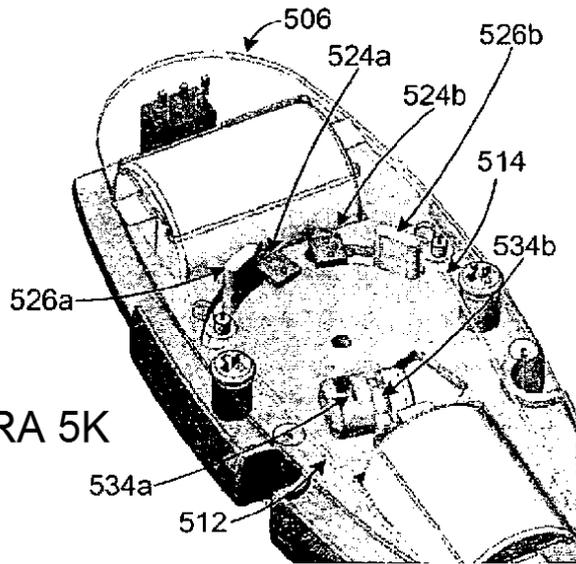


FIGURA 5K

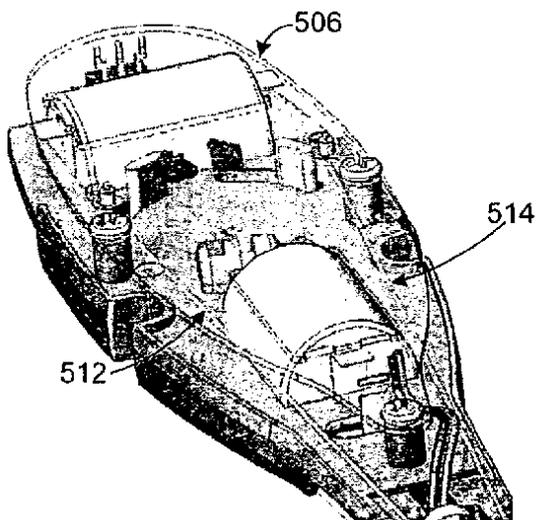


FIGURA 5L

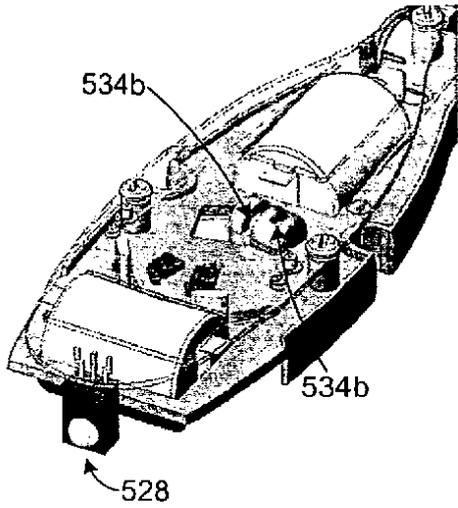


FIGURA 5M

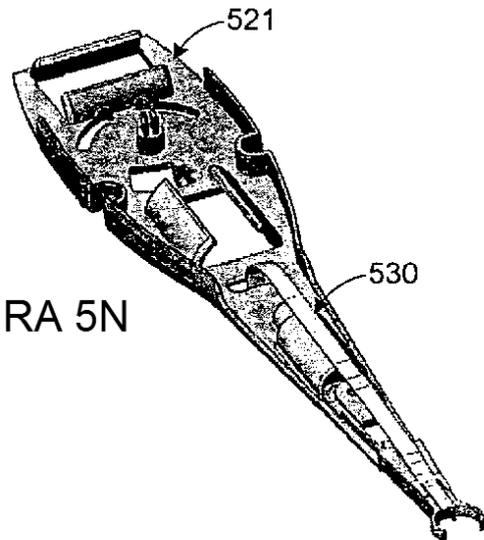


FIGURA 5N

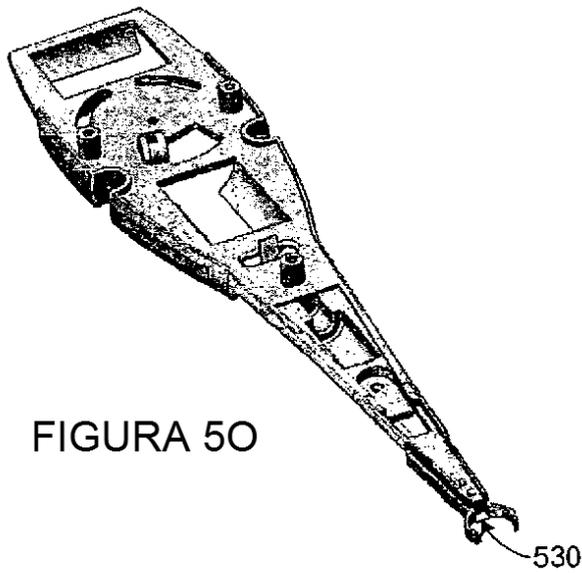


FIGURA 5O

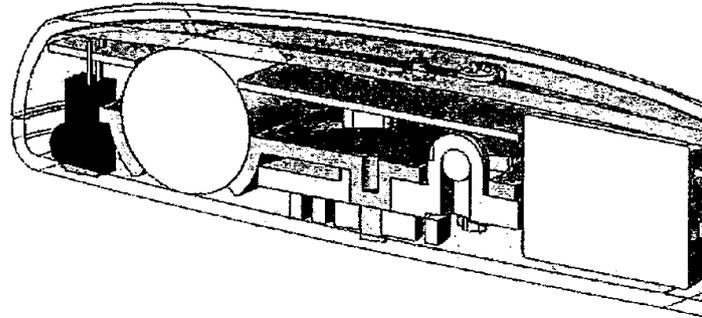


FIGURA 5P

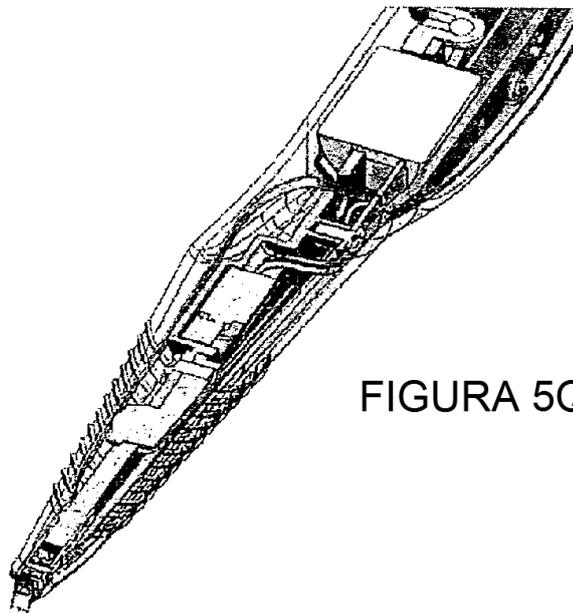
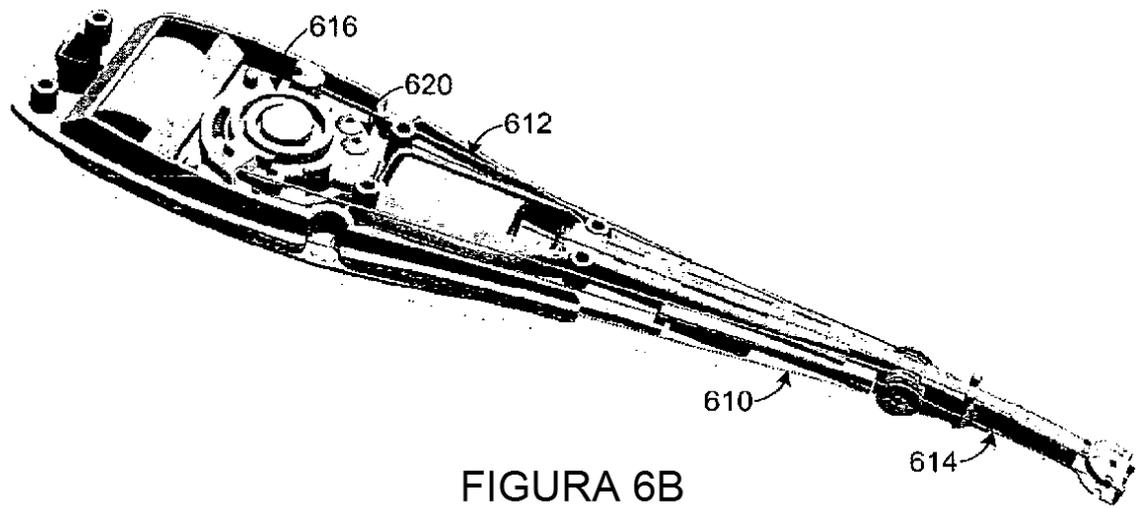
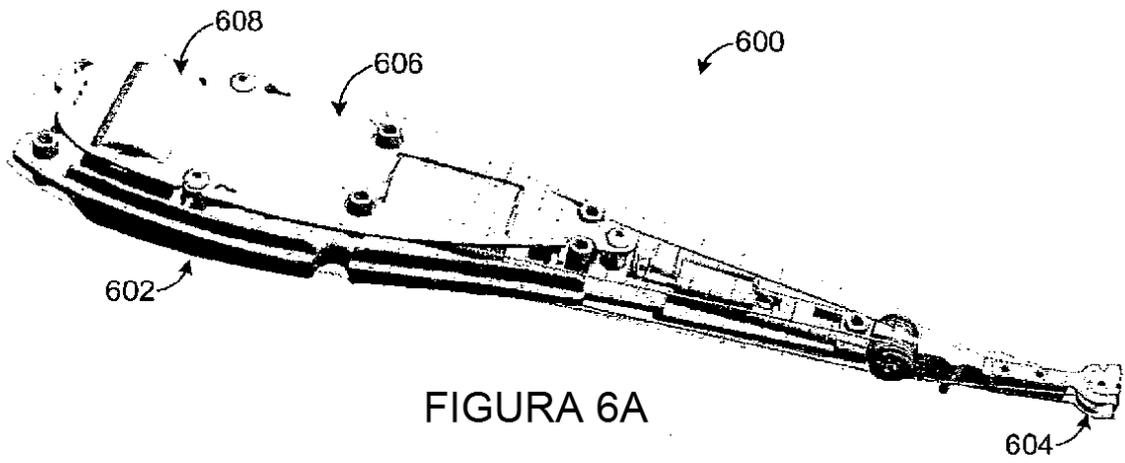
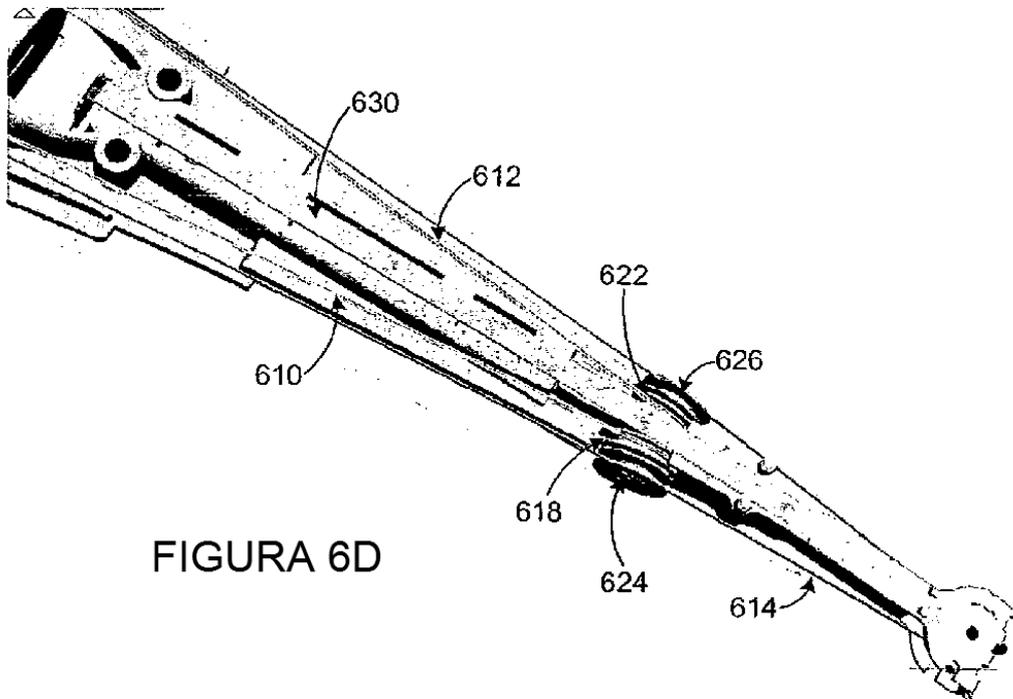
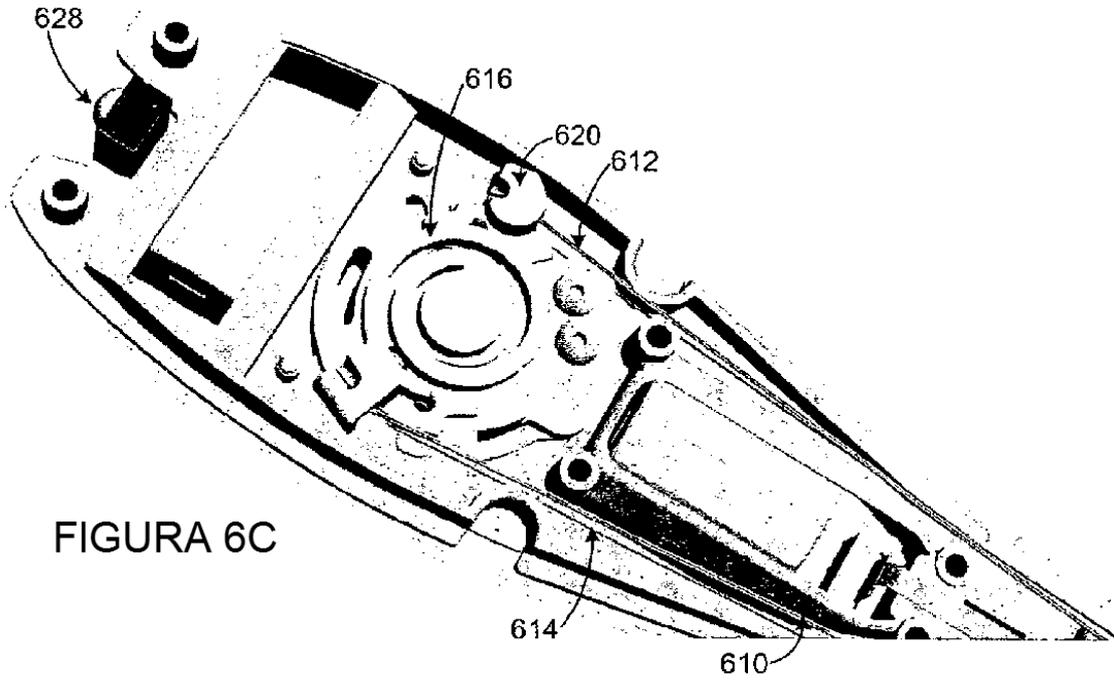


FIGURA 5Q





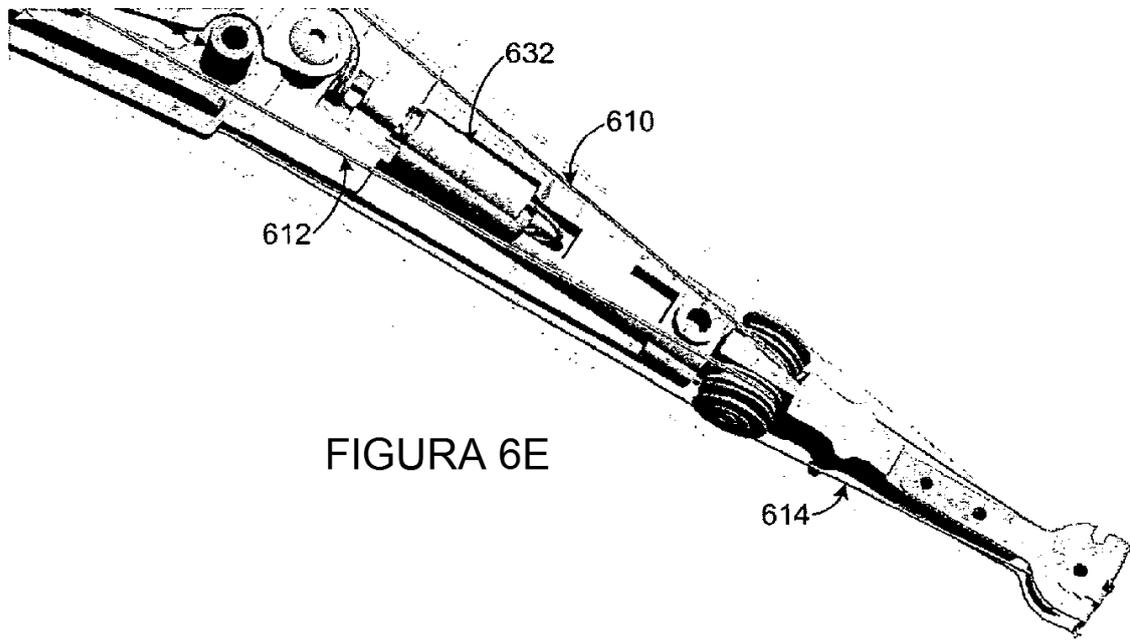


FIGURA 6E

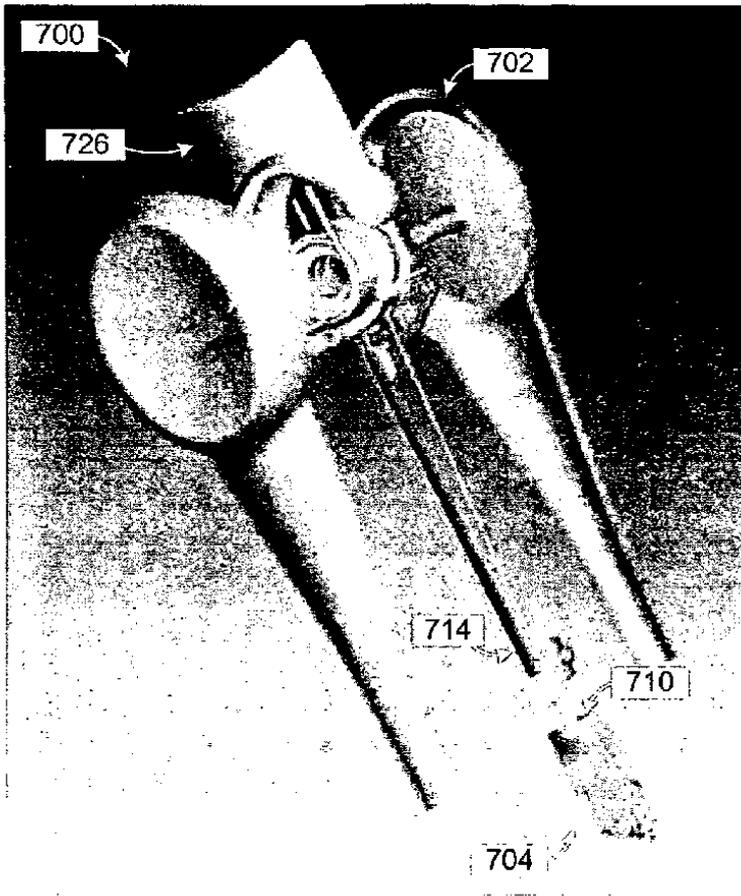


FIGURA 7A

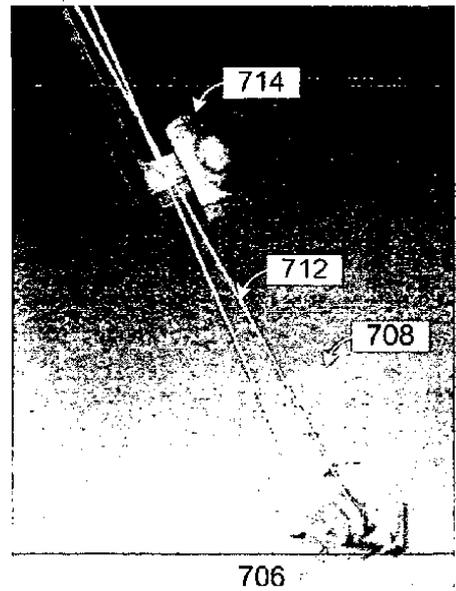


FIGURA 7B

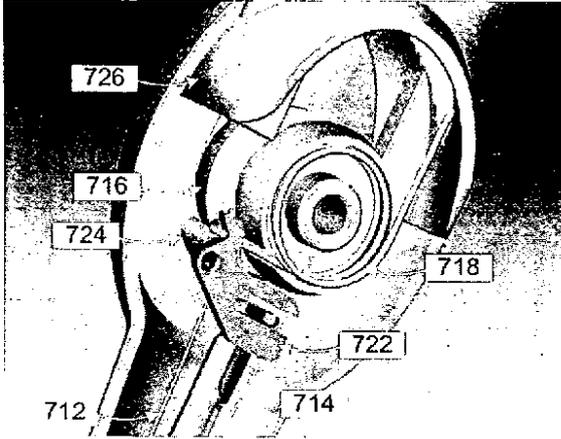


FIGURA 7C

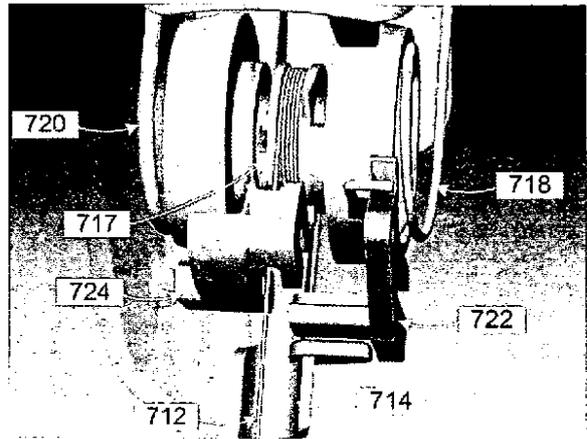


FIGURA 7D

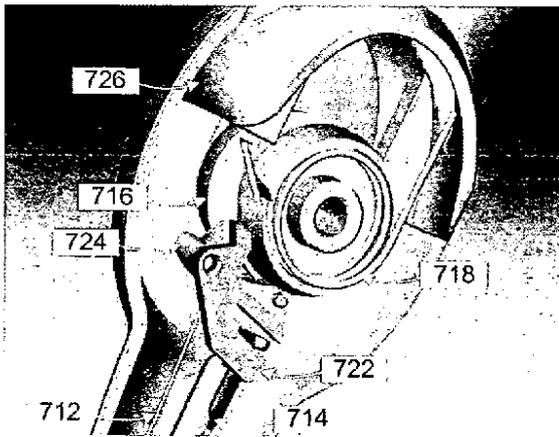


FIGURA 7E

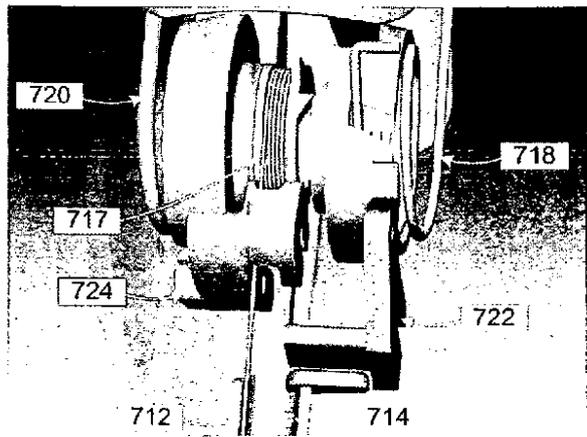


FIGURA 7F

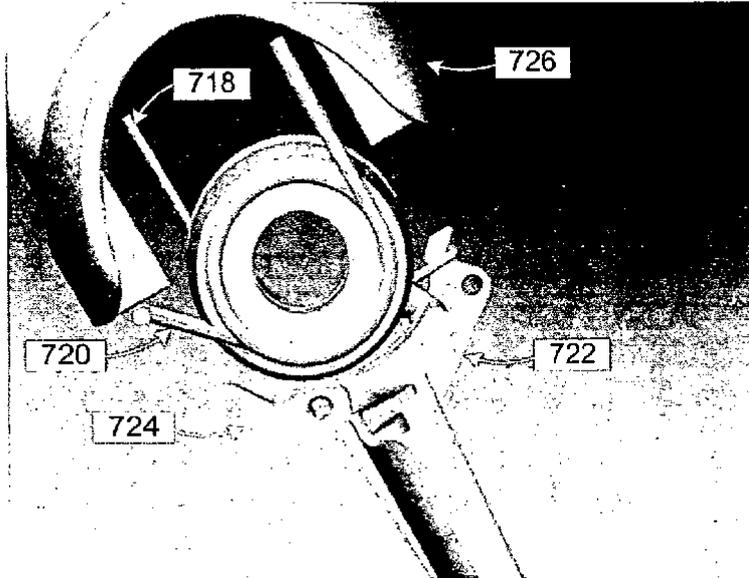


FIGURA 7G

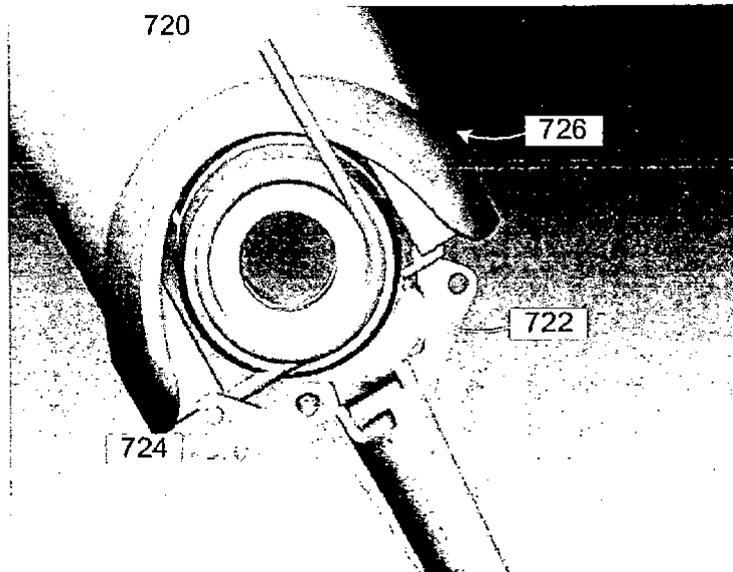


FIGURA 7H

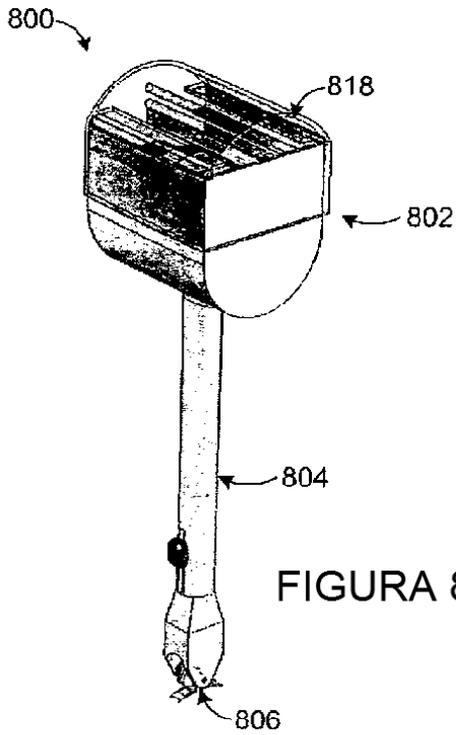


FIGURA 8A

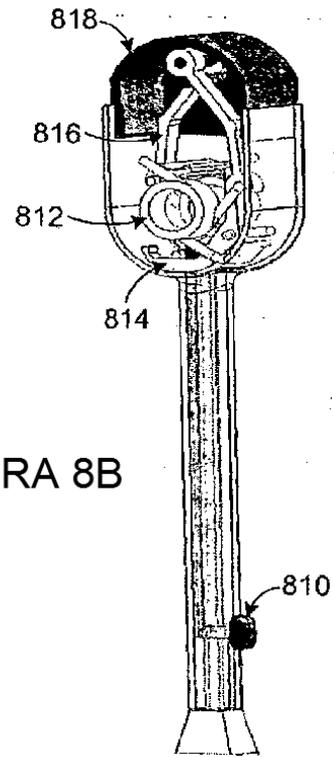


FIGURA 8B

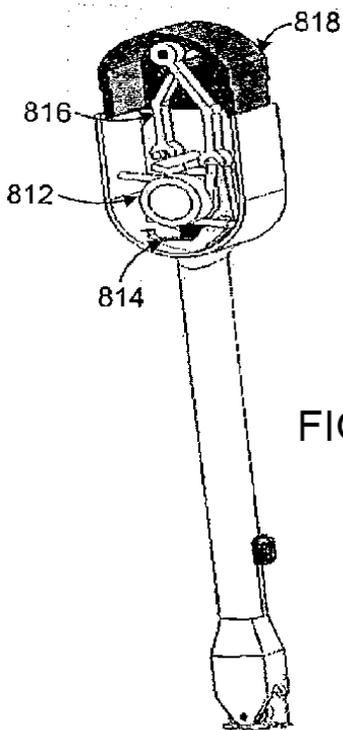


FIGURA 8C

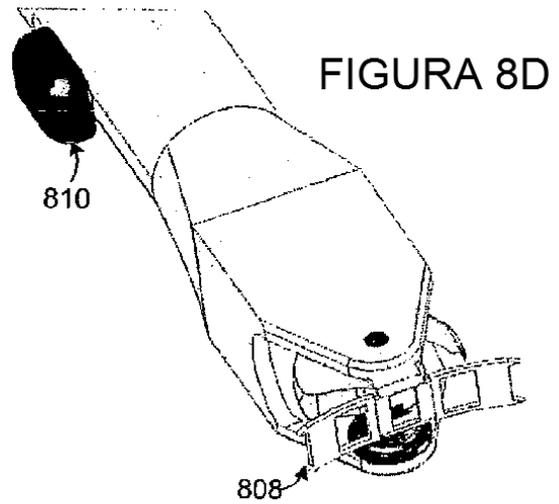


FIGURA 8D

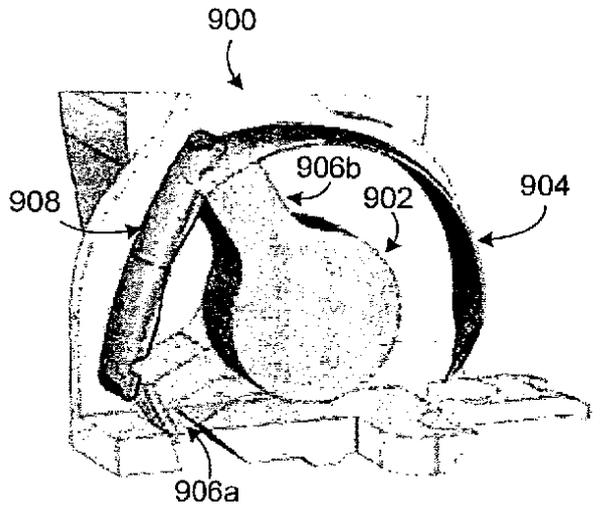


FIGURA 9A

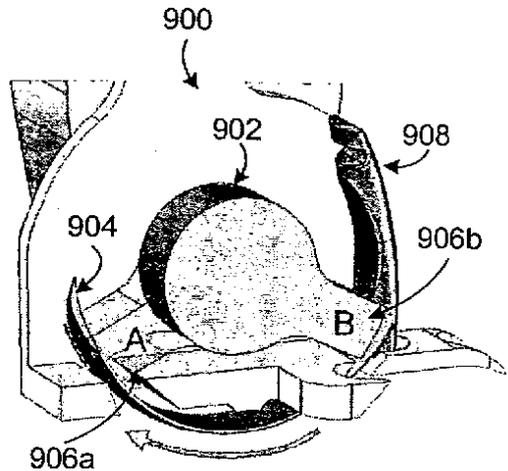


FIGURA 9B

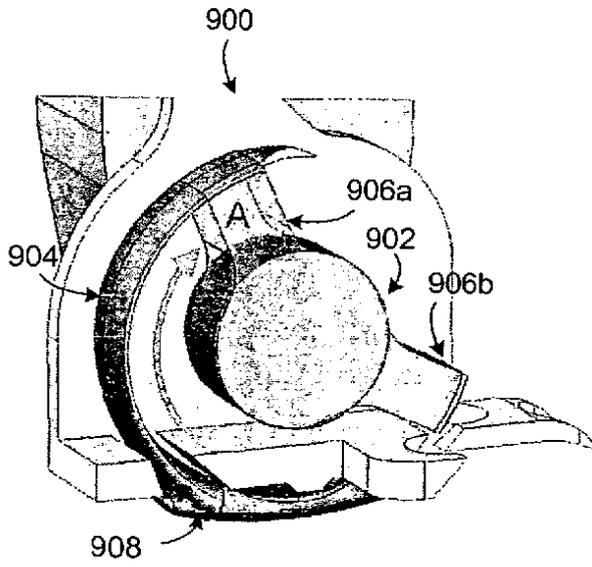


FIGURA 9C

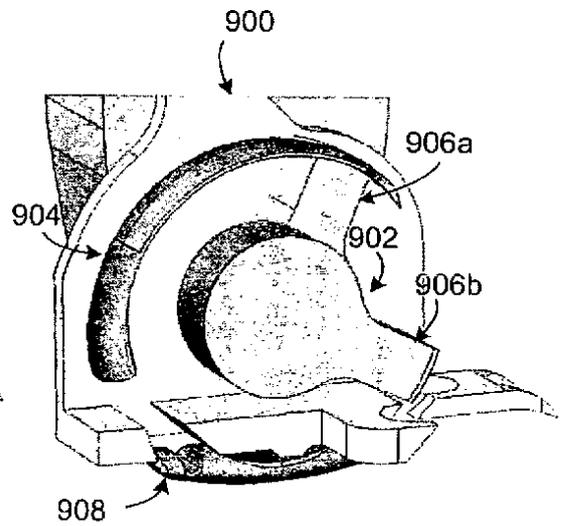


FIGURA 9D

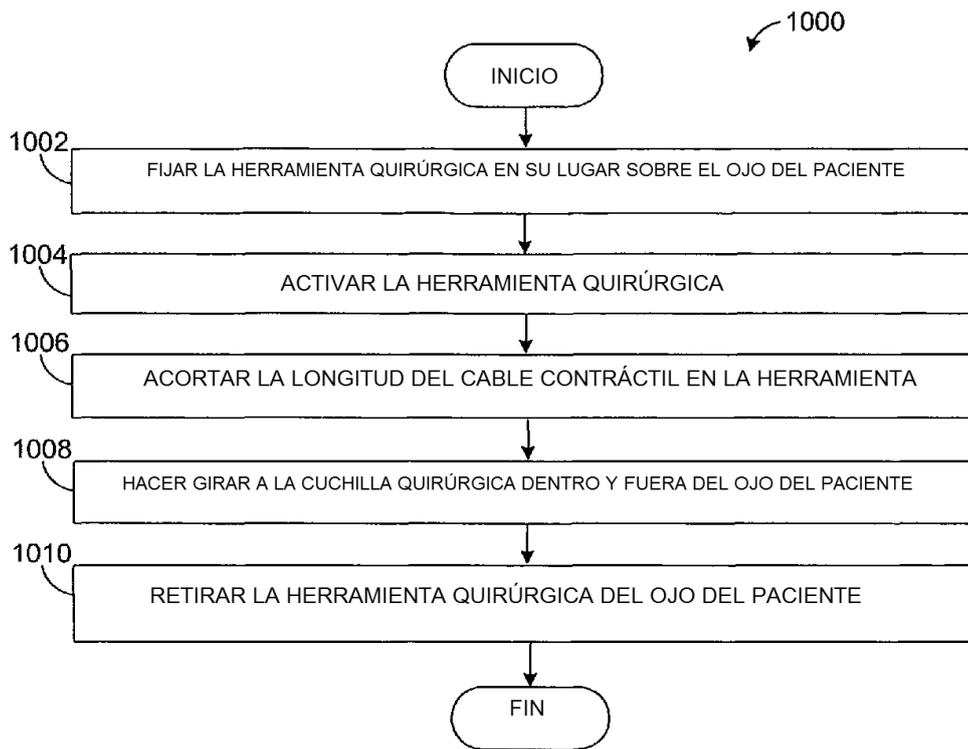


FIGURA 10A

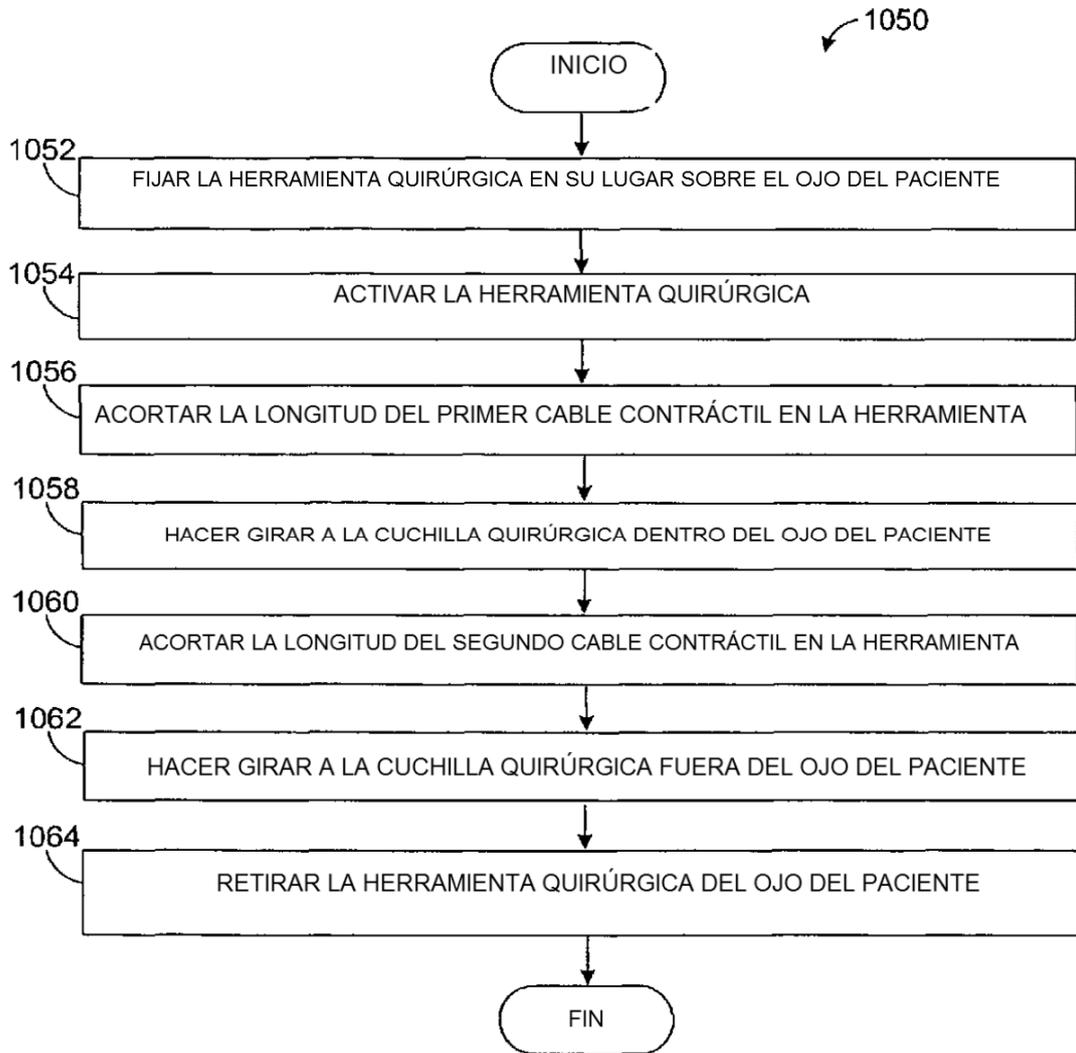


FIGURA 10B