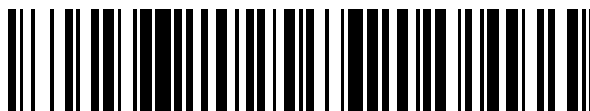


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 620 362**

51 Int. Cl.:

A61B 17/16

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.05.2009 PCT/US2009/045724**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.12.2009 WO2009158115**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.05.2009 E 09770650 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.02.2017 EP 2303148**

54 Título: **Dispositivos médicos con accionadores de profundidad controlada**

30 Prioridad:

26.06.2008 US 76105

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

28.06.2017

73 Titular/es:

**ANDERSON, WAYNE (100.0%)
3701 Oceanhill Way
Malibu, CA 90265, US**

72 Inventor/es:

ANDERSON, WAYNE

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 620 362 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

Dispositivos médicos con accionadores de profundidad controlada

5 Referencia al documento de prioridad

Esta solicitud reivindica prioridad de la solicitud de patente provisional de Estados Unidos núm. de serie 61/076,105, titulada "Controlled Depth Medical Drilling Device" de Wayne Anderson, presentada el 26 de junio de 2008. De este modo, se reivindica la prioridad de la fecha de presentación del 26 de junio de 2008.

10 Antecedentes

La cirugía ortopédica puede requerir la perforación del hueso para la reparación de fracturas o la inserción de implantes u otros dispositivos. Se necesita que los agujeros resultantes acepten que los tornillos, implantes y otros dispositivos ejerzan presión, para la fijación o reducción del hueso. Durante cualquier procedimiento donde se use un perforador u otro accionador para adentrar una herramienta en y a través del hueso, el operador debe limitar consciente y cuidadosamente la penetración a la profundidad deseada. Si el operador permite que la herramienta penetre más, el paciente puede sufrir lesiones en las estructuras distales tales como los nervios, el cerebro, la médula espinal, las arterias, las venas, los músculos, la fascia, los huesos o las estructuras del espacio de las articulaciones. Estos tipos de lesiones pueden conllevar empeorar la morbilidad del paciente e incluso a la muerte. Los dispositivos insertados en un agujero perforado a menudo deben ajustarse dentro de un intervalo de longitud estrecho que puede variar a veces por no más de un milímetro o menos.

Una vez que la perforación de un hueso se completa con seguridad, es a menudo prudente obtener la profundidad del agujero hecho por la herramienta de perforación. Muchos procedimientos requieren conocer la profundidad de la penetración de la herramienta, tal como para la colocación de los dispositivos de fijación internos, los husillos y otros hardwares implantables. La selección de una longitud apropiada del husillo u otro implante necesario para el procedimiento depende de tal conocimiento de la profundidad del agujero. Las técnicas convencionales usadas en la técnica no son a menudo convenientes, consumen tiempo y no son fiables y requieren a menudo un procedimiento de prueba y error y múltiples exposiciones a radiografías antes que se logre la inserción del implante apropiado.

Una manera común de obtener la profundidad del agujero formado por una herramienta de perforación es usar un medidor de profundidad. A menudo los cirujanos deben interrumpir el procedimiento de perforación para palpar o medir con un medidor de la profundidad aunque se logre o no la profundidad deseada. En muchas instancias un cirujano tomará una radiografía durante un procedimiento de perforación para confirmar que se ha logrado la profundidad de penetración apropiada o toma una radiografía mientras que el medidor de la profundidad está en su lugar para asegurar que la información que proporciona el medidor es segura. Los medidores de la profundidad usados en la técnica pueden ser imprecisos resultando en que un cirujano coloca un husillo de una longitud inapropiada que no se identifica a menudo hasta que se toma una radiografía de confirmación. Cada radiografía tomada aumenta la exposición a la radiación del cirujano, los empleados y del paciente en el salón de operaciones. Los medidores de la profundidad conocidos en la técnica pueden además romperse y requerir que el cirujano los recupere del agujero. Los dispositivos de medición de la profundidad no convenientes e imprecisos y los métodos conocidos en la técnica pueden resultar en husillos dimensionados inapropiadamente que deben eliminarse y reemplazarse con husillos nuevos dimensionados apropiadamente. El hardware desperdiciado, las interrupciones aumentadas y las demoras en los procedimientos ortopédicos aumentan finalmente los costos de un procedimiento así como también exponen al cirujano, a los empleados y al paciente a una radiación innecesaria. Los costos del tiempo adicional, el hardware desperdiciado y la exposición a la radiación son bastante significativos.

El documento WO 97/24991 describe un accionador para una herramienta de perforación, que incluye un apoyo para soportar la herramienta de trabajo pero no proporciona el control de profundidad integrado. El documento WO 2004/019785 describe además un dispositivo para la perforación en un cuerpo y que es capaz de medir la posición de una herramienta de trabajo. El documento WO 98/18390 describe un dispositivo de perforación capaz de detectar diferencias en el material del cuerpo a través del cual penetra su herramienta de trabajo, y que incluye las características del preámbulo de la reivindicación 1.

55 Resumen

Todas las técnicas conocidas para perforar agujeros en el hueso son técnicamente exigentes y requieren etapas de medición separadas que interrumpen la perforación real del hueso añadiendo tiempo, costos y la necesidad de radiografías de confirmación adicionales para completar tales procedimientos. Existe aún una necesidad de un método y de dispositivos de perforación controlada, más seguros. Existe además una necesidad de un instrumento que controle y mida simultáneamente la profundidad de penetración del instrumento durante los procedimientos tal como la colocación de dispositivos de fijación internos, husillos, y otros hardwares implantables.

En una modalidad, se describe un dispositivo médico de perforación que tiene un alojamiento que incluye una porción portátil cerca de un extremo proximal de la carcasa; una porción de acoplamiento cerca de un extremo distal

de la carcasa; y un activador. El dispositivo incluye además un vástago de accionamiento axial que se extiende a través de una región de la carcasa entre los extremos proximal y distal; un primer elemento de accionamiento acoplado a una región del vástago de accionamiento axial; un vástago de accionamiento giratorio que se extiende a través de una región de la carcasa entre los extremos proximal y distal; un segundo elemento de accionamiento acoplado a una región del vástago de accionamiento giratorio; un acoplador conectado de manera intercambiable a una herramienta de trabajo y al vástago de accionamiento giratorio, el acoplador se extiende más allá de la porción de acoplamiento de la carcasa; un transductor; y circuitos electrónicos. El dispositivo médico de perforación incluye además un conjunto de guías de perforación que incluye una guía de perforación; una guía superficial delantera y una guía superficial posterior. La guía de perforación rodea la herramienta de trabajo y una región distal de la guía superficial delantera se acopla a la guía de perforación y una región proximal de la guía superficial delantera se acopla a la guía superficial posterior, y la guía superficial posterior se acopla al vástago de accionamiento axial.

Se describen además métodos para crear un agujero en el hueso. Un método incluye proporcionar un dispositivo que comprende una carcasa que tiene una porción portátil cerca de un extremo proximal y una porción de acoplamiento cerca de un extremo distal; un vástago de accionamiento axial que se extiende a través de una región de la carcasa entre los extremos proximal y distal; un primer elemento de accionamiento acoplado a una región del vástago de accionamiento axial; un vástago de accionamiento giratorio que se extiende a través de una región de la carcasa entre los extremos proximal y distal; un segundo elemento de accionamiento acoplado a una región del vástago de accionamiento giratorio; un transductor y circuitos electrónicos. El método incluye además acoplar un extremo distal del vástago de accionamiento giratorio a una herramienta de trabajo que se conecta de manera intercambiable al vástago de accionamiento giratorio por medio de un acoplador que puede extenderse más allá de la porción de acoplamiento de la carcasa. El método incluye además diseccionar el tejido para crear una superficie expuesta de un hueso; poner en contacto con la porción de acoplamiento del dispositivo con la superficie expuesta del hueso; poner a cero el transductor; accionar el segundo elemento de accionamiento para acoplar y girar el vástago de accionamiento giratorio; accionar el primer elemento de accionamiento para acoplar el vástago de accionamiento axial para que se mueva axialmente; crear un agujero en el hueso con la herramienta de trabajo; leer una pantalla de información de la medición proporcionada instantáneamente en el transductor, la información de medición comprende una medida de la profundidad de la herramienta de trabajo en el agujero; y eliminar la herramienta de trabajo del agujero.

Otras características y ventajas serán evidentes a partir de la siguiente descripción de diversas modalidades, las cuales ilustran, a manera de ejemplo, los principios de los dispositivos y métodos descritos. La única modalidad ilustrada de acuerdo con la invención es la de las Figuras 6 y 7A-B.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista en perspectiva de una modalidad de un dispositivo de perforación.

La Figura 2 es una vista en perspectiva del extremo distal de la modalidad del dispositivo mostrado en la Figura 1 que demuestra la extensión del acoplador.

La Figura 3 es una vista en perspectiva del extremo distal de una modalidad del dispositivo que tiene una guía que puede acoplarse/desacoplarse con boquillas de irrigación.

La Figura 4 es una vista en perspectiva del extremo distal del dispositivo mostrado en la Figura 2 en el que el acoplador se extiende fuera del tubo del cuerpo.

La Figura 5 es una vista en perspectiva de un codificador giratorio mostrado en la Figura 1.

La Figura 6 es una vista en perspectiva, despiezada de otra modalidad de un dispositivo de perforación.

Las Figuras 7A-7B son vistas en perspectiva del dispositivo de perforación de la Figura 6.

Descripción detallada

Esta descripción se refiere a un instrumento quirúrgico para preparar un agujero en el tejido animal. Específicamente, la descripción se refiere a un instrumento quirúrgico que impulsa una herramienta giratoria en la que tanto los movimientos axiales de rotación y lineal, se controlan y en algunas modalidades se miden. El instrumento tiene tanto un impulso giratorio como un impulso axial, cada uno de los cuales puede controlarse por el cirujano. El instrumento es útil para permitir que un cirujano controle y en algunas modalidades mida simultáneamente el recorrido de la herramienta y evite lesiones a las estructuras circundantes. Controlar la velocidad de giro del impulso puede ser importante para reducir el riesgo del calentamiento del tejido circundante y del hueso, por ejemplo al punto de provocar quemaduras localizadas. Controlar el movimiento axial puede además ser importante para evitar lesiones por la penetración, por ejemplo, a las estructuras distales del objetivo tales como el nervio, el cerebro, la médula espinal, las arterias, las venas, los músculos, la fascia, el hueso o las estructuras de separación de las articulaciones.

La Figura 1 ilustra una vista en perspectiva de una modalidad de un instrumento 10. El instrumento 10 puede incluir un cuerpo 20 que aloja un vástago de accionamiento 40 y dos motores de accionamiento 30, 60. El motor de accionamiento 30 puede ser un motor de accionamiento axial fijo. El motor de accionamiento 30 acciona el vástago de accionamiento 40, que en cambio mueve axialmente el segundo motor 60. El segundo motor de accionamiento 60 puede ser un motor de accionamiento deslizable y giratorio. El vástago de accionamiento 40 puede incluir un husillo de profundidad, un husillo de bola o un husillo madre y similares. El segundo motor de accionamiento 60 puede fijarse contra el movimiento giratorio y proporcionar un movimiento giratorio eventual de la herramienta de trabajo 110 localizado cerca del extremo distal del cuerpo 20, descrito en más detalle a continuación. Aunque las modalidades mostradas en la presente descripción usan motores accionados por una batería 160, debe apreciarse que deben considerarse otros sistemas de energía, por ejemplo los motores neumáticos accionados por una fuente de gas de nitrógeno, motores eléctricos y similares.

La herramienta de trabajo 110 puede ser, por ejemplo una barrena de perforación, un alambre de Kirschner, un trochador, un trépano, una barrena, un destornillador u otras herramientas. La herramienta 110 puede fabricarse de materiales tales como metal de titanio o acero inoxidable. Una herramienta fabricada de un material metálico puede esterilizarse y reutilizarse. Alternativamente, las herramientas 110 pueden fabricarse de un material polimérico que puede desecharse después de cada uso. El material puede elegirse para proporcionar la resistencia necesaria para permitir la acción apropiada de la herramienta.

El cuerpo 20 del instrumento 10 se muestra como un tubo hueco que tiene una empuñadura aunque se consideran otras configuraciones en la presente descripción, por ejemplo un instrumento totalmente recto. Como se muestra en la Figura 1, el cuerpo 20 incluye un extremo de acoplamiento 120 cerca del extremo distal del cuerpo 20. Próximo al cuerpo 20 se incluye una pieza de extremo 150. La pieza de extremo 150 puede retirarse para ganar acceso a la región proximal del cuerpo 20 para limpiar o retirar las porciones modulares del instrumento 10 cerca de la porción proximal tal como el vástago de accionamiento 40 y el motor de accionamiento 30.

Un acoplador 90 puede alojarse dentro del cuerpo 20 del instrumento 10 cerca del extremo de acoplamiento distal 120. El acoplador 90 puede accionarse de manera giratoria y se configura para conectar la herramienta de trabajo 110 al instrumento 10. El acoplador 90 puede ser un dispositivo tipo mandril tal como un mandril común de tres abrazaderas en el que las abrazaderas sujetan la porción superior de la herramienta 110 y la mantienen firmemente en su lugar. El acoplador 90 puede accionarse para abrir o cerrar las abrazaderas mediante un mecanismo de rotación o una llave u otras técnicas conocidas en la técnica. El acoplador 90 pudiera además ser de un tipo de mandril o acoplador de liberación rápida.

El acoplador 90 puede alojarse dentro del cuerpo 20 o puede extenderse más allá del extremo de acoplamiento distal 120 del cuerpo 20 para accederse de manera externa al cuerpo 20 del instrumento 10 (ver las Figuras 2 y 4). Esta accesibilidad del acoplador 90 externamente desde el cuerpo 20 del instrumento 10 permite al operador realizar conexiones fiables entre la herramienta de trabajo 110 y el acoplador 90. El acceso exterior puede permitir además que las herramientas de accionamiento sean más cortas, más seguras que si el acoplador 90 estuviera interno al cuerpo del instrumento 20. Adicionalmente, el acceso exterior puede proporcionar una limpieza fácil de esta parte del instrumento 10.

El motor de accionamiento 30 puede alojarse dentro del cuerpo 20 y encenderse mediante un activador del motor de accionamiento 32. En una modalidad, el activador del motor de accionamiento 32 puede ser un disparador depresible en el mango del cuerpo 20. En una modalidad la velocidad del motor de accionamiento 30 puede ser proporcional al grado de activación del disparador 32, por ejemplo de la depresión del disparador.

El vástago de accionamiento 40 puede ser un husillo de profundidad, un husillo de bola, un husillo madre y similares y se controla mediante el motor de accionamiento 30. El vástago de accionamiento 40 convierte el movimiento relativo del motor de accionamiento 30 a un movimiento lineal. El vástago de accionamiento 40 puede fabricarse para moverse tanto en una dirección hacia adelante o dirección inversa que es sustancialmente paralela al eje del instrumento 10 o de la herramienta 110. La dirección a la que se mueve el vástago de accionamiento 40 puede determinarse, por ejemplo por la posición de un interruptor 34 que cambia desde la dirección hacia adelante o inversa.

El vástago de accionamiento 40 puede trasladar el torque del motor de accionamiento 30 para impulsar el vástago de accionamiento 40. El operador puede cambiar el impulso del motor de accionamiento 30, por ejemplo, al aflojar o al presionar el disparador 32. El operador puede cambiar además el impulso del instrumento al presionar o al aflojar la presión axial que se aplica al instrumento. En una modalidad, la resistencia del tejido si se compara con la presión axial sobre el instrumento aplicado por el operador puede provocar/permitir que la posición relativa del mango del instrumento se sienta como si estuviera respaldando el trabajo dado que la herramienta se extiende axialmente desde el instrumento. Esto puede requerir que el operador aplique una presión axial adicional para impulsar la herramienta a través del tejido. El torque a medida que se relaciona con la herramienta de rotación 110 puede cambiar además durante el uso del instrumento. Este cambio proporciona realimentación al operador que en cambio

puede hacer los ajustes apropiados a los movimientos axial y giratorio según se necesite. En una modalidad, el torque puede cambiarse, programarse y medirse.

Además de tener el control sobre la velocidad de giro, el movimiento axial del vástago de accionamiento 40 puede controlarse y medirse. El movimiento y la posición del vástago de accionamiento 40 pueden medirse y visualizarse tal como, por ejemplo, mediante un transductor 39 que proporciona información de visualización tal como mediante circuitos electrónicos desmontables 36 (descritos en más detalle a continuación). La medición puede ponerse a cero por el operador antes de su uso, por ejemplo, al presionar el botón de medición axial selector/reinicio 38. Esto permite que el operador ponga a cero la medición de acuerdo con la longitud de la herramienta seleccionada 110.

El instrumento 10 proporciona al cirujano un movimiento axial medido instantáneamente a medida que la herramienta 110 penetra en el tejido. El movimiento axial puede medirse con un transductor 39, tal como un codificador giratorio incremental o un codificador giratorio absoluto (ver por ejemplo el codificador BEI Óptico; www.motion-control-info.com/encoder_design_guide.html). Puede medirse la rotación del husillo de profundidad, del husillo de bola o del husillo madre y puede realizarse una multiplicación para determinar la distancia recorrida. Esta distancia puede compararse a un punto de ajuste o punto en cero. Luego, puede calcularse la posición de la herramienta del extremo distal del instrumento. Este cálculo se relaciona con la profundidad como se determina por la posición del extremo distal del instrumento con respecto al tejido objetivo (por ejemplo el hueso).

En una modalidad, el extremo distal de la herramienta 110 se alinea al extremo distal del cuerpo 20 y el instrumento se pone a cero. Esto puede llevarse a cabo manualmente por el cirujano o electrónicamente con los puntos de ajuste y un sistema de realimentación (es decir la interfaz con el acoplador). La alineación del extremo distal de la herramienta 110 y del extremo distal del cuerpo 20 puede ser de manera que los dos se alineen entre sí o el extremo distal de la herramienta 110 puede estar a una distancia un poco más allá del extremo distal del cuerpo 20, por ejemplo 3 - 7 mm. La herramienta 110 puede posicionarse alineada con el hueso antes de la perforación. Como la herramienta 110 se adentra en el hueso, el instrumento 10 puede presionarse alineado contra el hueso. Alternativamente, puede usarse una guía de perforación 170 de manera que la mayor parte del instrumento se enfoque hacia un área de contacto más pequeña, ver por ejemplo la Figura 3. La guía de perforación 170 puede además ajustarse en una placa de fijación para su uso por el cirujano. La guía de perforación 170 puede ajustarse en la placa de fijación al presionarla directamente o al atornillarla en uno o más agujeros en la placa de fijación. El dispositivo médico de perforación de profundidad controlada puede conectarse luego a la guía de perforación 170 y la herramienta 110 se alinea al extremo distal de la guía de perforación 170 y a la placa de fijación compleja y el instrumento se pone a cero. Una vez que se inicia el corte y la herramienta 110 se alinea con el hueso, el cirujano puede usar el impulso axial para adentrar la herramienta a través del hueso.

A medida que la herramienta 110 penetra en el tejido la medición instantánea del agujero proporciona una ventaja cuando selecciona los implantes para la inserción. Por ejemplo, la longitud del agujero de perforación y posteriormente de la longitud del implante necesaria se mide simultáneamente hasta crear el agujero. Esto elimina la necesidad de una etapa adicional de medir con un dispositivo separado la profundidad del agujero creado. Por ejemplo, los medidores de profundidad conocidos en la técnica pueden proporcionar frecuentemente mediciones falsas. En consecuencia, los cirujanos pueden seleccionar un implante de tamaño incorrecto para su inserción lo que requiere su extracción y que se reinserte un implante de tamaño diferente. Los medidores de profundidad conocidos en la técnica tienden además a romperse, lo que puede conllevar a un uso de tiempo adicional y a la morbilidad del paciente. Controlar y medir la profundidad del agujero a medida que se crea evita intentos repetidos de la fijación del implante y elimina el proceso de prueba y error de seleccionar el implante correcto para el procedimiento y mejora la seguridad del paciente. El instrumento 10 ahorra además el tiempo de operación y la necesidad de procedimientos adicionales como las radiografías repetidas para determinar el tamaño del implante. Debido a los estimados de los costos del salón de operaciones solamente para el personal pueden ser tan altos como \$25 por minuto incluso pequeños ahorros de tiempo en un salón de operaciones pueden resultar en grandes ahorros de dinero.

El uso del dispositivo y método descrito en la presente descripción proporciona un beneficio adicional de reducir el número de radiografías necesarias en el salón de operaciones. Las radiografías intraoperatorias y la exposición a la radiación son de los riesgos ocupacionales principales para los cirujanos y el personal del salón de operaciones. Se ha mostrado que la exposición a la radiación de este tipo conlleva a una dermatitis por radiación, a cataratas, cáncer de piel, leucemia y otros tipos de cáncer. Mediante el uso de un dispositivo y método tal como el descrito en la presente descripción el número de radiografías necesarias por procedimiento se reduce en dependencia de la duración de la exposición de los cirujanos y del personal a los rayos x. Esta exposición a la radiación reducida disminuye finalmente la exposición a la radiación crónica y el riesgo de enfermedades relacionadas con la radiación en los cirujanos y su personal.

Como se mencionó anteriormente, el motor de accionamiento 60 puede ser un motor de accionamiento deslizable y giratorio. El motor de accionamiento 60 puede alojarse en el cuerpo 20 y conectarse al vástago de accionamiento 40 por medio de un acoplador desmontable 50. Como se conoce mejor en la Figura 4, el motor de accionamiento 60 puede extenderse hasta el extremo distal del cuerpo 20 y permitir una activación de una liberación 52 en el acoplador 50. Cuando la liberación 52 se presiona, el operador puede desconectar el motor de accionamiento 60 del vástago de accionamiento 40 y retirarlo del cuerpo 20 del instrumento 10. El motor de accionamiento 60, el vástago

de accionamiento 80, el acoplador 90 y la herramienta 110 pueden ser modulares y pueden separarse completamente del cuerpo 20 del instrumento 10. Esto permite intercambiar partes así como también limpiar y esterilizar los elementos del instrumento 10.

El motor de accionamiento 60 puede encenderse mediante el activador 62. En una modalidad, el activador 62 puede ser un disparador depresible en el mango del cuerpo 20. En una modalidad la velocidad del motor de accionamiento 60 puede ser proporcional al grado de activación del disparador 62, por ejemplo de la depresión del disparador. El vástago de accionamiento 60 puede ser un motor de accionamiento deslizable y giratorio que puede fabricarse para girar tanto en una dirección en el sentido o en contra de las manecillas del reloj como se determina por la posición del interruptor de marcha normal/inversa 34, como se describió anteriormente.

En una modalidad, el instrumento puede incluir un medidor que mide la velocidad de giro (ver por ejemplo el dispositivo de velocidad descrito en la Patente de Estados Unidos núm. 4,723,911), la aceleración, la desaceleración o el torque. El medidor puede proporcionar la información del cirujano relacionada con el paso a través de diferentes capas de tejido. Por ejemplo, el movimiento de la barrena de perforación puede ser a través del hueso cortical hacia el hueso medular, del hueso medular al hueso cortical, o del hueso cortical al tejido suave. El dispositivo proporciona una rotación y un avance gradual que proporciona al cirujano una idea del tipo de tejido que se está atravesando, ya sea un hueso cortical denso o un hueso medular esponjoso.

En una modalidad, el movimiento axial puede medirse mediante el uso de un transductor o un codificador giratorio 39. El codificador 30 puede medir la rotación y convertir esa información en un movimiento axial. En una modalidad, el codificador giratorio 39 incluye un conjunto de carcasa de soporte 201, una fuente de luz 202, un disco codificador 203, una máscara 204, un conjunto fotodetector 205, una placa de circuitos electrónicos 206 que gira alrededor del vástago 208 (ver la Figura 5). En una modalidad, el codificador giratorio es un codificador giratorio incremental con dos canales en cuadratura con un seguimiento de datos adicional para proporcionar una referencia de la posición interna para configurar un "punto cero". El codificador giratorio 39 puede interactuar con el motor de accionamiento 30 y con el vástago de accionamiento 40. El codificador giratorio 39 puede proporcionar información instantánea sobre la posición del vástago de accionamiento 40 con relación a la profundidad del movimiento axial de la herramienta de trabajo hacia un agujero. Esta información puede suministrarse a los circuitos electrónicos desmontables 36 que pueden realizar una multiplicación del conteo para determinar la posición de la herramienta. El codificador giratorio 39 puede desmontarse del cuerpo 20 para su limpieza y/o reparación. El codificador giratorio 39 puede ser mecánico, magnético, eléctrico u óptico.

En otra modalidad, el tiempo puede añadirse a los valores medidos por el codificador giratorio. Medir el tiempo puede permitir que la velocidad y la aceleración se calculen por los circuitos electrónicos desmontables 36. La información medida puede visualizarse mediante los circuitos electrónicos desmontables 36 y puede proporcionar al cirujano la información relacionada con el paso de la herramienta a través de diferentes capas de tejido. Por ejemplo, el movimiento de la barrena de perforación puede ser a través del hueso cortical hacia el hueso medular, del hueso medular al hueso cortical o del hueso cortical al tejido suave. En otra modalidad un sensor de torque pudiera aplicarse al motor de accionamiento 60 y proporcionar al cirujano la información relacionada con el paso de la herramienta a través de varias capas de tejido.

Además de medir automáticamente la profundidad de la penetración durante el uso, el cirujano puede controlar la profundidad de la penetración del dispositivo. En una modalidad, la profundidad de la penetración del dispositivo puede incorporar circuitos electrónicos adaptados para controlar la profundidad del movimiento axial de la herramienta 110 en el agujero. En una modalidad, la profundidad máxima del agujero creado por el dispositivo puede programarse por adelantado a la perforación con circuitos electrónicos. En una modalidad, el cirujano puede alimentar distalmente una porción de la herramienta de trabajo 110, por ejemplo 30 mm si trabaja sobre una tibia o fémur o 12 mm si trabaja sobre un radio. El cirujano pudiera luego perforar a través del hueso como con un perforador axialmente estático. Después de lograr la profundidad programada previamente, si el córtex distal no se ha fisurado aún, el impulso axial puede usarse para penetrar además el hueso. En otra modalidad, los circuitos electrónicos pudieran contener una distancia máxima preestablecida que pudiera limitar el recorrido distal de la herramienta 110. Por ejemplo, una señal de para y sigue (es decir un único clic del disparador) o una señal de para y sigue doble (es decir un doble clic del disparador) pudiera liberar la parada de la profundidad y permitir un recorrido adicional. Cualquier variedad de programaciones pudieran llevarse a cabo en los circuitos electrónicos para controlar el avance distal de la herramienta. Por ejemplo, pudiera ser útil el uso de una programación similar a un sistema de alarma repetida de un radio despertador típico. Cada vez que la herramienta 110 se adentra después de la parada inicial los circuitos electrónicos pudieran programarse para permitir solamente un recorrido distal adicional de por ejemplo 3 mm o 6 mm u otra distancia incremental.

Identificar la profundidad de penetración deseada para las modalidades programadas previamente puede determinarse como se conoce en la técnica. Por ejemplo, conocer la edad y tamaño de un paciente o el tamaño típico del tejido objetivo de las radiografías preoperatorias y de los escaneos CT proporciona una información útil para conocer la profundidad de la penetración deseada. Un cirujano puede además estimar aproximadamente 70-80 %, en dependencia del hueso, que pudiera resultar en un recorrido a través del córtex proximal, del hueso medular y cerca de o dentro del córtex distal. Una vez dentro del córtex distal, donde se necesita un gran control, puede usarse el impulso axial del instrumento para proceder lentamente hasta que se siente que explota o hasta que pueda

- apreciarse un cambio en la velocidad del perforador. Esto puede aumentarse mediante la aceleración o las mediciones del torque. Por ejemplo, como la barrena de perforación penetra a las últimas capas del córtex distal esta puede comenzar a acelerar con un estalle de la aceleración a medida que fisura completamente el córtex distal, esto pudiera además sensarse como un cambio en el torque. El instrumento puede proporcionar su propia salida sonora para acentuar los cambios de sonido sutiles ocasionales provocados por la barrena de perforación. Después de alcanzar la profundidad objetivo predeterminada, el movimiento axial puede disminuir o detenerse mientras que el movimiento giratorio puede continuar. El cirujano puede ignorar cualquier limitación programada previamente mediante la activación/disparos sobre el dispositivo sin cambiar las posiciones de las manos para continuar.
- El motor de accionamiento 60 puede mantenerse quieto de manera giratoria mediante los rebordes conductores antigiro 70. En una modalidad, los rebordes 70 se deslizan dentro de los canales en el cuerpo 20. En una modalidad, cada canal puede tener una polaridad opuesta de manera que conduzca la electricidad desde una fuente de energía, tal como una batería recargable 160 en el mango del cuerpo 20, al motor de accionamiento 60. En otra modalidad, la energía puede separarse de los rebordes conductores. Los rebordes de conducción antigiro pueden además tener forma de espiral y recorrer a través de ranuras en espiral para añadir estabilidad. Los rebordes de conducción antigiro pueden además excluirse del dispositivo y el motor de accionamiento giratorio fijarse al vástago de accionamiento axial. Esto pudiera resultar en que el motor de accionamiento gire con el vástago de accionamiento axial.
- Un vástago de accionamiento 80 puede conectarse a y accionarse por el motor de accionamiento 60. El vástago de accionamiento 80 puede además conectarse al acoplador 90 que contiene la herramienta 110. El acoplador 90 se estabiliza dentro del cuerpo 20 mediante cojinetes 100. Los cojinetes 100 pueden deslizarse y estabilizarse axialmente.
- En una modalidad, el instrumento puede incluir un sistema de irrigación. El sistema de irrigación puede incluir una o más boquillas de irrigación 130, un puerto de irrigación 140, y un activador de irrigación 142. El activador de irrigación 142 puede ser un disparador que se presiona en el mango del cuerpo 20. El activador 142 puede activar el flujo de irrigación a través de las boquillas 130 para suministrarse al campo quirúrgico. Las boquillas de irrigación 130 pueden localizarse en o cerca del extremo de acoplamiento 120 del cuerpo 20. Las boquillas de irrigación 130 pueden conectarse a través del puerto de irrigación 140 a una bolsa de fluido estéril y a un sistema de tubos estériles (no se muestra). El fluido de irrigación puede suministrarse al puerto de irrigación 140 por medio de una bolsa de fluido estéril y de un sistema de tubos estériles. Puede usarse una bomba externa de fluidos o la gravedad para presurizar el sistema de irrigación. El sistema de irrigación puede mantenerse fuera del campo quirúrgico estéril excepto, por ejemplo, para el sistema de tubos estériles conectado al instrumento. Tal disposición puede contribuir a que el extremo de acoplamiento 120 y la herramienta 110 que permanece relativamente libre de volumen u otro equipamiento extraño que permita una colocación más precisa y de fácil uso del instrumento 10 en el campo quirúrgico.
- Las boquillas de irrigación 130 permiten que el campo quirúrgico se mantenga frío mientras el instrumento está en uso. En una modalidad, las boquillas de irrigación 130 atomizan el fluido desde la punta del instrumento. En otra modalidad, las boquillas de irrigación 130 pueden encaminarse internamente a través de la herramienta 110 y atomizarse desde los canales cerca del extremo distal de la herramienta. Las boquillas de irrigación 130 reducen el riesgo de daños en el tejido en su lugar de uso tal como la quema del hueso y la muerte del hueso. Las boquillas de irrigación 130 pueden reducir además el riesgo de fallos del hardware, la necesidad de volver a operar, la infección, la pérdida del limbo y la muerte. El instrumento puede además incluir un medio para la succión en o cerca del campo quirúrgico. Los medios de succión pueden aplicarse a través de las boquillas 130 del sistema de irrigación o pueden aplicarse a través de canales adicionales.
- Con respecto a la Figura 3, una modalidad del instrumento 10 puede incluir una guía que puede acoplarse/desacoplarse 170 con o sin boquillas de irrigación 130. La guía 170 puede proporcionar un diámetro menor en su extremo distal con el cual se acopla el campo quirúrgico comparado con el extremo distal del cuerpo. El empaque de circuitos electrónicos 36 puede ponerse a cero como se describió anteriormente para incluir la longitud axial adicional de la guía 170.
- Durante el uso, el vástago de accionamiento 40 acciona axialmente el motor de accionamiento 60, que hace girar el vástago de accionamiento 80, que hace girar el acoplador 90 que hace girar la herramienta 110. El vástago de accionamiento 40 se acciona en una dirección axial mediante el motor de accionamiento 30. En cambio, la herramienta 110 gira y se traslada además axialmente a lo largo del eje longitudinal de la herramienta. Tanto el movimiento giratorio como el desplazamiento axial de la herramienta 110 pueden controlarse de una manera gradual y constante.
- La Figura 6 ilustra otra modalidad de un instrumento 200 que permite a un cirujano controlar instantáneamente y medir la profundidad del agujero. Como con las modalidades anteriores, esta modalidad del dispositivo elimina las etapas extra, no fiables, que consumen tiempo y arriesgadas de usar un medidor de la profundidad con o sin una radiografía de confirmación. El instrumento 200 incluye un cuerpo 210 que aloja dos motores de accionamiento 230, 260, una guía superficial posterior y delantera 300, 302 y una guía de perforación 370. Aunque las modalidades

mostradas en la presente descripción usan motores, debe apreciarse que en las modalidades que no están de acuerdo con la invención deben considerarse otros sistemas de energía.

El motor de accionamiento 230 es un motor de accionamiento axial y un vástago (perno). El motor de accionamiento y el perno 230 se colocan en la parte trasera del cuerpo 210 y se acoplan a una anilla de transmisión 240. El perno del motor de accionamiento 230 puede funcionar como un husillo de profundidad, un husillo de bola, un husillo madre o similares. El motor de accionamiento axial 230 activa la anilla de transmisión 240 en una dirección axial, la cual a su vez acciona la guía superficial posterior 300, la guía superficial delantera 302 y la guía de perforación 370 todas en una dirección axial.

El segundo motor de accionamiento 260 puede ser un motor de accionamiento giratorio y un vástago (perno). El segundo motor de accionamiento 260 se coloca en la parte frontal del cuerpo 210. El segundo motor de accionamiento 260 acciona de manera giratoria el acoplador o mandril 290 y eventualmente la herramienta 310. El acoplador o mandril 290 puede ser un dispositivo tal como un mandril común de tres abrazaderas en el cual las abrazaderas sujetan la porción superior de la herramienta 310 y la mantienen firmemente en su lugar. El acoplador o mandril 290 puede activarse para abrir o cerrar las abrazaderas mediante un mecanismo de rotación o una llave u otras técnicas conocidas. El acoplador o mandril 290 puede ser de un tipo de mandril o acoplador de liberación rápida. El acoplador o mandril 290 puede conectarse a una herramienta de trabajo 310. Puede incluirse además un acoplador o extensión del mandril 280.

La herramienta de trabajo 310 puede ser, por ejemplo una barrena de perforación, un alambre de Kirshner, un trochador, un trépano, una barrera, un destornillador u otras herramientas. La herramienta de trabajo 310 puede fabricarse de materiales tales como metal de titanio o acero inoxidable. Una herramienta 310 fabricada de un material metálico puede esterilizarse y volver a usarse o desecharse después de cada uso. Alternativamente, las herramientas 310 pueden fabricarse de un material polimérico que puede esterilizarse y volver a usarse o desecharse después de cada uso. El material puede elegirse para proporcionar la resistencia necesaria para permitir la acción apropiada de la herramienta. La herramienta de trabajo 310 se ajusta a través del extremo distal de la guía superficial delantera 302 que se extiende a través de la guía de perforación 370 para acoplar la pieza.

La profundidad que recorre la herramienta 310 hacia la pieza puede medirse mediante un codificador giratorio, mecánico, magnético, eléctrico u óptico, o similares. El codificador giratorio puede ser un codificador giratorio incremental o un codificador giratorio absoluto. La profundidad que recorre la herramienta 310 hasta la pieza puede además medirse por un sincronizador, un resolucionador, un transformador diferencial giratorio variable (RVDT) o un potenciómetro giratorio, o similares. Como se mencionó anteriormente, la información con respecto al uso del instrumento puede transmitirse en tiempo real a una pantalla 236 con circuitos electrónicos desmontables que pueden encontrarse en el cuerpo 210 del instrumento 200 los cuales proporcionan información instantánea tal como una profundidad del agujero durante la perforación. La pantalla 236 puede incluir un LED u otra pantalla que usa, por ejemplo, filamentos eléctricos, plasma, gas o similares.

La guía superficial posterior 300 se acopla a la anilla de transmisión 240 en su extremo proximal y a la guía superficial delantera 302 en su extremo distal. Pueden existir uno o más anillos 250 entre las dos guías superficiales 300, 302. En otra modalidad las guías superficiales 300, 302 pueden ser una única unidad. Las guías superficiales 300, 302 mostradas en los dibujos tienen dos "brazos" o soportes que se extienden axialmente. Sin embargo debería apreciarse que las guías superficiales 300, 302 pueden tener uno (en modalidades que no están de acuerdo con la invención); dos, tres o más brazos que proporcionan soporte adicional para soportar la carga. La guía superficial delantera 302 puede acoplarse al exterior del acoplador o mandril 290. En una modalidad el acoplador o mandril 290 incluye un manguito y/o rebordes estabilizadores. En otra modalidad, el acoplador o mandril 290 puede funcionar sin un manguito o rebordes estabilizadores. En esa modalidad la guía superficial delantera 302 puede tener un casquillo u otro dispositivo para acoplar el acoplador o mandril 290 directamente y aún permitir que el acoplador o mandril 290 gire libremente.

La guía de perforación 370 se conecta al extremo distal de la guía superficial delantera 302. La guía de perforación 370 puede acoplarse al hueso, a las placas para fractura u otros implantes. Una guía de perforación que se atornilla a una placa para fractura puede proporcionar una guía direccional para la barrena de perforación. La guía de perforación 370 puede atornillarse en una placa para fractura de manera que la guía de perforación 370 pueda recibir una barrena de perforación y pueda acoplarse al instrumento 200 por medio de la guía de perforación. La placa para fractura puede conectarse a la guía de perforación 370, la guía de perforación 370 puede conectarse al instrumento 200 que resulta en un complejo interconectado para perforar un agujero. En una modalidad la guía de perforación 370 se atornilla a una placa para fractura y el instrumento 200 puede luego acoplarse a la guía de perforación 370 mediante la conexión de la guía superficial delantera 302 a la guía de perforación 370.

Un inserto para el cuerpo 220 puede ajustarse dentro de la parte superior del cuerpo 210 de manera que cubra los motores de accionamiento 230 y 260. La anilla de transmisión 240 y la guía superficial trasera 300 se colocan en el cuerpo 210 sobre el inserto del cuerpo 220. La parte superior del cuerpo 210 puede aceptar además un recubrimiento del cuerpo 214. La guía superficial trasera 300 se ajusta entre el cuerpo 210 y el recubrimiento del cuerpo 214 de manera que esté libre para moverse dentro del cuerpo 210 y extenderse más allá del cuerpo 210 y del recubrimiento del cuerpo 214. El motor de accionamiento axial y el perno 230 y la anilla de transmisión 240

determinan el movimiento de la guía superficial trasera 300. El cuerpo 210 puede incluir además un carcasa de disparo 212 que tiene, por ejemplo, un disparador de movimiento hacia adelante de dos etapas 232 y un disparador de movimiento inverso 234.

En una modalidad el disparador de movimiento hacia adelante de dos etapas 232 puede activar ambos motores de accionamiento 230, 260. La primera etapa puede acoplar el motor de accionamiento giratorio 260. La segunda etapa puede acoplar el motor de accionamiento axial 230. La velocidad del motor de accionamiento giratorio 260 puede ser proporcional al grado de activación de la primera etapa del disparador 232, por ejemplo oprimiendo el disparador. La velocidad del motor de accionamiento axial 230 puede ser proporcional al grado de activación de la segunda etapa del disparador 232. En una modalidad, mientras más se presiona el disparador cuando está en la primera etapa y el motor de accionamiento giratorio 260 se acopla, más rápido gira la herramienta hasta que está a una velocidad completa. La herramienta gira a una velocidad completa justo antes que entra a la segunda etapa y el motor de accionamiento axial 230 se acopla y la guía superficial comienza a moverse axialmente.

Cuando se activa la primera etapa del disparador de dos etapas 232, el motor de accionamiento giratorio y el perno 260, el acoplador o mandril 290 y la herramienta 310 giran en una dirección hacia adelante. Cuando se activa la segunda etapa del disparador de dos etapas 232, el motor de accionamiento giratorio y el perno 260, el acoplador o mandril 290 y la herramienta 310 giran a su velocidad máxima en una dirección hacia adelante y el motor de accionamiento axial y el perno 230 comienzan a girar proporcionales al grado de activación de la segunda etapa del disparador de dos etapas 232. La acción del motor de accionamiento axial y del perno 230 provoca que la anilla de transmisión 240, la guía superficial posterior 300, la guía superficial delantera 302 y la guía de perforación 370 se muevan en una dirección axial, proximal o hacia el cuerpo 210 del instrumento 200 y lejos del tejido objetivo. El movimiento axial en la dirección proximal hacia el cuerpo 210 del instrumento 200 muestra la herramienta 310 y le permite acoplar el agujero a la pieza a medida que el operador aplica presión al instrumento 200 y lo mantiene acoplado a la pieza.

El disparador de movimiento inverso 234 puede provocar que ambos motores de accionamiento 230, 260 inviertan su dirección. Cuando el disparador de movimiento inverso 234 se acopla mientras el disparador de dos etapas 232 se activa durante la primera etapa, el motor de accionamiento giratorio y el perno 260, el acoplador o mandril 290 y la herramienta 310 giran en una dirección inversa. Cuando se activa la segunda etapa del disparador de dos etapas 232, y el disparador de movimiento inverso 234 está aún acoplado, el motor de accionamiento giratorio y el perno 260, el acoplador o mandril 290 y la herramienta 310 giran a una velocidad máxima en una dirección inversa y el motor de accionamiento axial y el perno 230 comienzan a girar proporcionales al grado de activación de la segunda etapa del disparador de dos etapas 232. La acción del motor de accionamiento axial y el perno 230 provoca que la anilla de transmisión 240, la guía superficial posterior 300, la guía superficial delantera 302 y la guía de perforación 370 se muevan en una dirección axial lejos del cuerpo 210 del instrumento 200. El movimiento axial lejos del cuerpo 210 del instrumento 200 empuja el cuerpo del instrumento 210 lejos de la pieza y extrae la herramienta 310 fuera de la pieza. En otra modalidad los motores 230, 260 pueden tener funciones inversas independientes y pueden controlarse independientemente por medio de activadores o disparadores independientes.

Puede existir un interruptor de selección de oscilación 262 distal a la carcasa del disparador 212. Cuando el interruptor de selección de oscilación 262 está en la posición de apagado, el instrumento 200 puede funcionar como se describió anteriormente. Cuando el interruptor de selección de oscilación 262 está en la posición de encendido, el motor de accionamiento giratorio 260 puede oscilar en la dirección apropiada cuando los disparadores se activan y la función del motor de accionamiento axial 230 no se afecta. Si se activa el disparador de movimiento hacia adelante, el instrumento 200 oscila en la dirección hacia adelante, es decir el motor de accionamiento giratorio oscila hacia adelante pero el motor de accionamiento axial se mueve ligeramente en la dirección hacia adelante como anteriormente. Si los disparadores inverso y hacia adelante se activan, el instrumento 200 oscila en la dirección inversa, es decir el motor de accionamiento giratorio oscila a la inversa pero el motor de accionamiento axial se mueve ligeramente en la dirección inversa como anteriormente. El interruptor de selección de oscilación afecta la función del motor giratorio, no la del motor de accionamiento axial. Cuando se selecciona, este provoca que el motor giratorio oscile.

En una modalidad el motor de accionamiento giratorio 260 puede tener un sensor del torque aplicado (no se muestra). Cuando la herramienta atraviesa el hueso cortical hacia el hueso medular o desde el hueso cortical hacia un tejido suave el torque medido caerá dramáticamente. La información puede transmitirse a la pantalla 236 e integrarse con la función de los accionadores del motor y sus activadores. Por ejemplo, en una modalidad, cuando la herramienta 310 se mueve axialmente en una dirección hacia adelante y pasa desde el hueso cortical al hueso medular o desde el hueso cortical al tejido suave el torque reducido interrumpirá el movimiento axial. El accionamiento axial puede luego volver a acoplarse al liberar presión sobre el disparador de movimiento hacia adelante de dos etapas y volver a aplicar presión.

El cuerpo 210 puede aceptar un tubo de irrigación 340. La irrigación automatizada es generalmente una opción conveniente para los cirujanos dado que reduce efectivamente la temperatura de la barrena de perforación, la temperatura del hueso y el riesgo de que se queme el hueso. La guía superficial delantera 302 puede tener una o más boquillas de irrigación 330. El cuerpo 210 puede aceptar un activador de la irrigación (no se muestra), por

ejemplo un disparador que puede presionarse en el mango del cuerpo 210. El activador de la irrigación puede ser parte de los circuitos electrónicos contenidos en la pantalla 236. El activador puede activar el flujo de irrigación desde el tubo de irrigación 340 a través de las boquillas 330 que se suministran al campo quirúrgico. Las boquillas de irrigación 330 pueden conectarse a través del tubo de irrigación 340 hacia una bolsa de fluido estéril y un sistema de tubos estéril (no se muestra). El fluido de irrigación puede suministrarse al puerto de irrigación 340 por medio de una bolsa de fluido estéril y de un sistema de tubos estériles. Puede usarse una bomba externa de fluidos o la gravedad para presurizar el sistema de irrigación. El sistema de irrigación puede mantenerse fuera del campo quirúrgico estéril excepto, por ejemplo, para el sistema de tubos estériles conectado al instrumento. Tal disposición puede contribuir a que el extremo de acoplamiento y la herramienta 310 permanezcan relativamente libres de peso u otro equipamiento extraño permitiendo una colocación más precisa y fácil de usar del instrumento 200 en el campo quirúrgico. En otra modalidad el sistema de irrigación puede adaptarse para suministrar fluidos a la herramienta de trabajo 310 en donde la irrigación puede moverse hacia la herramienta 310 y salir a través de los puertos distales en la herramienta 310 y hacia la pieza. En otra modalidad el sistema de irrigación, u otro sistema de tubos, puede adaptarse para suministrar succión al área de trabajo.

El cuerpo 210 puede aceptar un recubrimiento de batería 362 que contiene una batería 360 y se limita en la parte inferior mediante un recubrimiento de cubierta de batería 364. El cuerpo 210 puede aceptar botones de desbloqueo de la batería 366. El cuerpo 210 del instrumento 200 junto con el recubrimiento de batería 362, el recubrimiento de cubierta de batería 364, el recubrimiento del cuerpo 214 y la carcasa del disparador 212 se muestran como una empuñadura aunque se consideran otras configuraciones en la presente descripción. Por ejemplo puede usarse un instrumento totalmente recto u otra configuración.

Debajo se muestra un método de uso ilustrativo para el dispositivo o los dispositivos descritos en la presente descripción. En una modalidad, el cirujano puede diseccionar el tejido hasta el hueso y crear un campo lo suficientemente grande para colocar la barrena de perforación o una guía de perforación o una guía de perforación que puede acoplarse al hueso. Los husillos pueden colocarse a través de las fracturas sin ningún otro implante o una placa puede fijarse a través de la fractura mediante los husillos del hueso. Los husillos pueden bloquearse dentro de la placa y del hueso. Cuando se usa una placa, el cirujano puede crear un campo lo suficientemente grande para colocar la placa. Alternativamente, la placa puede insertarse a través de una incisión pequeña de manera que el cirujano la desliza a lo largo de la superficie del hueso junto con la disección directa del tejido en todo el proceso (es decir la placa subcutánea). Los husillos pueden colocarse, por ejemplo mediante el uso de una radiografía para encontrar los agujeros en la placa, a través de incisiones pequeñas a través de la piel con la disección hasta el hueso. El tejido circundante puede protegerse mediante el uso de retractores, una guía de perforación a través de la cual la barrena de perforación se inserta, guías que pueden acoplarse en el instrumento y similares. Si se usa una guía de perforación, se considera la longitud de la guía para la medición de la profundidad. Si se usa una guía que puede acoplarse, la profundidad se pone a cero automáticamente o manualmente. Si se usa una placa el grosor de la placa puede considerarse automáticamente o manualmente para ponerlo a cero.

El extremo de trabajo del instrumento, con o sin una guía, puede colocarse cerca del hueso expuesto y diseccionado y el instrumento se pone a cero: Alternativamente, el cirujano puede extender unos pocos milímetros la barrena de perforación para acoplar el hueso y perforar un agujero atornillado a fondo o de prueba para poner a cero el dispositivo. Cuando se usa una placa de fijación, la placa puede colocarse próxima al hueso y el extremo de la barrena puede colocarse ajustado a la placa. Alternativamente, algunas placas tienen guías de perforación que se atornillan a estas de manera que la barrena se dirige en el ángulo apropiado. El instrumento descrito en la presente descripción puede fabricarse de manera que este se acople libremente a estos tipos de guías de perforación. Adicionalmente, las guías de la barrena de perforación pueden tener puntas pequeñas para mantener su posición sobre el hueso. La guía puede tener puntas para realizar esta función.

El cirujano luego puede aplicar presión axialmente y acoplar primero el impulso giratorio a la velocidad deseada. El cirujano procede a acoplar el impulso axial tanto continuamente como de manera incremental, en dependencia de la densidad del hueso y de la preferencia del usuario. La perforación puede continuar a través del hueso cortical, a través del hueso medular, hacia y a través del hueso cortical distal. Una vez que atraviesa el hueso cortical distal como se determina por los medios de control de la profundidad preestablecidos, la resistencia axial, la realimentación sonora a partir de la velocidad de giro de la barrena y/o la realimentación sonora de los sensores de aceleración o torque, se detiene el movimiento axial. El cirujano puede luego retirar la barrena al invertir el sistema de accionamiento axial o al jalar el instrumento. El sistema de accionamiento giratorio puede dejarse acoplado y en la dirección hacia adelante para facilitar que se despeje el agujero creado. El cirujano puede luego leer la profundidad en la pantalla y seleccionar el husillo apropiado para la implantación. El husillo puede implantarse mediante el uso de un destornillador manual o similar.

Ahora con respecto a las Figuras 7A-7B, durante el uso el instrumento 200 puede contraponerse al hueso expuesto o, si se usa, a la placa de fijación para fractura. La posición de profundidad cero apropiada puede determinarse automáticamente. Una vez que el operador activa el disparador 232, la guía de perforación 370 se retrae en la dirección proximal (flecha P) y la herramienta de trabajo 310 se extiende a través de la guía de perforación 370. La herramienta de trabajo 310 se acopla a la pieza y a los agujeros en la pieza a medida que el operador aplica presión al instrumento 200 y lo mantiene acoplado a la pieza. La herramienta de trabajo 310 puede el hueso la cantidad a la

que se retrae la guía de perforación 370. La retracción de la guía de perforación 370 puede medirse instantáneamente y mostrarse en la pantalla 236 en la parte trasera del instrumento 200. La determinación automática de la posición cero aunque se contraponga al hueso o a una placa de fijación para fractura dependerá de los algoritmos del propietario relacionados con la manera en la que la guía de perforación 370 se contrapone al hueso o a la placa y al grosor de la placa. Estas variables pueden ser únicas para cada sistema de placas y conjunto de guías de perforación. La profundidad del recorrido de la herramienta de trabajo 310 dentro de la pieza se mide y se muestra en la pantalla 236 simultáneamente e instantáneamente ya que la herramienta de trabajo 310 se mueve axialmente en una dirección distal y penetra en la pieza.

Una vez que se alcanza la profundidad de penetración deseada, el disparador de movimiento inverso 234 puede activarse para provocar que ambos motores de accionamiento 230, 260 inviertan su dirección. La acción del motor de accionamiento axial 230 provoca que la anilla de transmisión 240, la guía superficial posterior 300, la guía superficial delantera 302 y la guía de perforación 370 se muevan en una dirección axial lejos del cuerpo 210 del instrumento en una dirección distal de manera que el movimiento axial empuja el cuerpo del instrumento 210 lejos de la pieza y extrae la herramienta 310 fuera de la pieza.

Aunque esta descripción contiene muchas especificidades, estas no deberían considerarse como limitaciones para el alcance de las reivindicaciones, sino como descripciones de las características específicas para las modalidades particulares. Ciertas características descritas en esta descripción en el contexto de modalidades separadas pueden implementarse además combinadas en una única modalidad. De manera inversa, diversas características descritas en el contexto de una única modalidad pueden implementarse además en múltiples modalidades de manera separada o en cualquier subcombinación adecuada. Además, aunque las características puedan describirse anteriormente como que actúan en ciertas combinaciones, una o más características de una combinación pueden en algunos casos eliminarse de la combinación, y la combinación puede dirigirse a una subcombinación o a una variación de una subcombinación. De manera similar, aunque las operaciones se describen en los dibujos en un orden particular, esto no debería entenderse como que se requiere que tales operaciones se realicen en el orden particular mostrado o en el orden secuencial, o que se realicen todas las operaciones ilustradas, para lograr los resultados convenientes.

Aunque las modalidades de los diversos métodos y dispositivos se describen en detalle en la presente descripción con referencia a ciertas versiones, debería apreciarse que son además posibles otras versiones, modalidades, métodos de uso, y sus combinaciones. Por lo tanto el alcance de las reivindicaciones adjuntas no debería limitarse a la descripción de las modalidades contenidas en la presente descripción.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo médico de perforación (200) que comprende:

una carcasa (210) que comprende una porción portátil (210, 362, 364, 214, 212) cerca de un extremo proximal de la carcasa y un extremo distal;
un vástago de accionamiento axial que se extiende a través de una región de la carcasa entre los extremos proximal y distal y que se acopla a un motor de accionamiento axial (230);
un vástago de accionamiento giratorio que se extiende a través de una región de la carcasa entre los extremos proximal y distal y que se acopla a un motor de accionamiento giratorio (260) configurado para hacer girar el vástago de accionamiento giratorio alrededor de un eje longitudinal del vástago de accionamiento giratorio;
una herramienta de trabajo (310) conectada de manera intercambiable al vástago de accionamiento giratorio mediante un acoplador (290) y configurada para girar con el vástago de accionamiento giratorio alrededor del eje longitudinal del vástago de accionamiento giratorio;
un ensamble de guías de perforación acoplado al vástago de accionamiento axial y que comprende una guía de perforación (370) que rodea la herramienta de trabajo, una guía superficial delantera (302) y una guía superficial posterior (300), en donde una región distal de la guía superficial delantera se acopla a la guía de perforación y una región proximal de la guía superficial delantera se acopla a la guía superficial posterior, y en donde la guía superficial posterior se acopla al vástago de accionamiento axial;
un transductor conectado mediante una interfaz al vástago de accionamiento axial; y
un empaque de circuitos electrónicos en comunicación electrónica con el transductor, en donde los circuitos electrónicos se configuran para controlar la activación del motor de accionamiento axial para provocar que el vástago de accionamiento axial impulse el ensamble de guías de perforación en una dirección axial hacia el extremo proximal de la carcasa mientras que la herramienta de trabajo permanece fija axialmente a lo largo del eje longitudinal, mostrando de este modo una porción de la herramienta de trabajo más allá del extremo distal de la guía de perforación disponible para acoplar un tejido objetivo, caracterizado porque, las guías superficiales tienen cada una dos o más brazos que se extienden axialmente y proporcionan soporte para resistir una carga durante el funcionamiento del dispositivo.

2. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 1, en donde el motor de accionamiento axial comprende un motor de accionamiento axial fijo dispuesto para activar el vástago de accionamiento axial para provocar que el ensamble de guías de perforación recorra una distancia en una dirección axial.

3. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 2, en donde el vástago de accionamiento axial se dispone para provocar que el ensamble de guías de perforación recorra axialmente desde una dirección proximal a una dirección distal o desde una dirección distal a una dirección proximal con relación a la carcasa.

4. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 2 o la reivindicación 3, en donde el transductor se dispone para medir instantáneamente la distancia recorrida por el ensamble de guías de perforación.

5. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 4, en donde los circuitos electrónicos se disponen para trasladarse a la distancia recorrida por el ensamble de guías de perforación dentro de la carcasa hasta una medición de la profundidad del movimiento axial de la herramienta de trabajo dentro de un hueso.

6. El dispositivo de conformidad con cualquier reivindicación anterior, en donde la profundidad que penetra la herramienta de trabajo en el hueso se programa previamente por un operador.

7. El dispositivo de conformidad con cualquier reivindicación anterior, en donde la herramienta de trabajo se selecciona del grupo que consiste de una barrena de perforación, un alambre de Kirshner, un trochador, un trépano, una barrena y un destornillador.

8. El dispositivo de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, en donde el transductor comprende un codificador giratorio electrónico, óptico, magnético o mecánico; un codificador giratorio incremental; o un codificador giratorio absoluto.

9. El dispositivo de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8, en donde el transductor se selecciona del grupo que consiste de un sincronizador, un resolucionador, un transformador diferencial variable giratorio (RVDT) y un potenciómetro giratorio.

10. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 1, que comprende además un torque sensor acoplado al motor de accionamiento giratorio, en donde el empaque de circuitos electrónicos está en comunicación con el sensor de torque, y en donde el empaque de circuitos electrónicos se programa para recibir las lecturas del torque del motor de accionamiento giratorio desde el sensor del torque y generar la una o más señales que indican el paso de la herramienta de trabajo a través de las diversas capas del tejido objetivo que tienen diferencias en la resistencia del material.

11. El dispositivo de conformidad con cualquier reivindicación anterior, que comprende además un sistema de irrigación para suministrar fluidos a la herramienta de trabajo.
- 5 12. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 10 o la reivindicación 11, en donde la carcasa tiene un puerto de acceso externo.
- 10 13. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 12, en donde el vástago de accionamiento giratorio y axial, el motor de accionamiento axial, el motor de accionamiento giratorio, el acoplador, el transductor y los circuitos electrónicos son modulares y pueden retirarse del dispositivo.

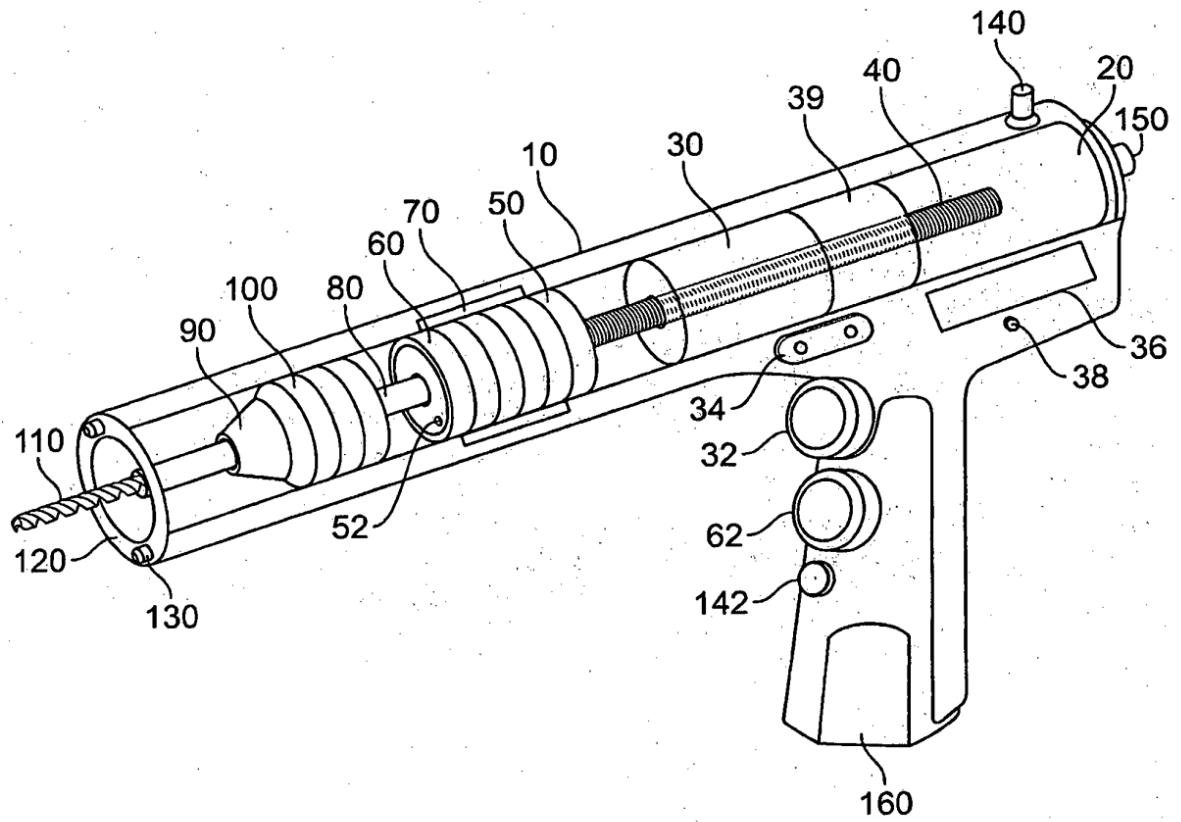


FIGURA 1

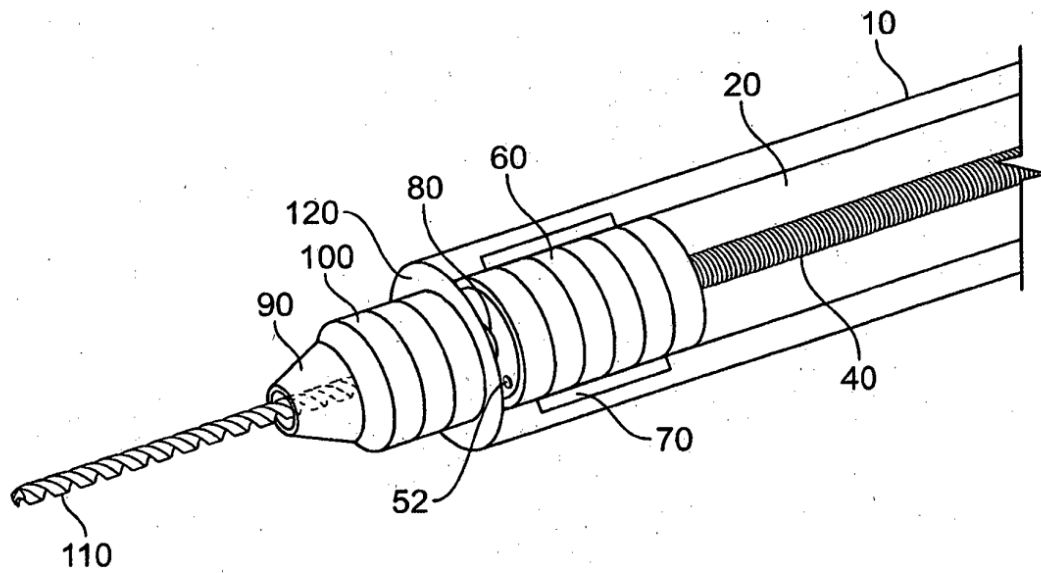
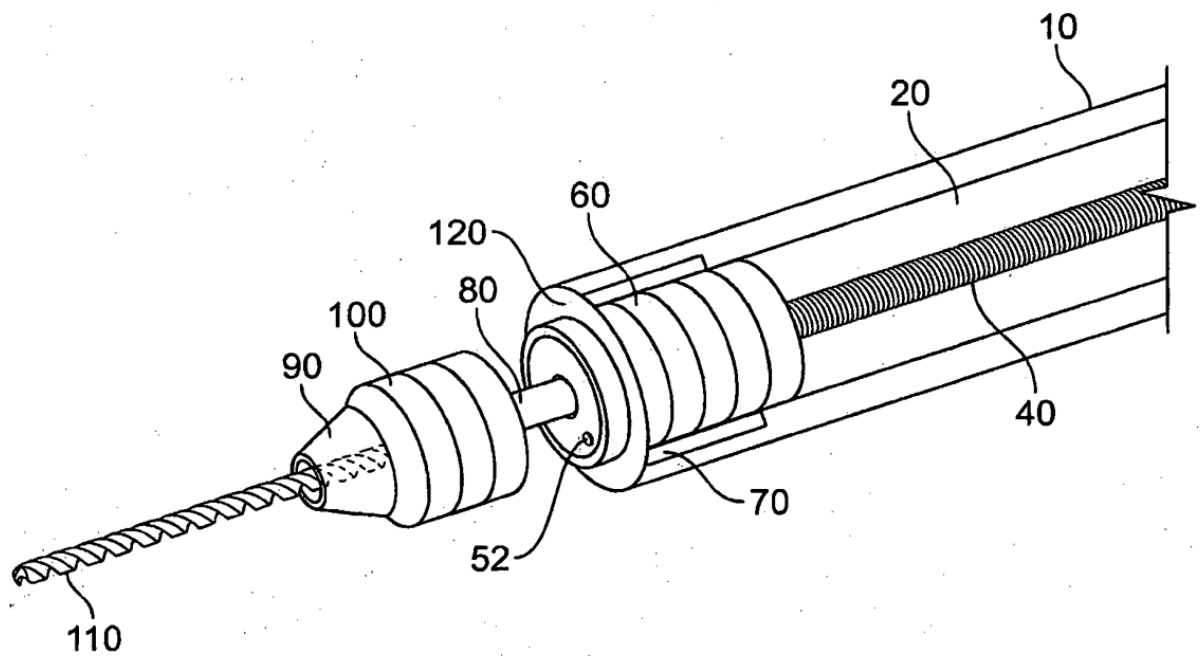
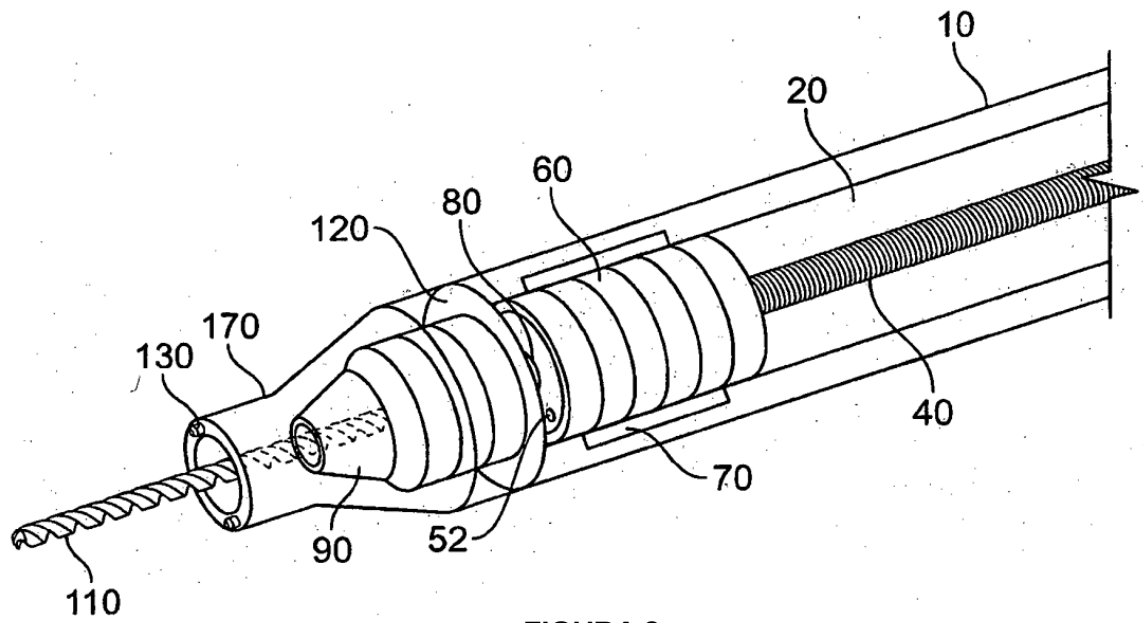


FIGURA 2



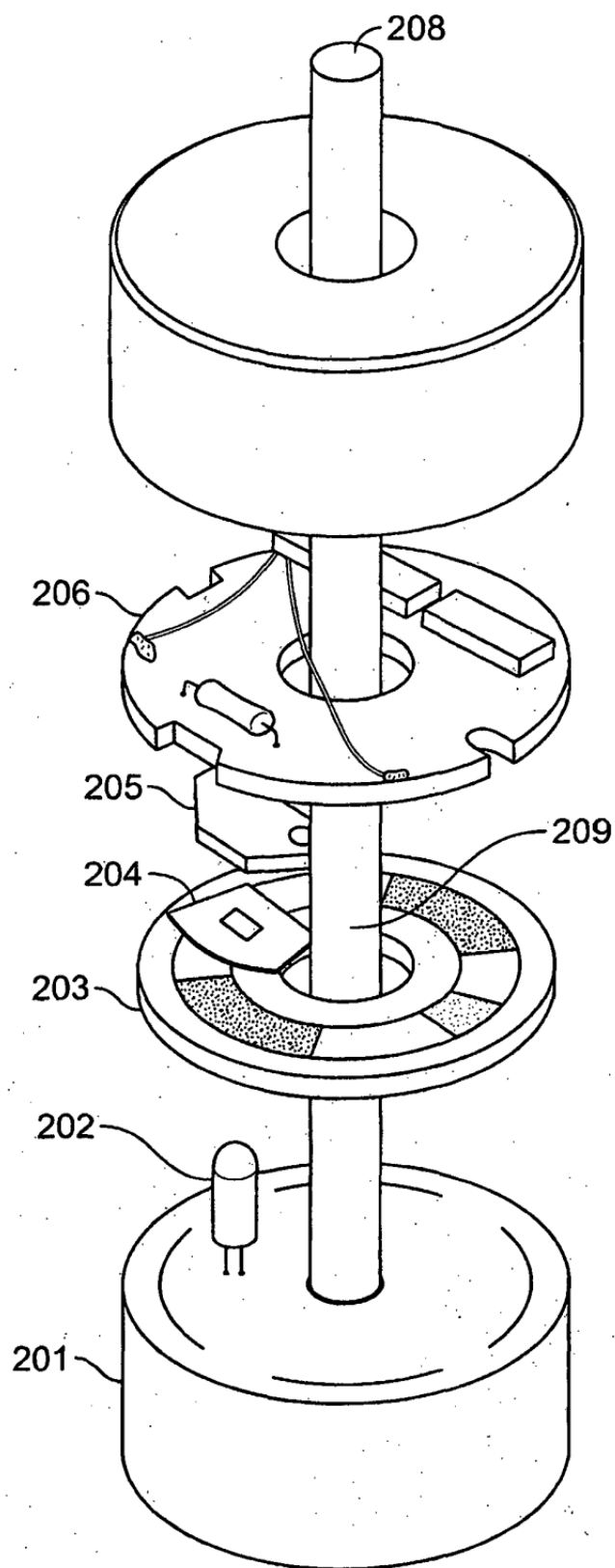


FIGURA 5

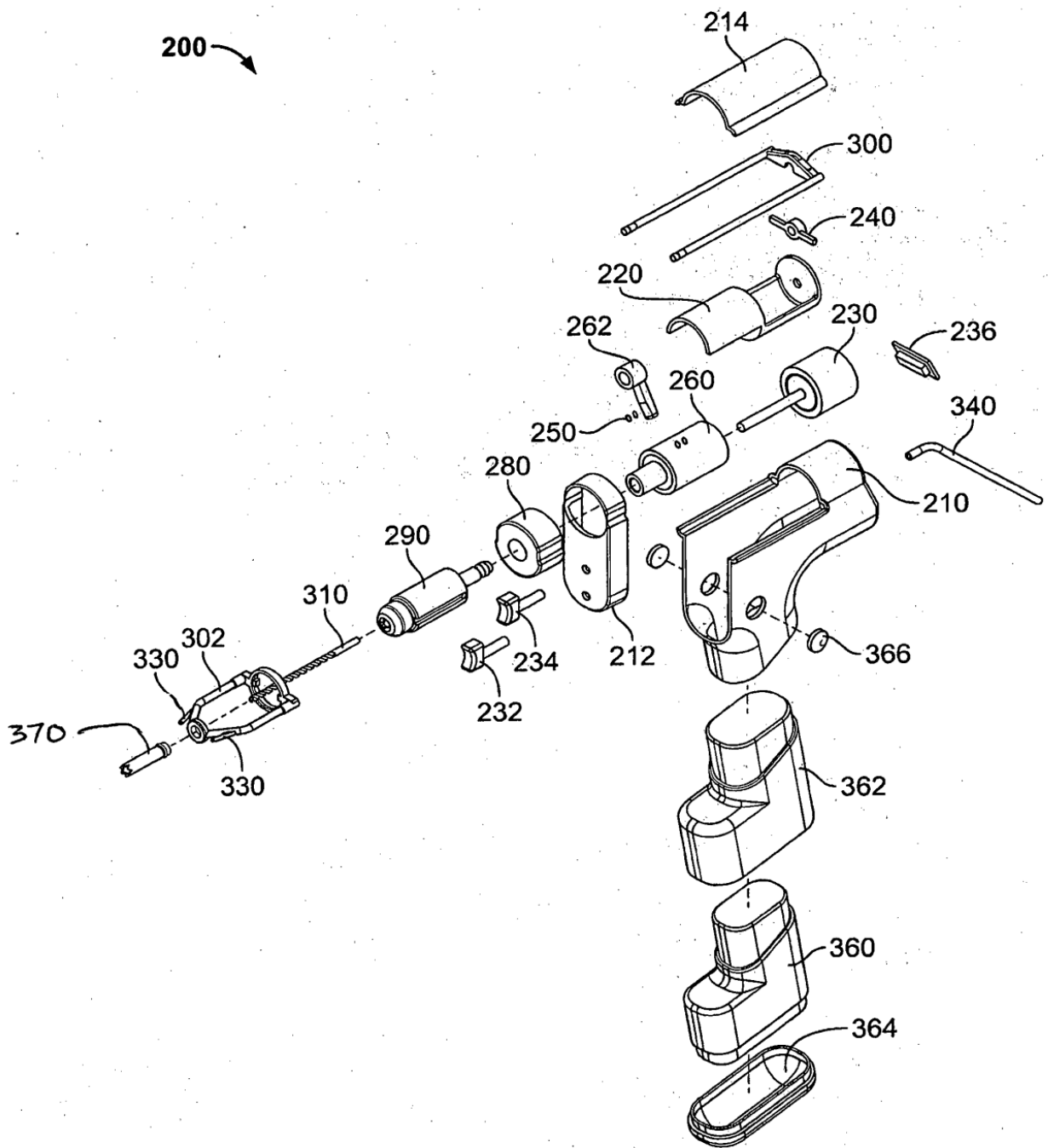


FIGURA 6

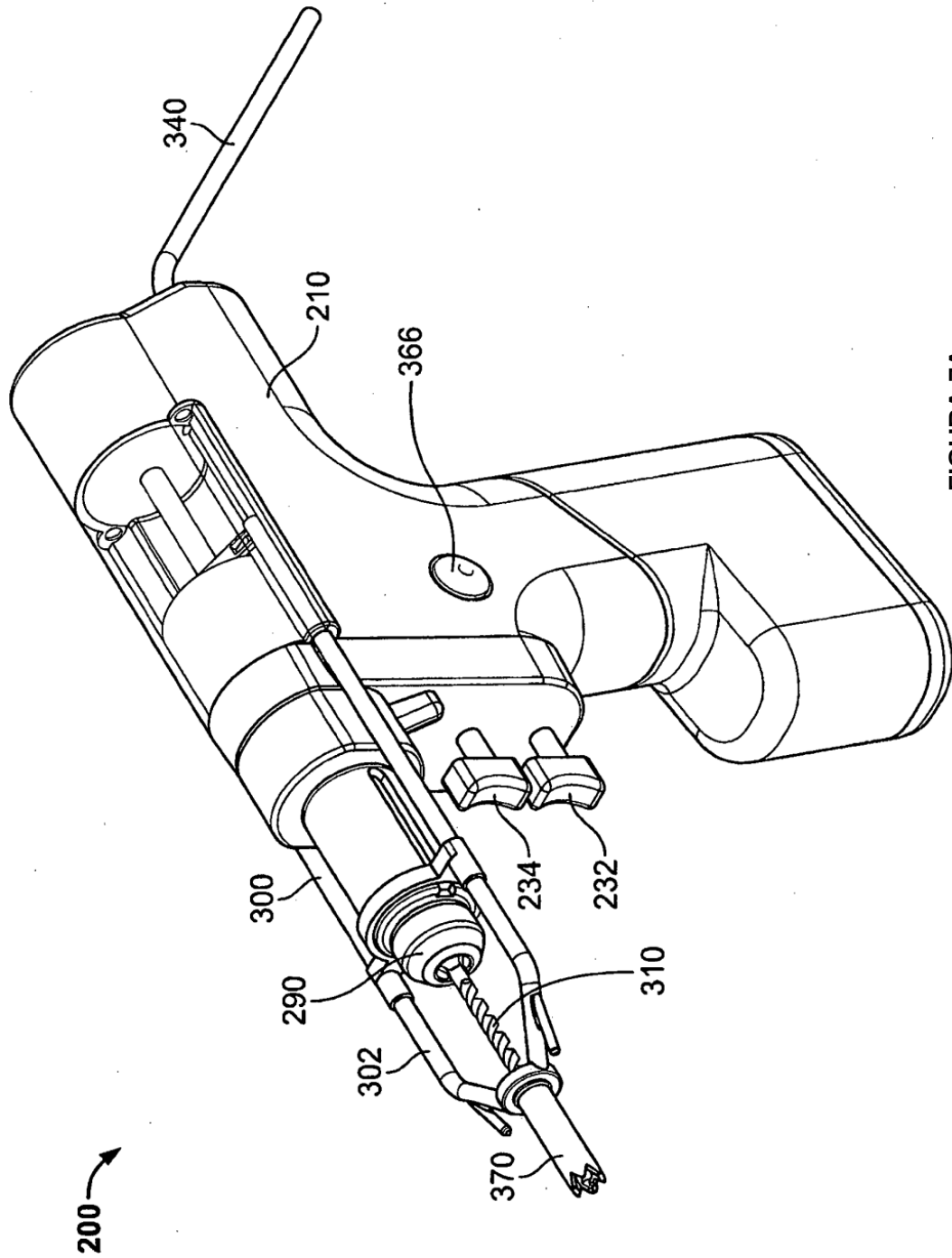


FIGURA 7A

