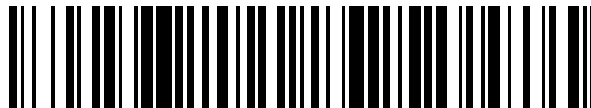


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 064**

51 Int. Cl.:

A61B 17/072 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.03.2014 E 14158013 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2017 EP 2789299**

54 Título: **Dispositivo para grapado quirúrgico motorizado**

30 Prioridad:

07.03.2013 US 201313788293

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

08.09.2017

73 Titular/es:

**COVIDIEN LP (100.0%)
15 Hampshire Street
Mansfield, MA 02048, US**

72 Inventor/es:

**ZEMLOK, MICHAEL y
ROSS, ADAM**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 632 064 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

Dispositivo para grapado quirúrgico motorizado

Antecedentes

1. Sector técnico

5 La presente invención se refiere a una grapadora quirúrgica para implantar elementos de fijación quirúrgicos mecánicos en el tejido de un paciente, y en particular, a una grapadora quirúrgica que es accionada por un motor para disparar al tejido elementos de fijación quirúrgicos, y a un controlador para determinar una o varias condiciones relacionadas con el disparo de los elementos de fijación quirúrgicos y para controlar la grapadora en respuesta a una o varias señales de retroalimentación detectadas.

10 2. Antecedentes de la técnica

Los dispositivos conocidos actuales pueden requerir habitualmente de 4,5 kg a 27,2 kg (10 a 60 libras) de fuerza manual para sujetar tejido y desplegar y conformar elementos de fijación quirúrgicos en el tejido lo que, con el uso repetido, puede hacer que la mano del cirujano se fatigue. Son conocidas en la técnica las grapadoras neumáticas accionadas con gas, que implantan elementos de fijación quirúrgicos en tejidos. Algunos de estos instrumentos utilizan un suministro de gas comprimido que conecta con un mecanismo de gatillo. El mecanismo de gatillo, cuando se presiona, simplemente libera gas comprimido para implantar un elemento de fijación en el tejido.

Se conocen asimismo en la técnica las grapadoras quirúrgicas motorizadas. Éstas incluyen grapadoras quirúrgicas motorizadas que tienen motores que activan mecanismos de disparo de grapas. En algunos casos, el mecanismo de disparo de la grapadora puede desplegar de manera inadecuada elementos de fijación quirúrgicos que pueden tener efectos negativos sobre el paciente. Por lo tanto, existe una necesidad de grapadoras quirúrgicas motorizadas nuevas y mejoradas que incluyan varios sensores. Los sensores detectan elementos de fijación quirúrgicos desplegados de manera inadecuada y proporcionan una retroalimentación pertinente a un controlador o usuario, relacionada con aquellos.

El documento EP2055243 da a conocer una grapadora quirúrgica motorizada, según el preámbulo de la reivindicación 1.

Compendio

Según un aspecto de la presente invención, se da a conocer una grapadora quirúrgica motorizada. La grapadora incluye un cuerpo envolvente, una parte endoscópica que se extiende distalmente desde el cuerpo envolvente y define un primer eje longitudinal, un motor de accionamiento dispuesto, por lo menos parcialmente, en el interior de un cuerpo envolvente y una varilla de disparo dispuesta en cooperación mecánica con el motor de accionamiento. La varilla de disparo se traslada longitudinalmente y se puede hacer girar mediante un motor alrededor del primer eje longitudinal que se extiende a través de la misma. La grapadora incluye asimismo un efector extremo dispuesto junto a una parte distal de la parte endoscópica. El efector extremo está en cooperación mecánica con la varilla de disparo para disparar un elemento de fijación quirúrgico. La grapadora incluye además un sensor de corriente configurado para medir el consumo de corriente en el motor, y un controlador configurado para determinar si el elemento de fijación quirúrgico está desplegado satisfactoriamente en base al consumo de corriente en el motor.

Según otro aspecto de la presente invención, se da a conocer un procedimiento para detectar un despliegue satisfactorio de un elemento de fijación quirúrgico. El procedimiento incluye disponer una grapadora quirúrgica motorizada. La grapadora incluye un cuerpo envolvente, una parte endoscópica que se extiende distalmente desde el cuerpo envolvente y define un primer eje longitudinal, un motor de accionamiento dispuesto, por lo menos parcialmente, dentro de un cuerpo envolvente y una varilla de disparo dispuesta en cooperación mecánica con el motor de accionamiento. La varilla de disparo se traslada longitudinalmente y se puede hacer girar mediante un motor alrededor del primer eje longitudinal que se extiende a través de la misma. La grapadora incluye asimismo un efector extremo dispuesto junto a una parte distal de la parte endoscópica. El efector extremo está en cooperación mecánica con la varilla de disparo para disparar un elemento de fijación quirúrgico. La grapadora incluye además un sensor de corriente configurado para medir el consumo de corriente en el motor, y un controlador configurado para determinar si el elemento de fijación quirúrgico está desplegado satisfactoriamente, en base al consumo de corriente en el motor. La grapadora dispara el elemento de fijación quirúrgico y detecta el consumo de corriente en el motor. El consumo de corriente detectado se compara con datos de disparo satisfactorio de ensayo, y se entrega el resultado de la comparación entre el consumo de corriente detectado y los datos de disparos satisfactorio de ensayo.

Breve descripción de los dibujos

Se describen en la memoria diversas realizaciones del instrumento objeto, haciendo referencia a los dibujos, en los que:

- la figura 1 es una vista en perspectiva de un instrumento quirúrgico motorizado, según una realización de la presente invención;
- la figura 2 es una vista parcial en perspectiva, a mayor escala, del instrumento quirúrgico motorizado, según la realización de la presente invención de la figura 1;
- 5 la figura 3 es una vista parcial en planta, a mayor escala, del instrumento quirúrgico motorizado, según la realización de la presente invención de la figura 1;
- la figura 4 es una vista parcial en sección, en perspectiva, de componentes internos del instrumento quirúrgico motorizado de la figura 1 de acuerdo con una realización de la presente invención;
- 10 la figura 5 es una vista en perspectiva del mecanismo de articulación con partes separadas del instrumento quirúrgico motorizado de la figura 1, de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la figura 6 es una vista parcial en sección transversal que muestra componentes internos del instrumento quirúrgico motorizado, según la realización de la presente invención de la figura 1, dispuestos en una primera posición;
- 15 la figura 7 es una vista parcial en sección transversal que muestra componentes internos del instrumento quirúrgico motorizado, según la realización de la presente invención de la figura 1, dispuestos en una segunda posición;
- la figura 8 es una vista en perspectiva del conjunto de montaje y de la parte de cuerpo proximal de una unidad de carga, con partes separadas del instrumento quirúrgico motorizado de la figura 1 de acuerdo con una realización de la presente invención;
- 20 la figura 9 es una vista lateral en sección transversal de un efector extremo del instrumento quirúrgico motorizado de la figura 1 de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la figura 10 es una vista lateral parcial, a mayor escala, que muestra componentes internos del instrumento quirúrgico motorizado, según la realización de la presente invención de la figura 1;
- 25 la figura 11 es una vista en perspectiva de una placa de embrague unidireccional del instrumento quirúrgico motorizado de la figura 1 de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la figura 12 es una vista lateral parcial, a mayor escala, que muestra componentes internos del instrumento quirúrgico motorizado, según la realización de la presente invención de la figura 1;
- la figura 13 es un diagrama esquemático de una fuente de alimentación del instrumento quirúrgico motorizado, según la realización de la presente invención de la figura 1;
- 30 la figura 14 es un diagrama de flujo que muestra un procedimiento para autenticar la fuente de alimentación del instrumento quirúrgico motorizado de la figura 1,
- las figuras 15A-B son vistas parciales posteriores, en perspectiva, de una unidad de carga del instrumento quirúrgico motorizado, según la realización de la presente invención de la figura 1;
- 35 la figura 16 es un diagrama de flujo que muestra un procedimiento para autenticar la unidad de carga del instrumento quirúrgico motorizado, según la realización de la presente invención de la figura 1;
- la figura 17 es una vista en perspectiva de la unidad de carga del instrumento quirúrgico motorizado, según la realización de la presente invención de la figura 1;
- la figura 18 es una vista lateral en sección transversal del efector extremo del instrumento quirúrgico motorizado de la figura 1, de acuerdo con una realización de la presente invención;
- 40 la figura 19 es una vista lateral en sección transversal del instrumento quirúrgico motorizado de la figura 1, de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la figura 20 es un diagrama esquemático de un sistema de control del instrumento quirúrgico motorizado, según la realización de la presente invención de la figura 1;
- 45 la figura 21 es un diagrama esquemático de un sistema de control de retroalimentación, según la presente invención;
- las figuras 22A-B son vistas en perspectiva, frontal y posterior, de un controlador de retroalimentación del sistema de control de retroalimentación según la realización de la presente invención;
- la figura 23 es un diagrama esquemático del controlador de retroalimentación, según la realización de la presente invención;

- la figura 24 es una vista parcial, en sección, de componentes internos de un instrumento quirúrgico motorizado de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la figura 25 es una vista parcial en sección, en perspectiva, de componentes internos del instrumento quirúrgico motorizado de acuerdo con una realización de la presente invención;
- 5 la figura 26 es una vista parcial, en perspectiva, de un conjunto del morro del instrumento quirúrgico motorizado de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la figura 27 es una vista parcial, en perspectiva, de una palanca de retracción del instrumento quirúrgico motorizado de acuerdo con una realización de la presente invención;
- 10 la figura 28 es una vista parcial, en perspectiva, del instrumento quirúrgico motorizado de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la figura 29 es una vista, en perspectiva, del instrumento quirúrgico motorizado de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la figura 30 es una vista en perspectiva de un conjunto de retracción modular del instrumento quirúrgico motorizado de acuerdo con una realización de la presente invención;
- 15 la figura 31 es una vista en sección parcial, a mayor escala, de componentes internos de un instrumento quirúrgico motorizado de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la figura 32 es una vista en sección parcial, a mayor escala, de componentes internos de un instrumento quirúrgico motorizado de acuerdo con una realización de la presente invención;
- 20 las figuras 33A - 33L son diagramas de color que representan la corriente consumida por un motor frente al tiempo, en un instrumento quirúrgico motorizado de acuerdo con realizaciones de la presente invención;
- la figura 34 es un diagrama esquemático de un sistema de detección de elementos de fijación quirúrgicos de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la figura 35 es un diagrama de un circuito de detección de corriente, de acuerdo con una realización de la presente invención;
- 25 la figura 36 es un diagrama de flujo que muestra un procedimiento para detectar el despliegue satisfactorio de uno o varios elementos de fijación quirúrgicos; y
- las figuras 37A-37L son representaciones en escala de grises de los diagramas de color dispuestos en las figuras 33A-33L.

Descripción detallada

- 30 A continuación se describen en detalle realizaciones del instrumento quirúrgico motorizado que se está dando a conocer, haciendo referencia a los dibujos, en los que los numerales de referencia similares indican elementos idénticos o correspondientes en cada una de las diversas vistas. Tal como se utiliza en la presente memoria, el término "distal" se refiere a la parte del instrumento quirúrgico motorizado, o componente del mismo, más alejada del usuario mientras que el término "proximal" se refiere a la parte del instrumento quirúrgico motorizado, o componente
- 35 del mismo, más próxima al usuario.
- De acuerdo con la presente invención, un instrumento quirúrgico motorizado, por ejemplo una grapadora quirúrgica, se indica en las figuras con el numeral de referencia 10. Haciendo referencia inicialmente a la figura 1, el instrumento quirúrgico motorizado 10 incluye un cuerpo envolvente 110, una parte endoscópica 140 que define un primer eje longitudinal A-A que se extiende a su través, y un efector extremo 160, que define un segundo eje longitudinal B-B
- 40 que se extiende a su través. La parte endoscópica 140 se extiende distalmente desde el cuerpo envolvente 110, y el efector extremo 160 está dispuesto junto a una parte distal de la parte endoscópica 140. En una realización, los componentes del cuerpo envolvente 110 están cerrados herméticamente contra la infiltración de partículas y/o la contaminación por fluido, y ayudan a impedir daños del componente mediante el proceso de esterilización.
- De acuerdo con una realización de la presente invención, el efector extremo 160 incluye un primer elemento de mordaza que tiene uno o varios elementos de fijación quirúrgicos (por ejemplo, conjunto de cartucho 164) y un segundo elemento de mordaza enfrentado que incluye una parte de yunque para desplegar y conformar los
- 45 elementos de fijación quirúrgicos (por ejemplo, un conjunto de yunque 162). En ciertas realizaciones, las grapas están alojadas en el conjunto de cartucho 164 para aplicar filas lineales de grapas al tejido corporal, de manera simultánea o bien secuencial. Uno o ambos del conjunto de yunque 162 y el conjunto de cartucho 164 son desplazables con respecto al otro, entre una posición abierta en la que el conjunto de yunque 162 está separado del
- 50 conjunto de cartucho 164 y una posición aproximada o sujeta en la que el conjunto de yunque 162 está alineado en yuxtaposición con el conjunto de cartucho 164.

Se contempla además que el efector extremo 160 esté fijado a una parte de montaje 166, que está fijada de manera pivotante a una parte de cuerpo 168. La parte de cuerpo 168 puede ser integral con la parte endoscópica 140 del instrumento quirúrgico motorizado 10, o puede estar fijada de manera desmontable al instrumento 10 para proporcionar una unidad de carga desechable (DLU, disposable loading unit) reemplazable o una unidad de carga de un solo uso (SULU, single use loading unit) (por ejemplo, la unidad de carga 169). En ciertas realizaciones, la parte reutilizable puede estar configurada para su esterilización y reutilización en un procedimiento quirúrgico posterior.

La unidad de carga 169 puede ser conectable a la parte endoscópica 140 por medio de una conexión de bayoneta. Se contempla que la unidad de carga 169 tenga una unión de articulación conectada a la parte de montaje 166 de la unidad de carga 169, y que la unión de articulación esté conectada a una varilla de articulación, de tal modo que el efector extremo 160 se articula cuando la varilla de articulación se traslada en la dirección distal-proximal a lo largo del primer eje longitudinal A-A. Se pueden utilizar otros medios de conexión del efector extremo 160 a la parte endoscópica 140 para permitir la articulación, tales como un tubo flexible o un tubo que comprenda una serie de elementos pivotantes.

La unidad de carga 169 puede incorporar, o estar configurada para incorporar varios efectores extremos, tales como dispositivos de sellado de vasos, grapadoras lineales, grapadoras circulares, cúteres, etc. Dichos efectores extremos pueden estar acoplados a la parte endoscópica 140 del instrumento quirúrgico motorizado 10. La unidad de carga 169 puede incluir un efector extremo de grapado lineal que no es articulado. Puede estar incluido un eje intermedio flexible entre la parte de empuñadura 112 y la unidad de carga. Se contempla que la incorporación de una empuñadura flexible puede facilitar el acceso a, y/o en el interior de ciertas áreas del cuerpo.

Haciendo referencia a la figura 2, se muestra una vista a mayor escala del cuerpo envolvente 110, de acuerdo con una realización de la presente invención. En la realización mostrada, el cuerpo envolvente 110 incluye una parte de empuñadura 112 que tiene un conmutador principal de accionamiento 114 dispuesto en la misma. El conmutador 114 puede incluir un primer y un segundo conmutadores 114a y 114b conformados conjuntamente como un conmutador basculante. La parte de empuñadura 112, que define un eje H-H de la empuñadura, está configurada para ser agarrada por los dedos de un usuario. La parte de empuñadura 112 tiene una forma ergonómica que proporciona un amplio aprovechamiento del agarre de la palma, que ayuda a impedir que la parte de empuñadura 112 se salga de la mano del usuario durante su funcionamiento. Cada conmutador 114a y 114b se muestra estando dispuesto en una posición adecuada en la parte de empuñadura 112 para facilitar su depresión mediante uno o varios dedos del usuario.

Adicionalmente, y haciendo referencia a las figuras 1 y 2, los conmutadores 114a, 114b pueden ser utilizados para iniciar y/o detener el movimiento del motor de accionamiento 200 (figura 4). En una realización, el conmutador 114a está configurado para activar el motor de accionamiento 200 en una primera dirección con el fin de hacer avanzar la varilla de disparo 220 (figura 5) en una dirección distal, sujetando de ese modo los conjuntos de yunque y de cartucho 162 y 164. A la inversa, el conmutador 114b puede estar configurado para retraer la varilla de disparo 220 con el fin de abrir los conjuntos de yunque y cartucho 162 y 164 activando el motor de accionamiento 200 en sentido inverso. El modo de retracción inicia un bloqueo mecánico, impidiendo un avance adicional de grapado y corte mediante la unidad de carga 169. La báscula tiene una primera posición para activar el conmutador 114a, una segunda posición para activar el conmutador 114b y una posición neutra entre la primera y la segunda posiciones. Los detalles del funcionamiento de los componentes de accionamiento del instrumento 10 se explican en mayor detalle a continuación.

El cuerpo envolvente 110, en particular la parte de empuñadura 112, incluye protectores 117a y 117b de los conmutadores. Los protectores 117a y 117b de los conmutadores pueden tener una forma de tipo costilla que rodea la parte inferior del conmutador 114a y la parte superior del conmutador 114b, respectivamente. Los protectores 117a y 117b de conmutador impiden la activación accidental del conmutador 114. Además, los conmutadores 114a y 114b tienen una alta retroalimentación táctil que requiere una mayor presión para su activación.

En una realización, los conmutadores 114a y 114b están configurados como conmutadores de varias velocidades (por ejemplo, dos o más), de velocidad incremental o variable, que controlan de manera no lineal la velocidad del motor de accionamiento 200 y de la varilla de disparo 220. Por ejemplo, los conmutadores 114a, b pueden ser sensibles a la presión. Este tipo de interfaz de control permite el aumento gradual en la magnitud de la velocidad de los componentes de accionamiento, desde un modo más lento y preciso hasta un funcionamiento más rápido. Para impedir la activación accidental de la retracción, el conmutador 914b puede estar desconectado electrónicamente hasta que se presiona un conmutador a prueba de fallos. Además, se puede utilizar asimismo un tercer conmutador 114c para este propósito. Adicional o alternativamente, la prevención de fallos se puede superar presionando y manteniendo el conmutador 114b durante un periodo de tiempo predeterminado desde aproximadamente 100 ms hasta aproximadamente 2 segundos. A continuación, la varilla de disparo 220 se retrae automáticamente a su posición inicial salvo que se active (por ejemplo, se presione y se libere) el conmutador 114b durante el modo de retracción, para detener la retracción. La pulsación subsiguiente del conmutador 114b después de la liberación del mismo reanuda la retracción. Alternativamente, en otras realizaciones la retracción de la varilla de disparo 220 puede proseguir hasta la retracción total, incluso si se libera el conmutador 114b.

Los conmutadores 114a y 114b están acoplados a un circuito 115 de control de velocidad no lineal que se puede implementar como un circuito de regulación de tensión, un circuito de resistencia variable o un circuito microelectrónico de modulación por anchura de pulsos. Los conmutadores 114a y 114b pueden interactuar con el circuito de control 115 desplazando o accionando dispositivos de control variable, tales como dispositivos reostáticos, circuitos conmutadores de múltiples posiciones, transductores de desplazamiento variable lineal y/o giratorio, potenciómetros lineales y/o giratorios, codificadores ópticos, sensores ferromagnéticos y sensores de efecto Hall. Esto permite a los conmutadores 114a y 114b hacer funcionar el motor de accionamiento 200 en múltiples modos de velocidad, tal como aumentando gradualmente la velocidad del motor de accionamiento 200 ya sea incremental o gradualmente, dependiendo del tipo de circuito de control 115 que se esté utilizando, en base a la pulsación de los conmutadores 114a y 114b.

En una realización particular, puede estar incluido asimismo (figuras 1, 2 y 4) el conmutador 114c, en que la pulsación del mismo puede cambiar, de manera mecánica y/o eléctrica, el modo de funcionamiento de sujeción a disparo. El conmutador 114c está hundido en el cuerpo envolvente 11D y tiene una elevada retroalimentación táctil para impedir activaciones por error. Proporcionar un conmutador de control independiente para inicializar el modo de disparo permite que las mordazas del efector extremo se abran y se cierren repetidamente, de tal modo que el instrumento 10 se utiliza como una pinza hasta que se pulsa el conmutador 114c, activando de ese modo el grapado y/o el corte. El conmutador 114 puede incluir uno o varios conmutadores microelectrónicos de membrana, por ejemplo. Un conmutador microelectrónico de membrana de este tipo incluye una fuerza de accionamiento relativamente baja, un tamaño de embalaje pequeño, tamaño y forma ergonómicos, perfil bajo, la posibilidad de incluir letras moldeadas en el conmutador, símbolos, descripciones y/o indicaciones, y un bajo coste del material. Adicionalmente, los conmutadores 114 (tales como los conmutadores microelectrónicos de membrana) se pueden cerrar de manera estanca para contribuir a facilitar la esterilización del instrumento 10, ayudando asimismo impedir la contaminación por partículas y/o fluidos.

Como alternativa a los conmutadores 114, o además de los mismos, otros dispositivos de entrada pueden incluir tecnología de entrada de voz, que puede incluir hardware y/o software incorporado en un sistema de control 501 (figura 20), o un módulo digital independiente conectado a estos. La tecnología de entrada de voz puede incluir reconocimiento de voz, activación por voz, rectificación de voz y/o voz integrada. El usuario puede estar en disposición de controlar el funcionamiento del instrumento, en su totalidad o en parte, por medio de comandos de voz, liberando por lo tanto una o ambas manos del usuario para manejar otros instrumentos. Se puede utilizar asimismo voz u otra salida audible para proporcionar retroalimentación al usuario.

Haciendo referencia a la figura 3, se muestra un área proximal 118 del cuerpo envolvente 110 que tiene una interfaz de usuario 120. La interfaz de usuario 120 incluye una pantalla 122 y una serie de conmutadores 124. La interfaz de usuario 120 puede visualizar varios tipos de parámetros de funcionamiento del instrumento 10, tales como "modo" (por ejemplo, rotación, articulación o accionamiento), que se puede comunicar a la interfaz de usuario por medio de un sensor, "estado" (por ejemplo, ángulo de articulación, velocidad de rotación o tipo de accionamiento) y "retroalimentación", tal como si se han disparado grapas, en base a la información comunicada por los sensores dispuestos en el instrumento 10.

La pantalla 122 puede ser una pantalla LCD, una pantalla de plasma, una pantalla electroluminiscente y similares. En una realización, la pantalla 122 puede ser una pantalla táctil, que evita la necesidad de los conmutadores 124. La pantalla táctil puede incorporar tecnologías de pantalla táctil de reconocimiento de pulsos resistivos, de ondas de superficie, capacitivos, de infrarrojos, de galga extensiométrica, ópticos, de señales dispersivas o acústicos. La pantalla táctil se puede utilizar para permitir al usuario proporcionar entradas mientras observa la retroalimentación operativa. Este enfoque puede permitir simplificar el cierre estanco de los componentes de la pantalla para contribuir a esterilizar el instrumento 10, impidiendo asimismo la contaminación por partículas y/o fluidos. En ciertas realizaciones, la pantalla está montada de manera pivotante o giratoria en el instrumento 10 para flexibilizar la observación de la pantalla durante la utilización o la preparación (por ejemplo, por medio de una articulación o un soporte de junta esférica).

Los conmutadores 124 pueden ser utilizados para iniciar y/o detener el movimiento del instrumento 10, así como para seleccionar la dirección de pivotamiento, la velocidad y/o el par de fuerzas. Se contempla asimismo que, por lo menos un conmutador 124, puede ser utilizado para seleccionar un modo de emergencia que anula diversas configuraciones. Los conmutadores 124 pueden ser utilizados asimismo para seleccionar varias opciones en la pantalla 122, tales como responder a peticiones durante la navegación por menús de la interfaz de usuario y seleccionar diversas configuraciones, permitiendo al usuario introducir diferentes tipos de tejidos, y diversos tamaños y longitudes de cartuchos de grapas.

Los conmutadores 124 pueden estar formados por una membrana microelectrónica táctil o no táctil, una membrana de poliéster, un elastómero, botones plásticos o metálicos de diversas formas y tamaños. Adicionalmente, los conmutadores pueden estar situados a diferentes alturas entre sí y/o pueden incluir signos u otras características textuales en relieve (por ejemplo, concavidad o convexidad) para permitir a un usuario pulsar un conmutador adecuado sin la necesidad de mirar la interfaz de usuario 120.

Además de la pantalla 122, la interfaz de usuario 120 puede incluir una o varias salidas visuales 123 que pueden incluir una o varias luces visibles de colores o diodos emisores de luz ("LED", light emitting diodes) para proporcionar retroalimentación al usuario. Las salidas visuales 123 pueden incluir correspondientes indicadores de diversas formas, tamaños y colores que tienen números y/o texto que identifican las salidas visuales 123. Las salidas visuales 123 están dispuestas en la parte superior del cuerpo envolvente 110, de tal modo que las salidas 123 están elevadas y sobresalen con respecto al cuerpo envolvente 110, proporcionando una mejor visibilidad de las mismas.

Las múltiples luces se presentan en una cierta combinación para mostrar al usuario un modo de funcionamiento específico. En una realización, las salidas visuales 123 incluyen una primera luz (por ejemplo, amarilla) 123a, una segunda luz (por ejemplo, verde) 123b y una tercera luz (por ejemplo, roja) 123c. Las luces se hacen funcionar en una combinación particular asociada con un modo de funcionamiento particular, según se enumera en la siguiente tabla 1.

Combinación de luces		Modo de funcionamiento
Luz	Estado	No está cargada ninguna unidad de carga 169 o cartucho de grapas
Primera luz	Apagada	
Segunda luz	Apagada	
Tercera luz	Apagada	
Luz	Estado	La unidad de carga 169 y/o el cartucho de grapas están cargados y la potencia está activada, permitiendo que el efector extremo 160 sujete a modo de pinza y se articule.
Primera luz	Encendida	
Segunda luz	Apagada	
Tercera luz	Apagada	
Luz	Estado	Una unidad de carga 169 o un cartucho de grapas utilizado está cargado.
Primera luz	Intermitente	
Segunda luz	Apagada	
Tercera luz	Apagada	
Luz	Estado	El instrumento está desactivado 10 y el disparo de grapas o el corte están deshabilitados.
Primera luz	N/D	
Segunda luz	Apagada	
Tercera luz	N/D	
Luz	Estado	Una nueva unidad de carga 169 está cargada, el efector extremo 160 está completamente sujeto y el instrumento 10 está en los modos de disparo de grapas y corte.
Primera luz	Encendida	
Segunda luz	Encendida	
Tercera luz	Apagada	
Luz	Estado	Debido a las elevadas fuerzas de grapado está activo un modo de pulsos, que proporciona un retardo de tiempo durante el cual el tejido es comprimido.
Primera luz	Encendida	
Segunda luz	Intermitente	
Tercera luz	Apagada	
Luz	Estado	No se detectan errores del sistema.
Primera luz	N/D	
Segunda luz	N/D	
Tercera luz	Apagada	

Combinación de luces		Modo de funcionamiento
Luz	Estado	El grosor del tejido y/o la carga de disparo son demasiado elevados, este aviso se puede anular.
Primera luz	Encendida	
Segunda luz	Encendida	
Tercera luz	Encendida	
Luz	Estado	Detectado error funcional del sistema, el instrumento 10 se debe sustituir.
Primera luz	N/D	
Segunda luz	N/D	
Tercera luz	Intermitente	

Tabla 1

En otra realización, la salida visual 123 puede incluir un único LED multicolor que presenta un color particular asociado con los modos de funcionamiento explicados anteriormente con respecto a la primera, la segunda y la tercera luces de la tabla 1.

5 La interfaz de usuario 120 incluye asimismo salidas de audio 125 (por ejemplo, tonos, timbres, vibradores, un altavoz integrado, etc.) para comunicar al usuario diversos cambios de estado, tales como batería baja, cartucho vacío, etc. La retroalimentación audible puede ser utilizada junto con, o en lugar de las salidas visuales 123. La retroalimentación audible puede ser proporcionada en forma de clics, chasquidos, pitidos, timbres y vibradores en una única o múltiples secuencias de pulsos. En una realización, puede estar pregrabado un sonido mecánico simulado que replica los sonidos de clic y/o de chasquido generados por bloqueos mecánicos y mecanismos de instrumentos convencionales no eléctricos. Esto elimina la necesidad de generar dichos sonidos mecánicos por medio de componentes reales del instrumento 10, y evita asimismo la utilización de pitidos y otros sonidos eléctricos que están asociados habitualmente con otros equipos de quirófano, impidiendo de ese modo la confusión provocada por una retroalimentación audible extraña.

10 15 El instrumento 10 puede proporcionar asimismo retroalimentación táctil o vibratoria por medio de un mecanismo táctil (no mostrado explícitamente) en el interior del cuerpo envolvente 110. La retroalimentación táctil puede ser utilizada junto con la retroalimentación auditiva y visual, o en lugar de la misma, para evitar la confusión con los equipos de quirófano que emiten una retroalimentación sonora y visual. El mecanismo táctil puede ser un motor asíncrono que vibra de manera pulsátil. En una realización, las vibraciones son a una frecuencia de aproximadamente 30 Hz o mayor, proporcionando un desplazamiento con una amplitud de 1,5 mm o menor, para impedir que los efectos vibratorios alcancen la unidad de carga 169.

20 25 Se contempla asimismo que la interfaz de usuario 120 incluya diferentes colores y/o intensidades de texto en la pantalla y/o en conmutadores para una mejor diferenciación entre los elementos mostrados. Se puede aumentar o disminuir la intensidad de la retroalimentación visual, auditiva o táctil. Por ejemplo, la intensidad de la retroalimentación puede ser utilizada para indicar que las fuerzas sobre el instrumento están llegando a ser excesivas.

30 35 Las figuras 2 a 4 muestran un mecanismo de articulación 170, que incluye un cuerpo envolvente de articulación 172, un conmutador de articulación motorizado 174, un motor de articulación 132 y un botón de mando de articulación manual 176. La traslación del conmutador de articulación motorizado 174 o el pivotamiento del botón de mando de articulación manual 176 activa el motor de articulación 132 que, a continuación, acciona un engranaje de articulación 233 del mecanismo de articulación 170, tal como se muestra en la figura C. El accionamiento del mecanismo de articulación 170 hace que el efector extremo 160 se desplace desde su primera posición, donde el eje longitudinal B-B está sustancialmente alineado con el eje longitudinal A-A, hacia una posición en la que el eje longitudinal B-B está dispuesto en un determinado ángulo con el eje longitudinal A-A. Preferentemente, se obtienen una serie de posiciones articuladas. El conmutador de articulación motorizado 174 puede incorporar asimismo controles de velocidad no lineales similares al mecanismo de sujeción controlado por los conmutadores 114a y 114b.

40 Además, el cuerpo envolvente 110 incluye protecciones 169 del conmutador que tienen una forma de tipo ala y se extienden desde la superficie superior del cuerpo envolvente 110 sobre el conmutador 174. Las protecciones 169 del conmutador impiden la activación accidental del conmutador 174 y requieren que el usuario alcance la posición bajo el protector 169 para activar el mecanismo de articulación 170.

Adicionalmente, el cuerpo envolvente de articulación 172 y el conmutador de articulación motorizado 174 están montados en un conjunto de cuerpo envolvente giratorio 180. La rotación de un botón de mando giratorio 182 en torno al primer eje longitudinal A-A hace que el conjunto de cuerpo envolvente 180 así como el cuerpo envolvente de articulación 172 y el conmutador de articulación motorizado 174 giren alrededor de un primer eje longitudinal A-A, y

provoque por lo tanto la correspondiente rotación de la parte distal 224 de la varilla de disparo 220 y del efector extremo 160 en torno al primer eje longitudinal A-A. El mecanismo de articulación 170 está acoplado de manera electromecánica a un primer y un segundo anillos conductores 157 y 159 que están dispuestos en el conjunto de morro 155 del cuerpo envolvente, tal como se muestra en las figuras 4 y 26. Los anillos conductores 157 y 159 pueden estar soldados y/o engastados en el conjunto de morro 155 y están en contacto eléctrico con la fuente de alimentación 400, proporcionando de ese modo energía eléctrica al mecanismo de articulación 170. El conjunto de morro 155 puede ser modular y se puede fijar al cuerpo envolvente 110 durante el montaje para permitir una soldadura y/o un engaste más fáciles de los anillos. El mecanismo de articulación 170 incluye uno o varios contactos de escobilla y/o cargados por resorte, en contacto con los anillos conductores 157 y 159, de tal modo que cuando el conjunto de cuerpo envolvente 180 se gira junto con el cuerpo envolvente de articulación 172, el mecanismo de articulación 170 está en contacto continuo con los anillos conductores 157 y 159, recibiendo por lo tanto energía eléctrica de la fuente de alimentación 400.

Se describen pormenorizadamente otros detalles del cuerpo envolvente de articulación 172, el conmutador de articulación motorizado 174, el botón de mando de articulación 176 y la provisión de articulación al efector extremo 160 en la solicitud de patente de EE.UU. con número de serie 11/724.733 presentada el 15 de marzo de 2007, de propiedad en común con la presente. Se contempla que cualesquiera combinaciones de conmutadores de límite, sensores de proximidad (por ejemplo, ópticos y/o ferromagnéticos), transductores de desplazamiento variable lineal y codificadores rotatorios que se puedan disponer en el interior del cuerpo envolvente 110 pueden ser utilizadas para controlar y/o registrar el ángulo de articulación del efector extremo 160 y/o la posición de la varilla de disparo 220.

Las figuras 4 a 8 muestran diversos componentes internos del instrumento 10, que incluyen un motor de accionamiento 200, un tubo de accionamiento 210 y una varilla de disparo 220 que tiene una parte proximal 222 y una parte distal 224. El tubo de accionamiento 210 es giratorio en torno al eje del tubo de accionamiento C-C que se extiende a su través. El motor de accionamiento 200 está dispuesto en cooperación mecánica con el tubo de accionamiento 210 y está configurado para hacer girar el tubo de accionamiento 210 en torno a el eje C-C del engranaje motriz. En una realización, el motor de accionamiento 200 puede ser un motor eléctrico o un motor de engranajes, que puede incluir engranajes incorporados en el interior de su cuerpo envolvente.

El cuerpo envolvente 110 puede estar formado de dos mitades 110a y 110b, tal como se muestra en la figura 3. Las dos mitades 110a y 110b del cuerpo envolvente se pueden fijar entre sí utilizando tornillos en localizadores 111 del cubo que alinean las partes 110a y 110b del cuerpo envolvente. Además, el cuerpo envolvente 110 puede estar fabricado de plástico y puede incluir elementos de soporte de caucho aplicados a la superficie interna del cuerpo envolvente 110 por medio de un proceso de moldeo en dos ciclos. Los elementos de soporte de caucho pueden aislar la vibración de los componentes de accionamiento (por ejemplo, el motor de accionamiento 200) respecto del resto del instrumento 10.

Las mitades 110a y 110b del cuerpo envolvente se pueden fijar entre sí por medio de una sección delgada de plástico (por ejemplo, una bisagra de plegado) que interconecta las mitades 110a y 110b permitiendo que el cuerpo envolvente 110 se abra escindiendo las mitades 110a y 110b.

En una realización, los componentes de accionamiento (que incluyen, por ejemplo, un motor de accionamiento 200, un tubo de accionamiento 210 y una varilla de disparo 220, etc.) pueden estar montados en una placa de soporte que permite que los componentes de accionamiento sean extraídos del cuerpo envolvente 110 después de que el instrumento 10 ha sido utilizado. El montaje en placa de soporte junto con las mitades articuladas 110a y 110b del cuerpo envolvente proporciona un carácter reutilizable y reciclable de componentes internos específicos, limitando al mismo tiempo la contaminación de los mismos.

Haciendo referencia a las figuras 4 a 6, se muestra un acoplamiento 190 de la varilla de disparo. El acoplamiento 190 de la varilla de disparo proporciona una conexión entre la parte proximal 222 y la parte distal 224 de la varilla de disparo 220. Específicamente, el acoplamiento 190 de la varilla de disparo permite la rotación de la parte distal 224 de la varilla de disparo 220 con respecto a la parte proximal 222 de la varilla de disparo 220. Por lo tanto, el acoplamiento 190 de la varilla de disparo permite que la parte proximal 222 de la varilla de disparo 220 siga siendo no giratoria, tal como se explica a continuación haciendo referencia a la placa de alineamiento 350, permitiendo al mismo tiempo la rotación de la parte distal 224 de la varilla de disparo 220 (por ejemplo, tras la rotación del botón de mando giratorio 182).

Haciendo referencia a las figuras 5 y 6, la parte proximal 222 de la varilla de disparo 220 incluye una parte roscada 226, que se extiende a través de una parte roscada internamente 212 del tubo de accionamiento 210. Esta relación entre la varilla de disparo 220 y el tubo de accionamiento 210 hace que la varilla de disparo 220 se desplace de manera distal y/o proximal, en las direcciones de las flechas D y E, a lo largo de la parte roscada 212 del tubo de accionamiento 210 tras la rotación del tubo de accionamiento 210 en respuesta a la rotación del motor de accionamiento 200. Cuando el tubo de accionamiento 210 gira en un primer sentido (por ejemplo, horario), la varilla de disparo 220 se desplaza proximalmente tal como se muestra en la figura 5, la varilla de disparo 220 está dispuesta en su posición más proximal. Cuando el tubo de accionamiento 210 gira en un segundo sentido (por ejemplo, antihorario), la varilla de disparo 220 se desplaza distalmente tal como se muestra en la figura 6, la varilla de disparo 220 está dispuesta en su posición más distal.

La varilla de disparo 220 es trasladable distal y proximalmente dentro de límites concretos. Específicamente, un primer extremo 222a de la parte proximal 222 de la varilla de disparo 220 actúa como un tope mecánico en combinación con una placa de alineamiento 350. Es decir, tras la retracción cuando la varilla de disparo 220 se traslada proximalmente, el primer extremo 222a contacta con una superficie distal 351 de la placa de alineamiento 350, impidiendo de ese modo la traslación proximal continuada de la varilla de disparo 220, tal como se muestra en la figura 5. Adicionalmente, la parte roscada 226 de la parte proximal 222 actúa como un tope mecánico en combinación con la placa de alineamiento 350. Es decir, cuando la varilla de disparo 220 se traslada distalmente, la parte roscada 226 contacta con una superficie proximal 353 de la placa de alineamiento 350, impidiendo de ese modo la traslación distal adicional de la varilla de disparo 220, tal como se muestra en la figura 6. La placa de alineamiento 350 incluye una abertura a su través, que tiene una sección transversal no redondeada. La sección transversal no redondeada de la abertura impide la rotación de la parte proximal 222 de la varilla de disparo 220, limitando por lo tanto la traslación axial de la parte proximal 222 de la varilla de disparo 220 a través de la misma. Además, un cojinete proximal 354 y un cojinete de distal 356 están dispuestos, por lo menos parcialmente, alrededor del tubo de accionamiento 210 para facilitar la rotación del tubo de accionamiento 210, ayudando al mismo tiempo a alinear el tubo de accionamiento 210 en el interior del cuerpo envolvente 110.

La rotación del tubo de accionamiento 210 en un primer sentido (por ejemplo, antihorario) corresponde a la traslación distal de la varilla de disparo 220, que acciona los elementos de mordaza 162, 164 del efector extremo 160 para agarrar o sujetar el tejido contenido entre ambas. La traslación distal adicional de la varilla de disparo 220 dispara los elementos de fijación quirúrgicos desde el efector extremo 160 para sujetar el tejido, mediante el accionamiento de barras de leva y/o de un carro de accionamiento 74 (figura 9). Además, la varilla de disparo 220 puede estar configurada asimismo para accionar una cuchilla (no mostrada explícitamente) para cortar tejido. La traslación proximal de la varilla de disparo 220 correspondiente a la rotación del tubo de accionamiento 210 en un segundo sentido (por ejemplo, horario) activa la retracción o el retorno de los elementos de mordaza 162, 164 y/o la cuchilla a sus correspondientes posiciones anteriores al disparo. Se describen otros detalles del disparo y por lo demás del accionamiento del efector extremo 160 en la patente de EE.UU. número 6.953.139, de Milliman et al. (la patente '139 Milliman), de propiedad en común con la presente.

La figura 8 muestra una lista, con las piezas desmontadas, de la unidad de carga 169. El efector extremo 160 puede ser accionado mediante un conjunto de accionamiento axial 213 que tiene una barra de accionamiento o elemento de accionamiento 266. El extremo distal de la barra de accionamiento 213 puede incluir una hoja de cuchilla. Además, la barra de accionamiento 213 incluye una pestaña de retención 40 que tiene un par de elementos de leva 40a que engranan longitudinalmente el conjunto de yunque y de cartucho 162 y 164 durante el avance de la barra de accionamiento 213. La barra de accionamiento 213 hace avanzar longitudinalmente un carro de accionamiento 74 a través del cartucho de grapas 164. El carro 74 tiene cuñas de leva para engranar con empujadores 68 dispuestos en ranuras del conjunto de cartucho 164, a medida que se hace avanzar el carro 74. Las grapas 66 dispuestas en las ranuras son conducidas a través del tejido y contra el conjunto de yunque 162 mediante los empujadores 66.

Haciendo referencia a la figura 8, se muestra un eje 202 del motor de accionamiento que se extiende desde un engranaje planetario 204 está acoplado al motor de accionamiento 200. El eje 202 del motor de accionamiento está en cooperación mecánica con el embrague 300. El eje 202 del motor de accionamiento se hace girar mediante el motor de accionamiento 200, teniendo por lo tanto como resultado la rotación del embrague 300. El embrague 300 incluye una placa 302 del embrague y un resorte 304, y se muestra con partes en cuña 306 dispuestas en la placa 302 del embrague, que están configuradas a juego con una interfaz (por ejemplo, cuñas 214) dispuesta en una cara proximal 216 del tubo de accionamiento 210.

El resorte 304 se muestra entre el engranaje planetario 204 y el tubo de accionamiento 210. Específicamente, y de acuerdo con la realización mostrada en la figura 8, el resorte 304 se muestra entre la cara 302 del embrague y una arandela 308 del embrague. Adicionalmente, el motor de accionamiento 200 y el engranaje planetario 204 están montados en un soporte de 310 del motor. Tal como se muestra en la figura 8, el soporte 310 del motor es ajustable proximal y distalmente con respecto al cuerpo envolvente 110 por medio de ranuras 312 dispuestas en el soporte del motor 310 y de salientes 314 dispuestos en el cuerpo envolvente 110.

En una realización de la invención, el embrague 300 se implementa como un embrague deslizante unidireccional, para limitar el par de fuerzas y las cargas de inercia elevadas sobre los componentes de accionamiento. Las partes acuñadas 306 del embrague 300 están configuradas y dispuestas para deslizarse con respecto a cuñas 214 de la cara proximal 216 del tubo de accionamiento 210, salvo que se aplique una fuerza umbral a la placa 302 del embrague por medio del resorte 304 del embrague. Además, cuando el resorte 304 aplica la fuerza umbral necesaria para que las partes acuñadas 306 y las cuñas 214 engranen sin deslizamiento, el tubo de accionamiento 210 girará con la rotación del motor de accionamiento 200. Se contempla que las partes acuñadas 306 y/o las cuñas 214 estén configuradas para deslizarse en uno y/o ambos sentidos (es decir, horario y/o antihorario) unas con respecto a otras, hasta que se alcanza una fuerza umbral.

Tal como se muestra en las figuras 10 y 11, el embrague 300 se muestra con una placa 700 de embrague unidireccional. La placa 700 de embrague incluye una serie de partes acuñadas 702 que tienen una cara de deslizamiento 704 y una cara de agarre 706. La cara de deslizamiento 704 tiene un borde curvo que engrana con las cuñas 214 del tubo de accionamiento 210 hasta una carga predeterminada. La cara de agarre 706 tiene un borde

plano que engrana totalmente con el tubo de accionamiento 210 e impide el deslizamiento. Cuando la placa 700 de embrague se hace girar en un primer sentido (por ejemplo, horario), la cara de agarre 706 de las partes acufiadas 702 engrana sin deslizamiento con las cuñas 214, proporcionando un par de fuerzas completo procedente del motor de accionamiento 200. Cuando la placa 700 de embrague se hace girar en sentido inverso (por ejemplo, antihorario), la cara de deslizamiento 704 de las partes acufiadas 702 engrana con las cuñas 214 y limita el par de fuerzas que es transferido al tubo de accionamiento 210. Por lo tanto, si la carga que se aplica a la cara de deslizamiento 704 está por encima del límite, el embrague 300 resbala y el tubo de accionamiento 210 no gira. Esto impide los daños por cargas elevadas al efector extremo 160 o al tejido, que se pueden producir debido al momento y a la fricción dinámica de los componentes de accionamiento. Más específicamente, el mecanismo de accionamiento del instrumento 10 puede accionar la varilla de accionamiento 220 en sentido de avance con un par de fuerzas menor que en el sentido inverso. La utilización del embrague unidireccional elimina este problema. Además, se puede utilizar asimismo un embrague electrónico para aumentar el potencial del motor durante la retracción (por ejemplo, accionando la varilla de accionamiento 220 en sentido inverso), tal como se explica en más detalle a continuación.

Se contempla además que el eje 202 del motor de accionamiento incluye una sección transversal 708 en forma de D, que incluye una parte sustancialmente plana 710 y una parte redondeada 712. Por lo tanto, mientras que el eje 202 del motor de accionamiento es trasladable con respecto a la placa 302 del embrague, el eje 202 del motor de accionamiento no se "deslizará" con respecto a la placa 302 de embrague tras la rotación del eje 202 del motor de accionamiento. Es decir, la rotación del eje 202 del motor de accionamiento tendrá como resultado una rotación sin deslizamiento de la placa 302 de embrague.

La unidad de carga, en ciertas realizaciones según la presente invención, incluye un conjunto de accionamiento axial que coopera con la varilla de disparo 220 para aproximar el conjunto de yunque 162 y el conjunto de cartucho 164 del efector extremo 160, y disparar grapas desde el cartucho de grapas. El conjunto de accionamiento axial puede incluir una barra que se desplaza distalmente a través del cartucho de grapas y puede ser retraída después de que las grapas han sido disparadas, tal como se ha explicado anteriormente y se ha dado a conocer en ciertas realizaciones de la patente '139 de Milliman.

Haciendo referencia a la figura 4, el instrumento 10 incluye una fuente de alimentación 400 que puede ser una batería recargable (por ejemplo, basada en plomo, basada en níquel, basada en iones de litio, etc.). Se contempla asimismo que la fuente de alimentación 400 incluya, por lo menos, una batería desechable. La batería desechable puede tener entre aproximadamente 9 voltios y aproximadamente 30 voltios.

La fuente de alimentación 400 incluye una o varias celdas de batería 401 en función de las necesidades de carga de corriente del instrumento 10. Además, la fuente de alimentación 400 incluye uno o varios supercondensadores 402 que actúan como almacenamiento de potencia complementario debido a su densidad de energía mucho mayor que la de los condensadores convencionales. Los supercondensadores 402 pueden ser utilizados junto con las celdas 401 durante un consumo elevado de energía. Los supercondensadores 402 pueden ser utilizados para una ráfaga de potencia cuando se desea/necesita energía más rápidamente de la que puede ser proporcionada exclusivamente por las celdas 401 (por ejemplo, cuando se sujeta tejido grueso, en disparos rápidos, sujeción, etc.), dado que las celdas 401 son habitualmente dispositivos de drenaje lento desde los cuales la corriente no se puede extraer rápidamente. Esta configuración puede reducir la carga de corriente sobre las celdas, reduciendo por lo tanto el número de celdas 401. Se contempla que las celdas 401 se pueden conectar a los supercondensadores 402 para cargar los condensadores.

La fuente de alimentación 400 puede ser extraíble junto con el motor de accionamiento 200 para proporcionar el reciclado de estos componentes y la reutilización del instrumento 10. En otra realización, la fuente de alimentación 400 puede ser un paquete de baterías externo que el usuario lleva puesto en un cinturón y/o arnés y que está conectado por cable al instrumento 10 durante la utilización.

La fuente de alimentación 400 está contenida dentro de un protector de aislamiento 404, que puede estar fabricado de un material absorbente, resistente al fuego y retardante. El protector 404 impide que el calor generado por la fuente de alimentación 400 caliente otros componentes del instrumento 10. Además, el protector 404 puede estar configurado asimismo para absorber cualesquiera productos químicos o fluidos que se puedan fugar de las celdas 402 durante un uso intensivo y/o en caso de daños.

La fuente de alimentación 400 está acoplada a un adaptador de alimentación 406 que está configurado para conectarse a una fuente de alimentación externa (por ejemplo, transformador de CC). La fuente de alimentación externa puede ser utilizada para recargar la fuente de alimentación 400 o satisfacer necesidades de alimentación adicionales. El adaptador de alimentación 406 puede estar configurado asimismo para interactuar con generadores electroquirúrgicos que pueden entonces suministrar energía al instrumento 10. En esta configuración, el instrumento 10 incluye asimismo una fuente de alimentación de CA a CC que transforma la energía de RF de los generadores electroquirúrgicos y alimenta el instrumento 10.

En otra realización, la fuente de alimentación 400 es recargada utilizando una interfaz de carga inductiva. La fuente de alimentación 400 se acopla a una bobina inductiva (no mostrada explícitamente) dispuesta dentro de la parte proximal del cuerpo envolvente 110. Tras ser colocada dentro de un campo electromagnético, la bobina inductiva transforma la energía en corriente eléctrica, que se utiliza a continuación para cargar la fuente de alimentación 400.

El campo electromagnético puede estar producido por una estación base (no mostrada explícitamente) que está configurada para interactuar con la parte proximal del cuerpo envolvente 110, de tal modo que la bobina inductiva está rodeada por el campo electromagnético. Esta configuración elimina la necesidad de contactos externos y permite que la parte proximal del cuerpo envolvente 110 cierre de manera estanca la fuente de alimentación 400 y la bobina inductiva dentro de un entorno impermeable al agua que impide la exposición a fluidos y contaminación.

Haciendo referencia a la figura 5, el instrumento 10 incluye asimismo uno o varios circuitos de seguridad, tales como un circuito de descarga 410 y un módulo 412 de funcionamiento del motor y de la batería. Para mayor claridad, no se muestran cables y otros elementos de circuito que interconectan varios componentes electrónicos del instrumento 10, pero la presente invención contempla dichos cables de conexiones electromecánicas. Determinados componentes del instrumento 10 se comunican de manera inalámbrica.

El circuito de descarga 410 está acoplado a un conmutador 414 y a una carga resistiva 417 que, a su vez, están acoplados a la fuente de alimentación 400. El conmutador 414 puede ser un conmutador activado por el usuario o automático (por ejemplo, temporizador, contador) que se activa cuando la fuente de alimentación 400 se tiene que descargar completamente para una extracción segura y a baja temperatura (por ejemplo, al término del procedimiento quirúrgico). Una vez se activa el conmutador 414, la carga 417 se conecta eléctricamente a la fuente de alimentación 400, de tal modo que el potencial de la fuente de alimentación 400 se dirige a la carga 417. El conmutador automático puede ser un temporizador o un conmutador que se activa automáticamente después de un periodo de tiempo de funcionamiento predeterminado o de un número de usos, para descargar la fuente de alimentación 400. La carga 417 tiene una resistencia predeterminada suficiente para descargar de manera completa y segura todas las celdas 401.

El módulo 412 de funcionamiento del motor y de la batería está acoplado a uno o varios sensores térmicos 413 que determinan la temperatura en el interior del motor de accionamiento 200 y de la fuente de alimentación 400 para garantizar un funcionamiento seguro del instrumento 10. Los sensores pueden ser un amperímetro para determinar el consumo de corriente dentro de la fuente de alimentación 400, un termistor, una termopila, un termopar, un sensor térmico de infrarrojos y similares. Monitorizar la temperatura de estos componentes permite determinar la carga impuesta sobre los mismos. El aumento del flujo de corriente a través de estos componentes provoca un aumento en la temperatura de los mismos. Los datos de temperatura y/o del consumo de corriente pueden ser utilizados a continuación para controlar el consumo de potencia de manera eficiente, o para garantizar niveles seguros de funcionamiento.

Para garantizar un funcionamiento seguro y fiable del instrumento 10 es deseable asegurarse de que la fuente de alimentación 400 es auténtica y/o válida (por ejemplo, conforme a estándares estrictos de calidad y seguridad) y funciona dentro de un intervalo de temperaturas predeterminado. La comprobación de que la fuente de alimentación 400 es válida minimiza el riesgo de lesiones al paciente y/o al usuario debidas a una baja calidad.

Haciendo referencia a la figura 9, se muestra la fuente de alimentación 400 que tiene acopladas una o varias celdas de batería 401, un sensor de temperatura 403 y un microcontrolador integrado 405. El microcontrolador 405 se acopla por medio de protocolos de comunicación cableada y/o inalámbrica al microcontrolador 500 (figura 14) del instrumento 10 para autenticar la fuente de alimentación 400. En una realización, el sensor de temperatura 403 se puede acoplar directamente al microcontrolador 500 en lugar de acoplarse al microcontrolador integrado 405. El sensor de temperatura 403 puede ser un termistor, una termopila, un termopar, un sensor térmico de infrarrojos, un detector de temperatura resistivo, un termistor activo lineal, bandas que cambian de color en función de la temperatura, conmutadores de contacto bimetalico y similares. El sensor de temperatura 403 notifica la temperatura medida al microcontrolador 405 y/o al microcontrolador 500.

El microcontrolador integrado 405 ejecuta un denominado algoritmo de autenticación de desafío-respuesta con el microcontrolador 500 que se muestra en la figura 10. En la etapa 630, la fuente de alimentación 400 se conecta al instrumento 10 y se enciende el instrumento 10. El microcontrolador 500 envía una solicitud de desafío al microcontrolador integrado 405. En la etapa 632, el microcontrolador 405 interpreta la solicitud de desafío y genera una respuesta como réplica a la solicitud. La respuesta puede incluir un identificador, tal como un número de serie único almacenado en una etiqueta de identificación de radiofrecuencia o en una memoria del microcontrolador 405, un valor eléctrico medible único de la fuente de alimentación 400 (por ejemplo, resistencia, capacitancia, inductancia, etc.). Además, la respuesta incluye la temperatura medida por el sensor de temperatura 403.

En la etapa 634, el microcontrolador 500 descodifica la respuesta para obtener el identificador y la temperatura medida. En la etapa 636, el microcontrolador 500 determina si la fuente de alimentación 400 es auténtica en base al identificador, comparando el identificador con una lista de identificadores auténticos aprobada anteriormente. Si el identificador no es válido, el instrumento 10 no va a funcionar y presenta el mensaje "fallo al autenticar la batería" por medio de la interfaz de usuario 120. Si el identificador es válido, el proceso avanza a la etapa 640, donde se analiza la temperatura medida para determinar si la medición está dentro de un intervalo de funcionamiento válido. Si la temperatura está fuera del límite, el instrumento 10 visualiza asimismo el mensaje de fallo. De este modo, si la temperatura está dentro del límite predeterminado y el identificador es válido, en la etapa 642, el instrumento inicia el funcionamiento, que puede incluir proporcionar al usuario un mensaje de "batería autenticada".

Haciendo referencia de nuevo a las figuras 4 y 5, se muestran una serie de sensores para proporcionar información de retroalimentación relacionada con el funcionamiento del instrumento 10. Se puede disponer cualquier combinación de sensores dentro del instrumento 10 para determinar su estado de funcionamiento, tal como la detección de la carga del cartucho de grapas, así como el estado del mismo, articulación, sujeción, rotación, grapado, corte y retracción, y similares. Los sensores se pueden activar por proximidad, desplazamiento o contacto de diversos componentes internos del instrumento 10 (por ejemplo, la varilla de disparo 220, el motor de accionamiento 200, etc.).

En las realizaciones mostradas, los sensores pueden ser reostatos (por ejemplo, dispositivos de resistencia variable), monitores de corriente, sensores conductivos, sensores capacitivos, sensores inductivos, sensores basados en la temperatura, conmutadores activados por límite, circuitos de conmutación de múltiples posiciones, transductores de presión, transductores de desplazamiento variable lineal y/o giratorio, potenciómetros lineales y/o giratorios, codificadores ópticos, sensores ferromagnéticos, sensores de efecto Hall y conmutadores de proximidad. Los sensores miden la rotación, la velocidad, la aceleración, la desaceleración, el desplazamiento lineal y/o angular, la detección de límites mecánicos (por ejemplo, topes), etc. Esto se consigue implementando múltiples indicadores dispuestos en formaciones lineales o bien rotacionales en los componentes mecánicos de accionamiento del instrumento 10. Los sensores transmiten a continuación las mediciones al microcontrolador 500, que determina el estado de funcionamiento del instrumento 10. Además, el microcontrolador 500 ajusta asimismo la velocidad del motor o el par de fuerzas del instrumento 10, en base a la retroalimentación medida.

En realizaciones en las que el embrague 300 se implementa como un embrague deslizante tal como se muestra en las figuras 10 y 11, unos sensores de desplazamiento lineal (por ejemplo, el sensor de desplazamiento lineal 237) están situados distalmente respecto del embrague 300 para proporcionar mediciones precisas. En esta configuración, el deslizamiento del embrague 300 no afecta a las mediciones de posición, velocidad y aceleración registradas por los sensores.

Haciendo referencia a la figura 4, un conmutador de carga 230 está dispuesto dentro del cuerpo envolvente de articulación 172. El conmutador 230 está conectado en serie con el conmutador 114, impidiendo la activación del instrumento 10 salvo que la unidad de carga 169 esté situada adecuadamente en el instrumento 10. Si la unidad de carga 169 no está cargada en el instrumento 10, el conmutador de potencia principal (por ejemplo, el conmutador 114) está abierto, impidiendo de ese modo la utilización de cualquiera de los componentes electrónicos o eléctricos del instrumento 10. Esto impide asimismo cualquier posible consumo de corriente de la fuente de alimentación 400, permitiendo que la fuente de alimentación 400 mantenga un potencial máximo durante su vida útil de almacenamiento especificada.

Por lo tanto, el conmutador 230 actúa como un denominado conmutador de bloqueo que impide la activación errónea del instrumento 10, dado que el conmutador es inaccesible a la manipulación externa y puede ser activado solamente mediante la introducción de la unidad de carga 169. El conmutador 230 se activa mediante el desplazamiento de un émbolo o un tubo de sensor cuando la unidad de carga 169 se introduce en la parte endoscópica 140. Una vez el conmutador 230 está activado, la energía de la fuente de alimentación 400 es suministrada a los componentes electrónicos (por ejemplo, sensores, microcontrolador 500, etc.) del instrumento 10, proporcionando al usuario acceso a la interfaz de usuario 120 y otras entradas/salidas. Esto activa asimismo el encendido de las salidas visuales 123 según la combinación de luces indicativa de una unidad de carga 169 cargada adecuadamente, en la que todas las luces están apagadas, tal como se ha descrito en la tabla 1.

Más específicamente, tal como se muestra en las figuras 18 y 19, la parte endoscópica 140 incluye una placa 360 de sensor en la misma, que es un contacto mecánico con un tubo de sensor dispuesto asimismo en el interior de la parte endoscópica 140 y en torno a la parte distal 224 de la varilla de disparo 220. La parte distal 224 de la varilla de disparo 220 pasa a través de una abertura 368 en un extremo distal de la caperuza 364 del sensor. La caperuza 364 del sensor incluye un resorte y se apoya contra el conmutador 230. Esto permite que la caperuza 364 del sensor sea forzada contra el tubo 362 de sensor que descansa sobre el extremo distal de la caperuza 364 de sensor sin pasar a través de la abertura 368. El empuje del tubo 362 de sensor expulsa como consecuencia de la placa 360 de sensor.

Cuando la unidad de carga 169 está cargada en la parte endoscópica 140, la parte proximal 171 se apoya contra la placa 360 de sensor y desplaza la placa 360 en una dirección proximal. La placa 360 de sensor empuja a continuación el tubo 362 de sensor en la dirección proximal, que a continuación aplica presión sobre la caperuza 364 de sensor, comprimiendo de ese modo el resorte 366 y activando el conmutador 230 que indica que la unidad de carga 169 ha sido introducida adecuadamente.

Una vez que la unidad de carga 169 ha sido introducida en la parte endoscópica, el conmutador 230 determina asimismo si la unidad de carga 169 está cargada correctamente, en base a la posición de la misma. Si la unidad de carga 169 está cargada de manera inadecuada, el conmutador 114 no se activa y transmite al usuario un código de error por medio de la interfaz de usuario 120 (por ejemplo, todas las luces están apagadas, tal como se ha descrito en la tabla 1). Si la unidad de carga 169 ya ha sido disparada, se han activado anteriormente cualesquiera bloqueos mecánicos o el cartucho de grapas ha sido utilizado, el instrumento 10 transmite el error por medio de la interfaz de usuario 120, por ejemplo, la primera luz 123a está parpadeando.

En una realización, un segundo conmutador de bloqueo 259 (figura 4) acoplado al conmutador principal 114 puede estar implementado en el instrumento 10 como una bioimpedancia, una capacitancia o un sensor de presión dispuesto en la superficie superior de la parte de empuñadura 112, configurado para estar activado cuando el usuario agarra el instrumento 10. Por lo tanto, salvo que el instrumento 10 se agarre adecuadamente, el funcionamiento del conmutador 114 está deshabilitado.

Haciendo referencia a la figura 5, el instrumento 10 incluye una calculadora de la posición 416 para determinar y emitir la posición lineal actual de la varilla de disparo 220. La calculadora de la posición 416 está conectada eléctricamente a un sensor de desplazamiento lineal 237, y un aparato 418 de detección de la velocidad de rotación está acoplado al motor de accionamiento 200. El aparato 418 incluye un codificador 420 acoplado al motor para producir dos o más señales de pulsos del codificador en respuesta a la rotación del motor de accionamiento 200. El codificador 420 transmite las señales de pulsos al aparato 418, que determina a continuación la velocidad de rotación del motor de accionamiento 200. La calculadora de la posición 416 determina a continuación la velocidad lineal y la posición de la varilla de disparo en base a la velocidad de rotación del motor de accionamiento 200, dado que la velocidad de rotación es directamente proporcional a la velocidad lineal de la varilla de disparo 220. La calculadora de la posición 416 y la calculadora de la velocidad 422 están acopladas al microcontrolador 500, que controla el motor de accionamiento 200 en respuesta a la retroalimentación detectada procedente de las calculadoras 416 y 422. Esta configuración se explica en mayor detalle a continuación en relación con la figura 20.

El instrumento 10 incluye un primer y un segundo indicadores 320a, 320b dispuestos en la varilla de disparo 220, que determinan la velocidad de la varilla de disparo 220 y la posición de la varilla de disparo 220 con respecto al tubo de accionamiento 210 y/o al cuerpo envolvente 110. Por ejemplo, un conmutador de límite se puede activar (por ejemplo, un sensor 231 de la posición inicial del eje y un sensor 232 de la posición de sujeción) detectando un primer y un segundo indicadores 320a y/o 320b (por ejemplo, protuberancias, ranuras, entrantes, etc.) al pasar por los mismos, para determinar la posición de la varilla de disparo 220, la velocidad de la varilla de disparo 220 y el modo del instrumento 10 (por ejemplo, sujeción, agarre, disparo, cierre, corte, retracción). Además, la retroalimentación recibida desde el primer y el segundo indicadores 320a, 320b puede ser utilizada para determinar cuándo la varilla de disparo 220 debería detener su movimiento axial (por ejemplo, cuándo se debería parar el motor de accionamiento 200) en función del tamaño de la unidad de carga particular acoplada a los mismos.

Más específicamente, cuando la varilla de disparo 220 se desplaza en la dirección distal desde su posición de reposo (por ejemplo, inicial), el primer accionamiento del sensor de posición 231 es activado por el primer indicador 320a que indica que se ha iniciado el funcionamiento del instrumento 10. A medida que el funcionamiento continúa, la varilla de disparo 220 se desplaza más distalmente para iniciar la sujeción, lo que desplaza el primer indicador 320a para la interacción con el sensor 232 de la posición de sujeción. El avance adicional de la varilla de disparo 220 desplaza el segundo indicador 320b para la interacción con el sensor de la posición 232, lo que indica que el instrumento 10 ha sido disparado.

Tal como se ha explicado anteriormente, la calculadora de la posición 416 está acoplada con un sensor de desplazamiento lineal 237 dispuesto junto a la varilla de disparo 220. En una realización, el sensor de desplazamiento lineal 237 puede ser un sensor magnético. La varilla de disparo 220 puede estar magnetizada o puede incluir material magnético en la misma. El sensor magnético puede ser un sensor ferromagnético o un sensor de efecto Hall que está configurado para detectar cambios en un campo magnético. Cuando la varilla de disparo 220 se traslada linealmente debido a la rotación del motor de accionamiento 200, el cambio en el campo magnético en respuesta al movimiento de traslación es registrado por el sensor magnético. El sensor magnético transmite datos relacionados con los cambios en el campo magnético a la calculadora de la posición 416, que determina a continuación la posición de la varilla de disparo 220 en función de los datos del campo magnético.

En una realización, una parte seleccionada de la varilla de disparo 220 puede estar magnetizada, tal como los hilos de rosca de la parte roscada internamente 212 u otras muescas (por ejemplo, indicadores 320a y/o 320b) dispuestas en la varilla de disparo 220, pueden incluir material magnético o estar fabricadas del mismo. Esto permite la correlación de las variaciones cíclicas en el campo magnético, con cada traslación discreta de los hilos de rosca dado que las partes magnetizadas de la varilla de disparo 220 se trasladan linealmente. La calculadora de la posición 416 determina a continuación la distancia y la posición de la varilla de disparo 220, sumando el número de cambios cíclicos en el campo magnético y multiplicando la suma por una distancia predeterminada entre los hilos de rosca y/o las muescas.

En una realización, el sensor de desplazamiento lineal 237 puede ser un potenciómetro o un reostato. La varilla de disparo 220 incluye un contacto (por ejemplo, un terminal de escobilla) dispuesto en contacto electromagnético con el sensor de desplazamiento lineal 237. El contacto se desliza a lo largo de la superficie del sensor de desplazamiento lineal 237 cuando la varilla de disparo 220 se desplaza en la dirección distal mediante el motor de accionamiento 200. A medida que el contacto se desliza a través del potenciómetro y/o del reostato, la tensión del potenciómetro y la resistencia del reostato varían en correspondencia. Por lo tanto, la variación en la tensión y la resistencia se transmite a la calculadora de la posición 416, que extrapola a continuación la distancia recorrida por la varilla de disparo 220 y/o el acoplamiento 190 de la varilla de disparo, y la posición de la misma.

En una realización, la calculadora de la posición 416 está acoplada con uno o varios conmutadores 421 que son accionados mediante los hilos de rosca de la parte roscada internamente 212 o de los indicadores 320a y/o 320b cuando la varilla de disparo 220 y el acoplamiento 190 de la varilla de disparo se desplazan en la dirección distal. La calculadora de la posición 416 cuenta el número de hilos de rosca que ha activado el conmutador 421, y a continuación multiplica este número por una distancia predeterminada entre los hilos de rosca o los indicadores 320a y/o 320b.

El instrumento 10 incluye asimismo una calculadora de la velocidad 422 que determina la velocidad actual de una varilla de disparo 220 que se mueve linealmente y/o el par de fuerzas que está entregando el motor de accionamiento 200. La calculadora de la velocidad 422 está conectada al sensor de desplazamiento lineal 237, que permite que la calculadora de la velocidad 422 determine la velocidad de la varilla de disparo 220 en base a la tasa de cambio de desplazamiento de la misma.

La calculadora de la velocidad 422 está acoplada al aparato 424 de detección de la velocidad de rotación, que incluye el codificador 426. El codificador 426 transmite los pulsos correspondientes a la rotación del motor de accionamiento 200, que utiliza a continuación la calculadora de la velocidad 422 para calcular la velocidad lineal de la varilla de disparo 220. En otra realización, la calculadora de la velocidad 422 está acoplada a un sensor rotacional 239 que detecta la rotación del tubo de accionamiento 210, midiendo por lo tanto la velocidad de rotación del tubo de accionamiento 210, lo que permite la determinación de la velocidad lineal de la varilla de disparo 220.

La calculadora de la velocidad 422 está acoplada asimismo a un sensor de tensión 428 que mide la fuerza contraelectromotriz ("back EMF", back electromotive force) inducida en el motor de accionamiento 200. La tensión de contra-EMF del motor de accionamiento 200 es directamente proporcional a la velocidad de rotación del motor de accionamiento 200 lo que, tal como se ha explicado anteriormente, se utiliza para determinar la velocidad lineal de la varilla de disparo 220.

La monitorización de la velocidad del motor de accionamiento 200 se puede conseguir asimismo midiendo la tensión a través de los terminales del mismo en condiciones de corriente constante. Un aumento en la carga de motor de accionamiento 200 produce una disminución en la tensión aplicada a los terminales del motor, lo que está relacionado directamente con la disminución de la velocidad del motor. Por lo tanto, medir la tensión a través del motor de accionamiento 200 sirve para determinar la carga que se está imponiendo sobre el mismo. Además, monitorizando el cambio de la tensión con el tiempo (dV/dt), el microprocesador 500 puede detectar una caída rápida de tensión, que está correlacionada con un gran cambio en la carga o un aumento en la temperatura del motor de accionamiento 200 y/o de la fuente de alimentación 400.

En otra realización, la calculadora de la velocidad 422 está acoplada a un sensor de corriente 430 (por ejemplo, un amperímetro). El sensor de corriente 430 está en comunicación eléctrica con una carga resistiva 432 que está acoplada al motor de accionamiento 200. El sensor de corriente 430 mide la corriente que está siendo consumida por el motor de accionamiento 200, midiendo la caída de tensión a través de la resistencia 432. Dado que la corriente utilizada para alimentar el motor de accionamiento 200 es proporcional a la velocidad de rotación del motor de accionamiento 200 y, por lo tanto, a la velocidad lineal de la varilla de disparo 220, la calculadora de la velocidad 422 determina la velocidad de la varilla de disparo 220 en base al consumo de corriente del motor de accionamiento 200.

La calculadora de la velocidad 422 puede estar acoplada asimismo a un segundo sensor de tensión (no mostrado explícitamente) para determinar la tensión dentro de la fuente de alimentación 400, calculando de ese modo la energía consumida directamente desde la fuente. Además, se puede monitorizar el cambio de la corriente con el tiempo (dI/dt) para detectar aumentos rápidos en las mediciones, que corresponden con un gran aumento en el par de fuerzas aplicado por el motor de accionamiento 200. Por lo tanto, el sensor de corriente 430 se utiliza para determinar la velocidad y la carga del motor de accionamiento 200.

Además, la velocidad de la varilla de disparo 220 medida por la calculadora de la velocidad 422 se puede comparar a continuación con el consumo de corriente del motor de accionamiento 200 para determinar si el motor de accionamiento 200 está funcionando adecuadamente. Es decir, si el consumo de corriente no es proporcional (por ejemplo, alto) a la velocidad (por ejemplo, baja) de la varilla de disparo 220, entonces el motor 200 está funcionando mal (por ejemplo, bloqueado, en parada, etc.). Si se detecta una situación de parada, o el consumo de corriente supera límites predeterminados, la calculadora de la posición 416 determina a continuación si la varilla de disparo 220 está en un tope mecánico. Si éste es el caso, entonces el microcontrolador 500 puede desconectar el motor de accionamiento 200 o entrar en un modo de pulsos y/o pausas (por ejemplo, suministro discontinuo de potencial al motor de accionamiento 200) para desbloquear el instrumento 10 y retraer la varilla de disparo 220.

En una realización, la calculadora de la velocidad 422 compara la velocidad de rotación del tubo de accionamiento 210 detectada por el sensor de rotación 239 con la del motor de accionamiento 200, en base a las mediciones del aparato 424 de detección de la velocidad de rotación. Esta comparación permite a la calculadora de la velocidad 422 determinar si hay un problema de activación del embrague (por ejemplo, patinado) en caso de que exista una discrepancia entre la rotación del embrague 300 y la del tubo de accionamiento 210. Si se detecta patinado, la calculadora de la posición 416 determina a continuación si la varilla de disparo 220 está en un tope mecánico. En caso afirmativo, el microcontrolador 500 puede a continuación desconectar el instrumento 10 o entrar en un modo de

pulsos y/o pausas (por ejemplo, suministro discontinuo de energía al motor de accionamiento 200), o retraer la varilla de disparo 220.

Además del desplazamiento lineal y/o giratorio de la varilla de disparo 220 y otros componentes de accionamiento, el instrumento 10 incluye asimismo sensores adaptados para detectar la articulación del efector extremo 160. Haciendo referencia a la figura 4, el instrumento 10 incluye un sensor de rotación 241 adaptado para indicar la posición de inicio, la dirección de rotación y el desplazamiento angular del conjunto 180 del cuerpo envolvente giratorio, al inicio del procedimiento detectado por el sensor 231 de la posición inicial del eje. El sensor de rotación 241 funciona contando el número de indicadores dispuestos sobre la superficie interior del botón de mando giratorio 182, mediante los que se ha girado el botón de mando giratorio 182. El cómputo se transmite a continuación al microcontrolador 500, que determina la posición de rotación de la parte endoscópica 142. Esto se puede comunicar de manera inalámbrica o por medio de una conexión eléctrica en la parte endoscópica y los cables al microcontrolador 500.

El instrumento 10 incluye asimismo un sensor de articulación 235 que determina la articulación del efector extremo 160. El sensor de articulación 235 computa el número de 263 dispuesto en el engranaje de articulación 233 mediante el cual se ha girado el botón de mando de articulación 176 desde su posición de 0°, es decir, la posición central del botón de mando de articulación 176 y, por lo tanto, del efector extremo 160 tal como se muestra en la figura 5. La posición de 0° se puede indicar por medio de un indicador central único 265, dispuesto asimismo en el engranaje de articulación 233 que se corresponde con la primera posición del efector extremo 160 donde el eje longitudinal B-B está alineado sustancialmente con el eje longitudinal A-A. El cómputo es transmitido a continuación al microcontrolador 500, que determina a continuación la posición de articulación del efector extremo 160 y notifica el ángulo de articulación por medio de la interfaz 120.

Además, el ángulo de articulación puede ser utilizado para el denominado modo de "auto parada". Durante este modo de funcionamiento, el instrumento 10 detiene automáticamente la articulación del efector extremo 160 cuando el efector extremo 160 está en su primera posición central. Es decir, cuando el efector extremo 160 se articula desde una posición en la que el eje longitudinal B-B está dispuesto en un ángulo con el eje longitudinal A-A hacia la primera posición, la articulación se detiene cuando el eje longitudinal B-B está sustancialmente alineado con el eje longitudinal A-A. Esta posición es detectada por el sensor de articulación 235 en base al indicador central. Este modo permite que la parte endoscópica 140 sea extraída sin que el usuario tenga que alinear manualmente el efector extremo 160.

Haciendo referencia a la figura 1, la presente invención da a conocer un sistema 440 de identificación de la unidad de carga, que permite al instrumento 10 identificar la unidad de carga 169 y determinar el estado de funcionamiento de la misma. El sistema de identificación 440 proporciona información al instrumento 10 sobre el tamaño de las grapas, la longitud del cartucho, el tipo de unidad de carga 169, el estado del cartucho, el engrane adecuado y similares. Esta información permite que el instrumento ajuste las fuerzas de sujeción, la velocidad de sujeción y el disparo, y el fin de la carrera para cartuchos de grapas de diversas longitudes.

El sistema 440 de identificación de la unidad de carga puede estar asimismo adaptado para determinar y comunicar al instrumento 10 (por ejemplo, un sistema de control 501 mostrado en la figura 20) diversa información, que incluye limitaciones de velocidad, potencia, par de fuerzas, sujeción, longitud de desplazamiento e intensidad para hacer funcionar el efector extremo 160 particular. El sistema de control 501 puede determinar asimismo el modo de funcionamiento y ajustar la tensión, la carga elástica del embrague y los puntos de tope para el recorrido de los componentes. Más específicamente, el sistema de identificación puede incluir un componente (por ejemplo, un microchip, emisor o transmisor) dispuesto en el efector extremo 160 que comunica (por ejemplo, de manera inalámbrica, mediante señales de infrarrojos, etc.) con el sistema de control 501, o un receptor en el mismo. Se contempla asimismo que pueda ser enviada una señal por medio de la varilla de disparo 220, de tal modo que la varilla de disparo 220 funciona como un conducto para comunicaciones entre el sistema de control 501 y el efector extremo 160. En otra realización, las señales pueden ser enviadas por medio de una interfaz intermedia, tal como controladas por retroalimentación 603 (figuras 15-17).

A modo de ejemplo, los sensores descritos anteriormente pueden ser utilizados para determinar si se han disparado grapas desde el cartucho de grapas, si se han disparado todas, si la barra ha sido retraída proximalmente, y en qué medida, a través del cartucho de grapas, y otra información relacionada con el funcionamiento de la unidad de carga. En determinadas realizaciones de la presente invención, la unidad de carga incorpora componentes para identificar el tipo de unidad de carga y/o de cartucho de grapas cargado en el instrumento 10, incluyendo chips de identificación por infrarrojos, celulares o radiofrecuencia. El tipo de unidad de carga y/o de cartucho de grapas puede ser recibido por un receptor asociado dentro del sistema de control 501, o por un dispositivo externo en el quirófano para proporcionar análisis de retroalimentación, control e/o inventario.

La información se puede transmitir al instrumento 10 por medio de diversos protocolos de comunicación (por ejemplo, cableada o inalámbrica) entre la unidad de carga 169 y el instrumento 10. La información se puede almacenar dentro de la unidad de carga 169 en un microcontrolador, microprocesador, memoria no volátil, placas de identificación por radiofrecuencia e identificadores de diversos tipos tales como ópticos, por color, desplazamiento, magnéticos, eléctricos, binario y códigos Gray (por ejemplo, conductancia, resistencia, capacitancia, impedancia).

En una realización, la unidad de carga 169 y el instrumento 10 incluyen respectivamente correspondientes transceptores inalámbricos, un identificador 442 y un interrogador 444. El identificador 442 incluye memoria o puede estar acoplado a un microcontrolador para almacenar diversa información de identificación y estado relacionada con la unidad de carga 169. Una vez que la unidad de carga 169 está acoplada al instrumento 10, el instrumento 10 interroga al identificador 442 por medio del interrogador 444 sobre un código de identificación. En respuesta a la interrogación, el identificador 442 responde con el código de identificación correspondiente a la unidad de carga 169. Durante el funcionamiento, una vez que se ha producido la interrogación, el identificador 442 está configurado para proporcionar al instrumento 10 actualizaciones con respecto al estado de la unidad de carga 169 (por ejemplo, fallo mecánico y/o eléctrico, posición, articulación, etc.).

El identificador 442 y el interrogador 444 están configurados para comunicar entre sí utilizando uno o varios de los siguientes protocolos de comunicación, tales como Bluetooth®, ANT3®, KNX®, ZWave®, X10® Wireless USB®, IrDA®, Nanonet®, Tiny OS®, ZigBee®, 802.11 IEEE y otras comunicaciones por radio, infrarrojos, UHF, VHF y similares. En una realización, el transceptor 400 puede ser una etiqueta de identificación por radiofrecuencia (RFID, radio frequency identification) activa o bien pasiva, dependiendo de las capacidades de interrogador del transceptor 402.

Las figuras 11A y B muestran realizaciones adicionales de la unidad de carga 169 con diversos tipos de dispositivos de identificación. Haciendo referencia a la figura 11A, se muestra un extremo proximal 171 de la unidad de carga 169 que tiene un identificador eléctrico 173. El identificador 173 puede incluir una o varias resistencias, condensadores, inductores y está acoplado con un correspondiente contacto eléctrico 181 dispuesto en el extremo distal de la parte endoscópica 140. El contacto puede incluir anillos colectores, escobillas y/o contratos fijos dispuestos en la parte endoscópica. El identificador 173 puede estar dispuesto en cualquier posición de la unidad de carga 168 y puede estar fabricado de un circuito flexible o fijo, o puede estar trazado directamente en la superficie de la unidad de carga 169.

Cuando la unidad de carga 169 está acoplada con la parte endoscópica 140, el contacto aplica una pequeña corriente a través del identificador eléctrico 173. El contacto del interrogador incluye asimismo un correspondiente sensor eléctrico que mide la resistencia, impedancia, capacitancia y/o impedancia del identificador 173. El identificador 173 tiene una propiedad eléctrica única (por ejemplo, resistencia, capacitancia, inductancia, etc.) que corresponde al código de identificación de la unidad de carga 169, por lo tanto cuando se determina la propiedad eléctrica del mismo, el instrumento 10 determina la identidad de la unidad de carga 169 en base a la propiedad medida.

En una realización, el identificador 173 puede ser un identificador magnético, tal como nodos férricos y/o imanes con códigos de Gray que incorporan patrones magnéticos únicos predeterminados que identifican la unidad de carga 169 mediante el código de identificación. El identificador magnético es leído por medio de un sensor magnético (por ejemplo, sensor ferromagnético, sensor de efecto Hall, etc.) dispuesto en el extremo distal de la parte endoscópica 140. El sensor magnético transmite los datos magnéticos al instrumento 10, que determina a continuación la identidad de la unidad de carga 169.

La figura 11B muestra el extremo proximal 171 de la unidad de carga 169 que tiene uno o varios salientes 175. Los salientes 175 pueden ser de cualquier forma, tales como terrones, bultos, bandas, etc., de diversas dimensiones. Los salientes 175 interactúan con sensores de desplazamiento correspondientes 183 dispuestos dentro del segmento proximal de la parte endoscópica 140. Los sensores se desplazan cuando los salientes 175 son introducidos en la parte endoscópica. La magnitud del desplazamiento es analizada por los sensores y transformada en datos de identificación, que permiten al instrumento 10 determinar el tamaño de las grapas, la longitud del cartucho, el tipo de la unidad de carga 169, el engrane adecuado y similares. Los sensores de desplazamiento pueden ser conmutadores, contactos, sensores magnéticos, sensores ópticos, resistencias variables, transductores de desplazamiento variable lineal y giratorio que pueden estar cargados por resorte. Los conmutadores están configurados para transmitir código binario al instrumento 10 en base a su estado de activación. Más específicamente, algunos salientes 175 se extienden una distancia suficiente para activar selectivamente algunos de los conmutadores, generando de seguro un código único en base a la combinación de los salientes 175.

En otra realización, el saliente 175 puede estar codificado por colores. Los sensores de desplazamiento 183 incluyen un sensor de color configurado para determinar el color del saliente 175 con el fin de medir una o varias propiedades de la unidad de carga 169 en base al color y transmitir la información al instrumento 10.

La figura 12 muestra un procedimiento para identificar la unidad de carga 169 y proporcionar al instrumento 10 información de estado relativa a la unidad de carga 169. En la etapa 650 se determina si la unidad de carga 169 está cargada adecuadamente en el instrumento 10. Esto se puede determinar detectando si se ha hecho contacto con el identificador 173 y/o los salientes 175. Si la unidad de carga 169 está cargada adecuadamente, en la etapa 652 la unidad de carga 169 comunica al instrumento 10 un estado dispuesto (por ejemplo, encendiendo la primera luz de las salidas visuales 123).

En 654, el instrumento 10 verifica si la unidad de carga 169 ha sido disparada anteriormente. El identificador 442 almacena un valor indicativo del estado de "disparada anteriormente". Si la unidad de carga 169 ha sido disparada, en la etapa 656 el instrumento 10 proporciona una respuesta de error (por ejemplo, haciendo parpadear la primera

luz de las salidas visuales 123). Si la unidad de carga 169 no ha sido disparada, en la etapa 658 la unidad de carga 169 proporciona información de identificación y estado (por ejemplo, la primera luz está encendida) al instrumento 10 por medio del sistema de identificación 440. La determinación de si la unidad de carga 169 ha sido disparada se realiza en base a la señal guardada de "disparada anteriormente", guardada en la memoria del identificador 442 tal como se explica en mayor detalle a continuación con respecto a la etapa 664. En la etapa 660, el instrumento 10 ajusta sus parámetros de funcionamiento en respuesta a la información recibida desde la unidad de carga 169.

El usuario lleva a cabo un procedimiento quirúrgico por medio del instrumento 10 en la etapa 662. Una vez el procedimiento se ha completado y la unidad de carga 169 ha sido disparada, el instrumento 10 transmite a la unidad de carga 169 una señal de "disparada anteriormente". En la etapa 664, la unidad de carga 169 guarda la señal de "disparada anteriormente" en la memoria del identificador 442 para futuras interrogaciones por el instrumento 10, tal como se ha explicado con respecto a la etapa 654.

Haciendo referencia a la figura 13, la unidad de carga 169 incluye uno o varios sensores de tejido dispuestos dentro del efector extremo 160 para detectar el tipo de objeto que está siendo agarrado, así como reconocer objetos no de tejido y el tipo de tejido del objeto. Los sensores están configurados asimismo para determinar la cantidad de flujo sanguíneo que está pasando entre los elementos de mordaza del efector extremo 160. Más específicamente, está dispuesto un primer sensor de tejido 177 en una parte distal del conjunto de yunque 162 y está dispuesto un segundo sensor de tejido 179 en una parte distal del conjunto de cartucho 164. Los sensores 177 y 179 están acoplados al identificador 442 permitiendo la transmisión de los datos de sensor al microcontrolador 500 del instrumento 10.

Los sensores 177 y 179 están adaptados para generar un campo y/u ondas en uno o varios conjuntos o frecuencias entre ambos. Los sensores 177 y 179 pueden ser dispositivos acústicos, ultrasónicos, ferromagnéticos, sensores de efecto Hall, láser, de infrarrojos, de radiofrecuencia o piezoeléctricos. Los sensores 177 y 179 están calibrados para ignorar el material más frecuente tal como aire, fluidos corporales y diversos tipos de tejido humano, y para detectar ciertos tipos de materia extraña. La materia extraña pueden ser huesos, tendones, cartílago, nervios, arterias principales y material no de tejido, tal como cerámica, metal, plástico, etc.

Los sensores 177 y 179 detectan la materia extraña que pasa entre los conjuntos de yunque y de cartucho 162 y 164 en base a la absorción, reflexión y/o filtrado de señales de campo generadas por los sensores. Si el material reduce una señal o la refleja, de tal modo que el material está fuera del intervalo de calibración y, por lo tanto, es extraño, los sensores 177 y 179 transmiten la información de interferencia al microcontrolador 500, que determina a continuación el tipo de material que está siendo agarrado por el efector extremo 160. La determinación se puede realizar comparando las señales de interferencia con una tabla de consulta que enumera varios tipos de materiales y sus intervalos de interferencia asociados. El microcontrolador 500 avisa a continuación al usuario de que se está agarrando materia extraña, así como de la identidad de la misma. Esto permite al usuario impedir la sujeción, el corte o el grapado a través de áreas que contienen materia extraña.

La figura 20 muestra un sistema de control 501 que incluye el microcontrolador 500, que está acoplado a las calculadoras 416 y 422 de la posición y de la velocidad, al sistema 440 de identificación de la unidad de carga, a la interfaz de usuario 120, al motor de accionamiento 200 y a un módulo de almacenamiento de datos 502. Además, el microcontrolador 500 puede estar acoplado directamente a diversos sensores (por ejemplo, el primer y el segundo sensores de tejido 177 y 179, el conmutador de carga 230, el sensor de la posición inicial del eje 231, el sensor 232 de la posición de sujeción, el sensor de articulación 235, el sensor de desplazamiento lineal 237, el sensor de rotación 239, el sensor 241 de rotación de la varilla de disparo, el módulo 412 de funcionamiento del motor y de la batería, el aparato 418 de detección de la velocidad de rotación, los conmutadores 421, el sensor de tensión 428, el sensor de corriente 430, el interrogador 444, etc.).

El microcontrolador 500 incluye memoria interna que almacena una o varias aplicaciones de software (por ejemplo, software inalterable) para controlar el funcionamiento y la funcionalidad del instrumento 10. El microcontrolador 500 procesa datos de entrada desde la interfaz de usuario 120 y ajusta el funcionamiento del instrumento 10 en respuesta a las entradas. Los ajustes del instrumento 10 pueden incluir encender o apagar el instrumento 10, el control de la velocidad por medio de regulación de tensión o modulación por anchura de pulsos de la tensión, la limitación del par de fuerzas reduciendo el ciclo de trabajo o conectando y desconectando la tensión para limitar la entrega de corriente promedio durante un periodo de tiempo predeterminado.

El microcontrolador 500 está acoplado a la interfaz de usuario 120 por medio del módulo 504 de retroalimentación de usuario que está configurado para informar al usuario de los parámetros de funcionamiento del instrumento 10. El módulo 504 de retroalimentación del usuario instruya la interfaz de usuario 120 para emitir en la pantalla 122 datos de funcionamiento. En particular, las salidas de los sensores son transmitidas al microcontrolador 500, que envía continuación retroalimentación al usuario ordenando al usuario seleccionar un modo específico, velocidad o función para el instrumento 10 en respuesta a ésta.

El sistema 440 de identificación de la unidad de carga indica al microcontrolador 500 qué efector extremo está en la unidad de carga. En una realización, el sistema de control 501 puede almacenar información relacionada con la fuerza aplicada a la varilla de disparo 220 y/o al efector extremo 160, de tal modo que cuando la unidad de carga 169 es identificada, el microcontrolador 500 selecciona automáticamente los parámetros de funcionamiento para el

instrumento 10. Esto permite el control de la fuerza que está siendo aplicada a la varilla de disparo 220, de tal modo que la varilla de disparo 220 puede accionar el efector extremo particular 160 que está en la unidad de carga en uso en ese momento.

5 El microcontrolador 500 analiza asimismo los cálculos a partir de las calculadoras 416 y 422 de la posición y de la velocidad y otros sensores, para determinar la posición y/o la velocidad reales de la varilla de disparo 220 y el estado de funcionamiento de los componentes del instrumento 10. El análisis puede incluir la interpretación de la señal de retroalimentación detectada procedente de las calculadoras 416 y 422 para controlar el movimiento de la varilla de disparo 220 y de otros componentes del instrumento 10 en respuesta a la señal detectada. El microcontrolador 500 está configurado para limitar el recorrido de la varilla de disparo 220 una vez que la varilla de disparo 220 se ha desplazado más allá de un punto predeterminado, cuando así lo comunica la calculadora de la posición 416. Los parámetros adicionales que pueden ser utilizados por el microcontrolador 500 para controlar el instrumento 10 incluyen la temperatura del motor y/o de la batería, el número de ciclos restantes y utilizados, la vida útil restante de la batería, el grosor del tejido, el estado actual del efector extremo, transmisión y recepción, el estado de conexión del dispositivo externo, etc.

15 En una realización, el instrumento 10 incluye varios sensores configurados para medir la corriente (por ejemplo, amperímetro), la tensión (por ejemplo, voltímetro), la proximidad (por ejemplo, sensores ópticos), la temperatura (por ejemplo, termopares, termistores, etc.) y la fuerza (por ejemplo, galgas extensiométricas, celdas de carga, etc.) para determinar las condiciones de carga sobre la unidad de carga 169. Durante el funcionamiento del instrumento 10, es deseable conocer las fuerzas que están siendo ejercidas por el instrumento 10 sobre el tejido objetivo durante el proceso de aproximación y durante el proceso de disparo. La detección de cargas anómalas (por ejemplo, fuera de un intervalo de carga predeterminado) indica un problema con el instrumento 10 y/o con el tejido sujetado, que se comunica al usuario.

25 La monitorización de las condiciones de carga se puede llevar a cabo mediante uno o varios de los procedimientos siguientes: monitorizar la velocidad del motor de accionamiento 200, monitorizar el par de fuerzas que está siendo aplicado por el motor, proximidad de los elementos de mordaza 162 y 164, monitorizar la temperatura de los componentes del instrumento 10, medir la carga en la varilla de disparo 220 por medio de un sensor del esfuerzo 185 (figura 4) y/u otros componentes de soporte de carga del instrumento 10. La monitorización de la velocidad y del par de fuerzas se ha descrito anteriormente con respecto a la figura 5 y la calculadora de la velocidad 422.

30 La medición de la distancia entre los elementos de mordaza 162 y 164 puede ser asimismo indicativa de las condiciones de carga sobre el efector extremo 160 y/o el instrumento 10. Cuando se imparten fuerzas de gran magnitud sobre los elementos de mordaza 162 y 164, los elementos de mordaza se desvían hacia el exterior. Los elementos de mordaza 162 y 164 son paralelos entre sí durante un funcionamiento normal, si bien durante la deformación los elementos de mordaza están en ángulo entre sí. Por lo tanto, la medición del ángulo entre los elementos de mordaza 162 y 164 permite determinar la deformación de los elementos de mordaza debida a la carga ejercida sobre los mismos. Los elementos de mordaza pueden incluir galgas extensiométricas 187 y 189 como las mostradas en la figura 13, para medir directamente la carga que está siendo ejercida sobre los mismos. Alternativamente, pueden estar dispuestos uno o varios sensores de proximidad 191 y 193 en las puntas distales de los elementos de mordaza 162 y 164 para medir el ángulo entre ambos. Estas mediciones se transmiten a continuación al microcontrolador 500, que analiza el ángulo y/o las mediciones de esfuerzo y alerta al usuario de la tensión sobre el efector extremo 160.

45 En otra realización, la varilla de disparo 220 u otros componentes de soporte de carga incluyen una o varias galgas extensiométricas y/o sensores de carga dispuestos en las mismas. Bajo condiciones de esfuerzo elevado, la presión ejercida sobre el instrumento 10 y/o el efector extremo 160 se traslada a la varilla de disparo 220 haciendo que la varilla de disparo 220 se desvíe, lo que conduce a un mayor esfuerzo sobre la misma. Las galgas extensiométricas notifican a confirmación las mediciones de tensión al microcontrolador 500. En otra realización, puede estar dispuesto un sensor de esfuerzo o de fuerza en la placa 302 del embrague.

50 Durante el proceso de aproximación, cuando el efector extremo 160 se sujeta en torno al tejido, los sensores dispuestos en el instrumento 10 y/o en el efector extremo 160 indican al microprocesador 500 que el efector extremo 160 está desplegado en torno a tejido anómalo (por ejemplo, condiciones de carga baja o alta). Unas condiciones de carga baja son indicativas de que está siendo agarrada por el efector extremo 160 una cantidad pequeña de tejido, y unas condiciones de carga elevada indican que se está agarrando demasiado tejido y/o un objeto extraño (por ejemplo, un tubo, una línea de grapa, clips, etc.). El microprocesador 500 indica a continuación al usuario, por medio de la interfaz de usuario 120, que se debería elegir una unidad de carga 169 y/o un instrumento 10 más adecuados.

55 Durante el proceso de disparo, los sensores pueden avisar al usuario de diversos errores. Los sensores pueden comunicar al microcontrolador 500 que un cartucho de grapas o una parte del instrumento 10 está dañada. Además, los sensores pueden detectar aumentos súbitos en la fuerza ejercida sobre la cuchilla, lo que es indicativo del encuentro con un cuerpo extraño. La monitorización de los aumentos de fuerza podría ser utilizada asimismo para detectar el extremo de la carrera de disparo, tal como cuando la varilla de disparo 220 se encuentra con el final del cartucho de grapado y tropieza con un tope duro. Este tope duro crea un aumento de fuerza que es relativamente mayor que los observados durante un funcionamiento normal del instrumento 10, y podría ser utilizado para indicar

al microcontrolador que la varilla de disparo 220 ha llegado al extremo de la unidad de carga 169. La medición de los aumentos de fuerza se puede combinar con mediciones de retroalimentación posicional (por ejemplo, desde un codificador, un transductor de desplazamiento variable lineal, un potenciómetro lineal, etc.), tal como se ha descrito con respecto a las calculadoras 416 y 422 de la posición y de la velocidad. Esto permite la utilización de varios tipos de cartuchos de grapas (por ejemplo, múltiples longitudes) con el instrumento 10, sin modificar el efector extremo 160.

Cuando se encuentran aumentos de fuerza, el instrumento 10 notifica de la situación al usuario y adopta medidas preventivas entrando en un denominado modo de "pulsos" o embrague electrónico, que se explica en mayor detalle a continuación. Durante este modo, el motor de accionamiento 200 está controlado para funcionar solamente en ráfagas cortas con el fin de permitir que la presión entre el tejido agarrado y el efector extremo 160 se equilibre. El embrague electrónico limita el par de fuerzas ejercido por el motor de accionamiento 200 e impide situaciones en las que se consumen grandes cantidades de corriente de la fuente de alimentación 400. A su vez, esto impide daños en los componentes electrónicos y mecánicos debidos al sobrecalentamiento que acompaña las situaciones de sobrecarga y de consumo de corriente elevado.

En microcontrolador 500 controla el motor de accionamiento 200 por medio de un controlador del motor, mediante una señal de control modulada por anchura de pulsos. El controlador del motor está configurado para ajustar la velocidad del motor de accionamiento 200 ya sea en sentido horario o antihorario. El controlador del motor está configurado asimismo para conmutar entre una serie de modos de funcionamiento que incluyen un modo electrónico de frenado del motor, un modo de velocidad constante, un modo de embrague electrónico y un modo de activación de corriente controlada. En el modo de frenado electrónico, dos terminales del motor de accionamiento 200 se ponen en cortocircuito y la contra-EMF generada contrarresta la rotación del motor de accionamiento 200 permitiendo una parada más rápida y una mayor precisión posicional en el ajuste de la posición lineal de la varilla de disparo 220.

En el modo de velocidad constante, la calculadora de la velocidad 422, junto con el microcontrolador 500 y/o el controlador del motor, ajusta la velocidad de rotación del motor de accionamiento 200 para garantizar una velocidad lineal constante de la varilla de disparo 220. El modo de embrague electrónico implica el acoplamiento y/o desacoplamiento repetidos del embrague 300 respecto del motor de accionamiento 200, en respuesta a las señales de retroalimentación detectadas procedentes de las calculadoras 416 y 422 de la posición y de la velocidad. En el modo de activación de corriente controlada, la corriente se aumenta o se disminuye para impedir una corriente dañina y un par de fuerzas aumentado durante la transición entre los modos estático y dinámico, con el fin de proporcionar los denominados "arranque suave" y "parada suave".

El módulo de almacenamiento de datos 502 registra los datos procedentes de los sensores acoplados al microcontrolador 500. Además, el módulo de almacenamiento de datos 502 registra el código de identificación de la unidad de carga 169, el estado del efector extremo 100, el número de ciclos de grapado durante el procedimiento, etc. El módulo de almacenamiento de datos 502 está configurado asimismo para conectar con un dispositivo externo, tal como un ordenador personal, una PDA, un teléfono inteligente, un dispositivo de almacenamiento (por ejemplo, una tarjeta Secure Digital®, una tarjeta Compact Flash®, MemoryStick®, etc.), por medio de un puerto de datos inalámbrico o cableado 503. Esto permite al módulo de almacenamiento de datos 502 transmitir datos del rendimiento al dispositivo externo para su posterior análisis y/o almacenamiento. El puerto de datos 503 permite asimismo las denominadas actualizaciones "in situ" del software inalterable del microcontrolador 500.

En las figuras 15 a 17 se muestra un sistema de control de retroalimentación 601. El sistema incluye un controlador de retroalimentación 603 que se muestra en las figuras 16A-B. El instrumento 10 está conectado al controlador de retroalimentación 603 por medio del puerto de datos 502, que puede ser cableado (por ejemplo, Firewire®, USB®, Serial RS232®, Serial RS485®, USART®, Ethernet®, etc.) o inalámbrico (por ejemplo, Bluetooth®, ANT3®, KNX®, ZWave®, X10® Wireless USB®, IrDA®, Nanonet®, Tiny OS®, ZigBee®, 802,11 IEEE, y otras comunicaciones de radio, infrarrojos, UHF, VHF y similares).

Haciendo referencia a la figura 15, el controlador de retroalimentación 603 está configurado para almacenar los datos transmitidos al mismo por el instrumento 10, así como para procesar y analizar los datos. El controlador de retroalimentación 603 está conectado asimismo a otros dispositivos, tal como una pantalla de video 604, un procesador de video 605 y un dispositivo informático 606 (por ejemplo, un ordenador personal, una PDA, un teléfono inteligente, un dispositivo de almacenamiento, etc.). El procesador de video 605 se utiliza para procesar datos de salida generados por el controlador de retroalimentación 603 para su emisión en la pantalla de video 604. El dispositivo informático 606 se utiliza para el procesamiento adicional de los datos de retroalimentación. En una realización, los resultados del análisis de la retroalimentación de los sensores llevado a cabo por el microcontrolador 600 se pueden almacenar internamente para su posterior recuperación por el dispositivo informático 606.

El controlador de retroalimentación 603 incluye un puerto de datos 607 (figura 16B) acoplado al microcontrolador 600, que permite que el controlador de retroalimentación 603 se conecte al dispositivo informático 606. El puerto de datos 607 puede proporcionar comunicación cableada y/o inalámbrica con el dispositivo informático 606, proporcionando una interfaz entre el dispositivo informático 606 y el controlador de retroalimentación 603 para la recuperación de datos de retroalimentación almacenados, la configuración de parámetros de funcionamiento del

controlador de retroalimentación 603 y la actualización de software inalterable y/u otro software del controlador de retroalimentación 603.

5 El controlador de retroalimentación 603 se muestra mejor en las figuras 16A-B. El controlador de retroalimentación 603 incluye un cuerpo envolvente 610 y una serie de puertos de entrada y de salida, tales como una entrada de video 614, una salida de video 616, una salida de visualización frontal (HUD, heads-up display) 618. El controlador de retroalimentación 603 incluye asimismo una pantalla 620 para visualizar información de estado relativa al controlador de retroalimentación 603

10 Los componentes del controlador de retroalimentación 603 se muestran en la figura 17. El controlador de retroalimentación 603 incluye un microcontrolador 600 y un módulo de almacenamiento de datos 602. El microcontrolador 600 y el módulo de almacenamiento de datos 602 proporcionan una funcionalidad similar a la del microcontrolador 500 y el módulo de almacenamiento de datos 502 del instrumento 10. Proporcionar estos componentes en un módulo independiente, en forma de controlador de retroalimentación 603, mitiga la necesidad de tener estos componentes en el interior del instrumento 10.

15 El módulo de almacenamiento de datos 602 puede incluir uno o varios dispositivos de almacenamiento internos y/o externos, tales como discos duros magnéticos, memoria flash (por ejemplo tarjeta Secure Digital®, tarjeta Compact Flash®, MemoryStick®, etc.). El módulo de almacenamiento de datos 602 es utilizado por el controlador de retroalimentación 603 para almacenar datos de retroalimentación procedentes del instrumento 10, para el posterior análisis de los datos mediante el dispositivo informático 606. Los datos de retroalimentación incluyen información suministrada por los sensores dispuestos en el interior del instrumento 10, y similares.

20 El microcontrolador 600 está configurado para reemplazar y/o complementar los circuitos de control del instrumento 10, si están presentes. El microcontrolador 600 incluye memoria interna que almacena una o varias aplicaciones de software (por ejemplo, software inalterable) para controlar el funcionamiento y la funcionalidad del instrumento 10. El microcontrolador 600 procesa datos de entrada desde la interfaz de usuario 120 y ajusta el funcionamiento del instrumento 10 en respuesta a las entradas. El microcontrolador 600 está acoplado a la interfaz de usuario 120 por medio del módulo 504 de retroalimentación de usuario que está configurado para informar al usuario de los parámetros de funcionamiento del instrumento 10. Más específicamente, el instrumento 10 está configurado para conectar con el controlador de retroalimentación 603 de manera inalámbrica o a través de una conexión cableada por medio de un puerto de datos 407 (figura 5).

30 En una realización dada a conocer, el microcontrolador 600 está conectado al motor de accionamiento 200 y está configurado y dispuesto para monitorizar la impedancia de la batería, la tensión, la temperatura y/o el consumo de corriente, y para controlar el funcionamiento del instrumento 10. La carga o cargas sobre la batería 400, la transmisión, el motor de accionamiento 200 y los componentes de accionamiento del instrumento 10 están dispuestos para controlar la velocidad del motor si la carga o cargas indican que se ha alcanzado o se acerca un límite dañino. Por ejemplo, se puede determinar la energía restante en la batería 400, el número de disparos que quedan, si la batería 400 tiene que ser sustituida o cargada y/o la aproximación a los límites de carga del potencial del instrumento 10. El microcontrolador 600 se puede conectar asimismo a uno o varios de los sensores del instrumento 10 descrito anteriormente.

40 El microcontrolador 600 está configurado asimismo para controlar del funcionamiento al motor de accionamiento 200 en respuesta a la información monitorizada. Se pueden utilizar esquemas de control de modulación por pulsos, que pueden incluir un embrague electrónico, para controlar el instrumento 10. Por ejemplo, el microcontrolador 600 puede regular el suministro de tensión del motor de accionamiento 200 o suministrar al mismo una señal modulada por pulsos para ajustar la salida de potencia y/o del par de fuerzas con el fin de impedir daños en el sistema o de optimizar la utilización de energía.

45 En una realización, puede ser utilizado un circuito de frenado eléctrico para controlar el motor de accionamiento 200, que utiliza la fuerza contraelectromotriz existente de rotación del motor de accionamiento 200 para contrarrestar y reducir sustancialmente el momento del tubo de accionamiento 210. El circuito de frenado eléctrico puede mejorar el control del motor de accionamiento 200 y/o del tubo de accionamiento 210 para la precisión de parada y/o para desplazar la ubicación del instrumento quirúrgico motorizado 10. Los sensores para monitorizar componentes del instrumento quirúrgico motorizado 10 y ayudar a impedir la sobrecarga del instrumento quirúrgico motorizado 10 pueden incluir sensores de tipo térmico, tales como sensores térmicos, termistores, termopilas, termopares y/o la formación de imágenes por infrarrojos, y proporcionar retroalimentación al microcontrolador 600. El microcontrolador 600 puede controlar los componentes del instrumento quirúrgico motorizado 10 en caso de que se alcancen o se acerquen los límites, y dicho control puede incluir cortar la alimentación procedente de la fuente de alimentación 400, interrumpir temporalmente la alimentación o pasar a un modo de pausa y/o de modulación de pulsos para limitar la energía utilizada. El microcontrolador 600 puede asimismo monitorizar la temperatura de los componentes para determinar cuándo se puede reanudar la operación. Los anteriores usos del microcontrolador 600 pueden ser utilizados independientemente de, o considerando mediciones de corriente, tensión, temperatura y/o impedancia.

60 El resultado del análisis y procesamiento de los datos mediante el microcontrolador 600 se emite en una pantalla de video 604 y/o en la visualización HUD 622. La pantalla de video 604 puede ser cualquier tipo de pantalla, tal como una pantalla LCD, una pantalla de plasma, una pantalla electroluminiscente y similares. En una realización, la

- 5 pantalla de video 604 puede incluir una pantalla táctil y puede incorporar tecnologías de pantalla táctil de reconocimiento de pulsos resistivos, de ondas de superficie, capacitivos, de infrarrojos, de galga extensiométrica, ópticos, de señales dispersivas o acústicos. La pantalla táctil puede ser utilizada para permitir al usuario proporcionar entradas mientras observa la retroalimentación operativa. La visualización HUD 622 se puede proyectar sobre cualquier superficie visible para el usuario durante procedimientos quirúrgicos, tal como las lentes de un par de gafas y/o gafas protectoras, un protector facial y similares. Esto permite al usuario visualizar información de retroalimentación vital procedente del controlador de retroalimentación 603 sin dejar de enfocar al procedimiento.
- 10 El controlador de retroalimentación 603 incluye un módulo 624 de visualización en pantalla y un módulo HUD 626. El módulo 626 procesa la salida del microcontrolador 600 para su visualización en las respectivas pantallas 604 y 622. Más específicamente, el módulo OSD 624 superpone texto e/o información gráfica procedente del controlador de retroalimentación 603 sobre otras imágenes de video recibidas desde el sitio quirúrgico por medio de cámaras dispuestas en el mismo. La señal de video modificada que tiene texto superpuesto es transmitida a la pantalla de video 604, permitiendo al usuario visualizar información de retroalimentación útil procedente del instrumento 10 y/o del controlador de retroalimentación 603, mientras sigue observando el sitio quirúrgico.
- 15 Las figuras 24 y 25 muestran otra realización del instrumento 10'. El instrumento 10' incluye un fuente de alimentación 400' que tiene una serie de celdas 401 dispuestas en una configuración recta. La fuente de alimentación 400' se introduce verticalmente en una cámara de batería vertical 800 en el interior de la parte de empuñadura 112. La cámara 800 de la batería incluye un resorte 802 en el interior de la parte superior de la misma para empujar hacia abajo la fuente de alimentación 400'. En una realización, el resorte 802 puede incluir contactos para acoplar eléctricamente con la fuente de alimentación 400'. La fuente de alimentación 400' se mantiene en el interior de la cámara de la batería 800 por medio de una caperuza 804 de la batería que está configurada para deslizarse en una dirección distal con el fin de bloquearse en posición. La caperuza 804 y la empuñadura 112 pueden incluir acoplamientos de machihembrado para evitar que la caperuza 804 se salga. La fuente de alimentación 400' está forzada contra la caperuza 804 debido a la fuerza descendente del resorte 802. Cuando la caperuza 804 se desliza en una dirección proximal, la fuente de alimentación 400' es expulsada de la cámara 800 de la batería mediante el resorte 802.
- 20 La figura 25 muestra otra realización del sensor de rotación 239 que detecta la rotación del tubo de accionamiento 210, midiendo por lo tanto la velocidad de rotación del tubo de accionamiento 210, lo que permite la determinación de la velocidad lineal de la varilla de disparo 220. El sensor de rotación 239 incluye una rueda codificadora 810 montada en el tubo de accionamiento 210 y un selector óptico 812 (por ejemplo, un fotointerruptor). El lector óptico 812 está configurado para determinar el número de interrupciones en un haz de luz que está dispuesto continuamente entre dos bordes enfrentados 814 y 816 del mismo. La rueda 810 gira con el tubo de accionamiento 210 e incluye una serie de ranuras 811 a su través.
- 30 El borde exterior de la rueda 810 está dispuesto entre los bordes enfrentados del lector óptico 812, de tal modo que la luz transmitida entre los bordes 814 y 816 brilla a través de las ranuras 811. En otras palabras, el haz de luz entre los bordes 814 y 816 es interrumpido por la rueda 810 cuando se hace girar el tubo de accionamiento 210. El lector óptico 812 mide el número de interrupciones del haz de luz y la velocidad de aparición de las mismas, y transmite estas mediciones a la calculadora de la velocidad 422, que determina a continuación la velocidad de la varilla de accionamiento 220, tal como se ha explicado anteriormente.
- 35 Las figuras 27 a 32 muestran el instrumento 10' que tiene un conjunto de retracción 820 para retraer la varilla de disparo 220 desde su posición disparada. El conjunto de retracción 820 proporciona una interfaz mecánica con el tubo de accionamiento 210, accionada manualmente, que permite la retracción manual de la varilla de disparo 210 mediante la acción de trinquete del conjunto de retracción 820 en situaciones de emergencia (por ejemplo, fallo eléctrico, efector extremo atascado 160, etc.). El conjunto de retracción 820 puede estar configurado como un conjunto modular que puede ser introducido en el instrumento 10'.
- 40 Haciendo referencia a la figura 30, el conjunto de retracción 820 incluye un armazón de retracción 822 que tiene una parte superior 823 y una parte inferior 825. El conjunto de retracción 820 interactúa mecánicamente con el tubo de accionamiento 210 por medio de un engranaje motriz 826 y de un engranaje de retracción 824. El engranaje motriz 826 está acoplado al tubo de accionamiento 210 y se traslada en respuesta a la rotación del tubo de accionamiento 210. A la inversa, la rotación del engranaje motriz 826 imparte rotación al tubo de accionamiento 210. El engranaje motriz 826 y el engranaje de retracción 824 pueden ser engranajes cónicos, que permiten que los engranajes 824 y 826 interactúen de manera perpendicular.
- 50 El engranaje de retracción 824 está acoplado a un primer huso 828 que está dispuesto de manera sustancialmente perpendicular entre las partes superior e inferior 823 y 825 del armazón de retracción 822, y es giratorio en torno al eje longitudinal definido por el mismo. El primer huso 828 incluye además un primer engranaje cilíndrico 830 acoplado al mismo y al engranaje de retracción 824. El primer engranaje cilíndrico 830 interactúa con un segundo engranaje cilíndrico 832 dispuesto en un segundo huso 834 que está dispuesto asimismo de manera sustancialmente perpendicular entre las partes superior e inferior 823 y 825 del armazón de retracción 822, y es giratorio en torno a un eje longitudinal definido por el mismo.
- 55

5 El segundo engranaje cilíndrico 832 interactúa mecánicamente con un tercer engranaje cilíndrico 836 que está dispuesto en el primer huso 828. El tercer engranaje cilíndrico 836 está acoplado a una primera parte de embrague 838 de un conjunto de embrague unidireccional 840. El conjunto de embrague 840 incluye además una segunda parte de embrague 840 dispuesta de manera giratoria en el primer huso 828 sobre la primera parte de embrague 838 con un resorte 843 dispuesto entre la primera y la segunda partes de embrague 838 y 840, manteniendo de ese modo la primera y la segunda partes de embrague 838 y 840 en una configuración elevada sin enclavamiento (por ejemplo, una primera configuración), tal como se muestra en la figura 31.

10 La rotación del tubo de accionamiento 210 y/o del engranaje motriz 826 imparte rotación sobre el engranaje de retracción 824 y el primer, el segundo y el tercer engranajes cilíndricos 830, 832 y 836 junto con la primera parte 838 y los respectivos husos 828 y 834. Dado que la segunda parte de embrague 842 puede girar en torno al huso 828 y está separada de la primera parte de embrague 838 mediante el resorte 843, la rotación de la primera parte 838 no se traslada a la otra.

15 La primera y la segunda partes de embrague 838 y 842 incluyen una serie de dientes de enclavamiento 844 que tienen una superficie de enclavamiento plana 846 y una superficie de deslizamiento inclinada 848. En una segunda configuración que se muestra en la figura 32, la segunda parte de embrague 842 es empujada hacia abajo mediante una palanca de retracción 845, interactuando de ese modo con los dientes 844. Las superficies deslizantes 848 permiten que las superficies de enclavamiento 846 entren en contacto entre sí, permitiendo de ese modo la rotación de la segunda parte de embrague 842 para hacer girar la primera parte de embrague 838 y todos los engranajes interconectados.

20 La palanca de retracción 845 incluye una parte de leva 847 y una empuñadura 849 acoplada a la misma. La parte de leva 847 incluye una abertura 853 que aloja un embrague de agujas unidireccional 855 que está en cooperación mecánica con un conector 856 acoplado al primer huso 828, permitiendo ese modo que la palanca de retracción 845 gire en torno al primer huso 828. Haciendo referencia a la figura 29, la palanca 845 incluye uno o varios elementos de leva 850 que tienen una superficie de leva 852. En la primera configuración, la leva 845 está dispuesta a lo largo de una cavidad 860 de la leva del cuerpo envolvente 110, tal como se muestra en la figura 27. La palanca 845 es impulsada mediante el resorte 843 contra la parte superior 823 y los elementos de leva 850 están dispuestos en el interior de correspondientes cavidades de leva 858. La palanca 845 se mantiene en la primera configuración mediante un resorte de extensión de retorno 862 montado entre la parte superior 823 y la parte de leva 847. Los elementos de leva 850 y la cavidad 860 de la palanca impiden la rotación adicional de la leva 845.

30 Cuando la palanca 845 es extraída de la cavidad 860 de la palanca, los elementos de leva 850 interactúan con las correspondientes cavidades 823 de la leva y empujan la parte de leva 847 de la palanca 845 en una dirección descendente. El movimiento descendente comprime el resorte 843 y empuja la primera y la segunda partes de embrague 838 y 842 enclavando conjuntamente los dientes 844, engranando de ese modo las partes 838 y 842. La rotación de la parte de leva 847 en sentido antihorario acciona el embrague de agujas 855, que interactúa con el conector 856 y el primer huso 828. La rotación continua de la palanca 845 hace girar el conjunto de embrague 840 que, a su vez, gira los engranajes cilíndricos 836, 832 y 830 y los engranajes de retracción y motriz 824 y 826. Esto, a su vez, hace girar el tubo de accionamiento 210 y retrae la varilla de accionamiento 220.

40 La palanca 845 se puede girar en una magnitud predeterminada hasta que la empuñadura 849 contacta con el cuerpo envolvente 110, tal como se muestra en la figura 28. A continuación, la palanca 845 se devuelve a su primera configuración mediante el resorte de extensión de retorno 862. Esto sube la parte de leva 847 permitiendo que la segunda parte de embrague 842 se desplace asimismo hacia arriba y desacople la primera parte de embrague 838. El embrague de agujas 855 libera el conector 856 permitiendo que la palanca 845 vuelva a la primera configuración sin afectar al movimiento del tubo de accionamiento 210. Una vez que la palanca 845 se ha devuelto a la primera configuración, la palanca 845 se puede volver a retraer para continuar ajustando la varilla de accionamiento 220.

45 Haciendo referencia a las figuras 33A a 33L (y a las correspondientes figuras 37A a 37L), el disparo satisfactorio de cualquiera de los instrumentos quirúrgicos motorizados descritos en la presente memoria puede producir formas de onda predecibles cuando se representa la corriente consumida por el motor (I) frente al tiempo. Por ejemplo, la figura 33A (y la figura 37A) representan formas de onda 910 que se obtienen disparando 15 filas completas de grapas desde un cartucho de grapas de 60 mm de largo, de 3,5 mm (altura de las grapas) utilizando un instrumento quirúrgico motorizado a través de tejido sintético, tejido canino o espuma roja. Tal como se muestra en la figura 33A (y la figura 37A), cada disparo satisfactorio de una fila de grapas produce un pico 912 en las formas de onda 910.

50 La figura 33B (y la figura 37B) representa la corriente consumida por el motor durante un procedimiento de sujeción y compresión de tejido sintético y canino. La figura 33C (y la figura 37C) representa la corriente consumida por el motor durante un procedimiento de grapado. Tal como se muestra en la figura 33C (y la figura 37C), la corriente necesaria para la formación de la grapa adecuada en tejido estomacal es mayor que la corriente necesaria para tejido intestinal. La figura 33D (y la figura 37D) representa la corriente consumida por el motor durante un procedimiento de retracción de la cuchilla.

60 La figura 33E (y la figura 37E) representa la corriente consumida por el motor para tres cartuchos de grapas independientes 930, 932, 934. Al cartucho de grapas 930 le faltaban 12 grapas, al cartucho de grapas 932 le faltaban 6 grapas y al cartucho de grapas 934 no le faltaba ninguna grapa. Tal como se muestra en la figura 33E (y

la figura 37E), cuando faltan grapas en uno de los cartuchos de grapas, la caída de corriente es notable tal como se muestra en la zona 922, que corresponde al cartucho de grapas 932, y en la zona 924, que corresponde al cartucho de grapas 930.

La figura 33F (y la figura 37F) representa la corriente consumida por el motor durante un procedimiento de grapado llevado a cabo sobre diversos tipos de tejido estomacal. Tal como se muestra en la figura 33F (y la figura 37F), el tejido estomacal porcino consume más corriente que el tejido estomacal canino. La figura 33G (y la figura 37G) representa la corriente consumida por un motor durante un procedimiento de grapado llevado a cabo sobre diversos tipos de tejido intestinal. La figura 33H (y la figura 37H) representa la corriente consumida por un motor durante un procedimiento de grapado llevado a cabo sobre diversos tipos de tejido intestinal sintético y tejido intestinal canino. La figura 33I (y la figura 37I) representa la corriente consumida por un motor durante un procedimiento de grapado llevado a cabo sobre espuma roja con diferentes grosos.

La figura 33J (y la figura 37J) representa la corriente consumida por un motor durante un procedimiento de grapado llevado a cabo sobre espuma roja y tejido canino en vivo. Tal como se ve en la figura 33J (y la figura 37J), el tejido orgánico se comporta de manera diferente a la espuma roja. Mientras que la fuerza necesaria para grapar espuma roja es constante a través del disparo, la fuerza para grapar el tejido canino en vivo varía. La figura 33K (y la figura 37K) representa la corriente consumida por el motor de diferentes tejidos análogos. La figura 33L (y la figura 37L) representa la fuerza lineal que experimenta el tejido durante un procedimiento de grapado cuando el tejido es comprimido y a continuación grapado.

Haciendo referencia a la figura 34, el instrumento quirúrgico motorizado puede incluir un sistema 1001 de detección del elemento de fijación quirúrgico, que incluye el microcontrolador 500, el módulo de almacenamiento de datos 502, el puerto de datos 503, el módulo de retroalimentación de usuario 504, la interfaz de usuario 120 y el motor de accionamiento 200. Además, el sistema 1001 puede incluir asimismo un sensor de corriente 1010 y una calculadora de la posición 1012.

El módulo de almacenamiento de datos 502 almacena datos de procedimientos de disparo satisfactorios (por ejemplo, la forma de onda mostrada en las figuras 33A-33L y las figuras 37A-37L) que son utilizados por el microcontrolador 500 para determinar si cada elemento de fijación quirúrgico o fila de elementos de fijación están desplegados satisfactoriamente. Los datos pueden ser previamente almacenados por el fabricante en el módulo de almacenamiento de datos 502, subidos por un usuario o guardados de una operación anterior del instrumento quirúrgico motorizado en la que todos los elementos de fijación quirúrgicos fueron desplegados correctamente.

En una realización de la presente invención, el sensor de corriente 1010 mide el consumo de corriente del motor 200 y proporciona el consumo de corriente como una señal al microcontrolador 500. El microcontrolador 500 compara la señal procedente del sensor de corriente 1010 con los datos de disparo satisfactorio almacenados en el módulo de datos 502. Si la señal procedente del sensor de corriente 1010 está dentro de una ventana de tolerancia aceptable comparada con los datos de procedimientos de disparo satisfactorios, el microcontrolador 500 puede notificar a un usuario un despliegue satisfactorio del elemento de fijación quirúrgico, por medio de la pantalla 122 o de salidas visuales 123 en la interfaz de usuario 120. Si la señal procedente del sensor de corriente 1010 no está dentro de una ventana de tolerancia aceptable comparada con los datos de procedimientos de disparo satisfactorios, el microcontrolador 500 puede notificar a un usuario un despliegue fallido del elemento de fijación quirúrgico por medio de la pantalla 122 o de salidas visuales 123 en la interfaz de usuario 120. Además, el instrumento quirúrgico motorizado se puede desconectar impidiendo que el instrumento siga funcionando. Los datos del procedimiento de disparo actual se pueden almacenar en el módulo de almacenamiento de datos 502 o se pueden almacenar en un ordenador independiente por medio del puerto de datos 503.

Tal como se ha mostrado anteriormente en las figuras 33A-33L (y 37A-37L), diferentes tejidos requieren diferentes consumos de corriente en el motor. Por lo tanto, en las realizaciones dadas a conocer en la presente memoria, un usuario puede seleccionar el tipo de tejido involucrado durante un procedimiento, y el microcontrolador 500 determinará los datos de disparo satisfactorio apropiados que tiene que utilizar el microcontrolador 500 para determinar si existe un despliegue satisfactorio de elementos de fijación quirúrgicos.

El sistema 1001 puede registrar el consumo de corriente (I) del motor 200 frente a la distancia (x) que recorre la varilla de disparo 220 (figura 5). La distancia (x) se puede obtener por medio de la calculadora de la posición 1016, que puede incluir un codificador óptico o magnético, un transformador diferencial variable lineal (LVDT, linear variable differential transformer), un conmutador de límite o cualquier otro procedimiento de posicionamiento. La calculadora de la posición 1016 puede calcular asimismo la distancia que recorre la varilla de disparo 220, de manera similar a lo descrito anteriormente con respecto a la calculadora de la posición 416.

La figura 35 representa un ejemplo de una disposición de sensor de corriente que puede ser utilizada para obtener el consumo de corriente en el motor 200. Tal como se muestra en la figura 35, una carga resistiva RSHUNT de valor conocido está colocada en serie entre la fuente común de los transistores de efecto campo de semiconductor de óxido metálico Q2 y Q4 y tierra. El microcontrolador 500 lee la caída de tensión a través de RSHUNT y calcula la corriente mediante la ley de ohm ($I = V / RSHUNT$). El microprocesador 500 utiliza a continuación el valor calculado de la corriente y un valor de tolerancia, para determinar si el elemento de fijación quirúrgico se ha desplegado correctamente.

La figura 36 es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de un procedimiento que puede ser utilizado para la detección del despliegue satisfactorio de uno o varios elementos de fijación quirúrgicos. Tal como se muestra en la figura 36, el procedimiento se inicia con la etapa 1110, en la que se dispara un elemento de fijación quirúrgico y a continuación en la etapa 1112 se mide el consumo de corriente en el motor 200. El consumo de corriente detectado se compara con datos de un procedimiento de disparo satisfactorio (DatosSFP). Si el consumo de corriente detectado está dentro de una ventana de tolerancia aceptable comparado con DatosSFP el proceso avanza a la etapa 1117, donde se determina si han sido o no disparados todos los elementos de fijación quirúrgicos. Si se necesitan más elementos de fijación quirúrgicos, el procedimiento se inicia de nuevo en la etapa 1110. Si no es necesario disparar más elementos de fijación quirúrgicos, el procedimiento finaliza en la etapa 1120. En la etapa 1116, si el consumo de corriente detectado no está dentro de una ventana de tolerancia aceptable comparado con DatosSFP, el proceso avanza a la etapa 1118, en que se informa al usuario del error (es decir, fallo de grapa, atasco, etc.). Este procedimiento puede ser utilizado individualmente o junto con cualquier otro procedimiento descrito en la presente memoria.

Se comprenderá que se pueden realizar diversas modificaciones a las realizaciones mostradas en la presente memoria. Por lo tanto, la descripción anterior no se deberá considerar como limitativa, sino tan solo como ejemplos de realizaciones preferidas. Los expertos en la materia contemplarán otras modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una grapadora quirúrgica motorizada, que comprende:
 - un cuerpo envolvente (110)
 - una parte endoscópica (140)
 - 5 que se extiende distalmente desde el cuerpo envolvente y define un primer eje longitudinal;
 - un motor de accionamiento (200) dispuesto por lo menos parcialmente en el interior del cuerpo envolvente;
 - una varilla de disparo (220) dispuesta en cooperación mecánica con el motor de accionamiento;
 - un efector extremo (160)
 - 10 dispuesto junto a una parte distal de la parte endoscópica, estando el efector extremo en cooperación mecánica con la varilla de disparo para presentar un elemento de fijación quirúrgico;
 - un sensor de corriente (1010) configurado para medir un consumo de corriente en el motor;
 - un controlador (500)
 - 15 configurado para determinar si el elemento de fijación quirúrgico está desplegado satisfactoriamente, en base a la primera forma de onda del consumo de corriente en el motor; y
 - estando dicha grapadora quirúrgica motorizada caracterizada por que comprende además una memoria (502) configurada para almacenar datos de disparo de ensayo satisfactorio que comprenden una segunda forma de onda del consumo de corriente en el motor durante el disparo satisfactorio de la grapadora quirúrgica motorizada, en el que el controlador compara la primera forma de onda del consumo de corriente en el motor con la segunda forma de onda de los datos de disparo de ensayo satisfactorio para determinar si el elemento de fijación quirúrgico ha sido desplegado satisfactoriamente.
 - 20
2. Una grapadora quirúrgica motorizada según la reivindicación 1, en la que cuando el consumo de corriente en el motor está dentro de una ventana de tolerancia aceptable de los datos de disparo de ensayo satisfactorio, el controlador indica un disparo de ensayo satisfactorio del elemento de fijación quirúrgico.
3. Una grapadora quirúrgica motorizada según la reivindicación 1, en la que cuando el consumo de corriente en el motor no está dentro de una ventana de tolerancia aceptable de los datos de disparo de ensayo satisfactorio, el controlador emite un error al usuario por medio de una interfaz de usuario.
- 25 4. Una grapadora quirúrgica motorizada según la reivindicación 1 o la reivindicación 3, en la que cuando el consumo de corriente en el motor no está dentro de una ventana de tolerancia aceptable de los datos de disparo de ensayo satisfactorio, la grapadora quirúrgica motorizada se apaga.
- 30 5. Una grapadora quirúrgica motorizada según cualquier reivindicación anterior, que comprende además una calculadora de la posición configurada para determinar una distancia de recorrido para la varilla de disparo.
6. Una grapadora quirúrgica motorizada según la reivindicación 5, en la que la memoria almacena el consumo de corriente en el motor frente la distancia recorrida de la varilla de disparo.

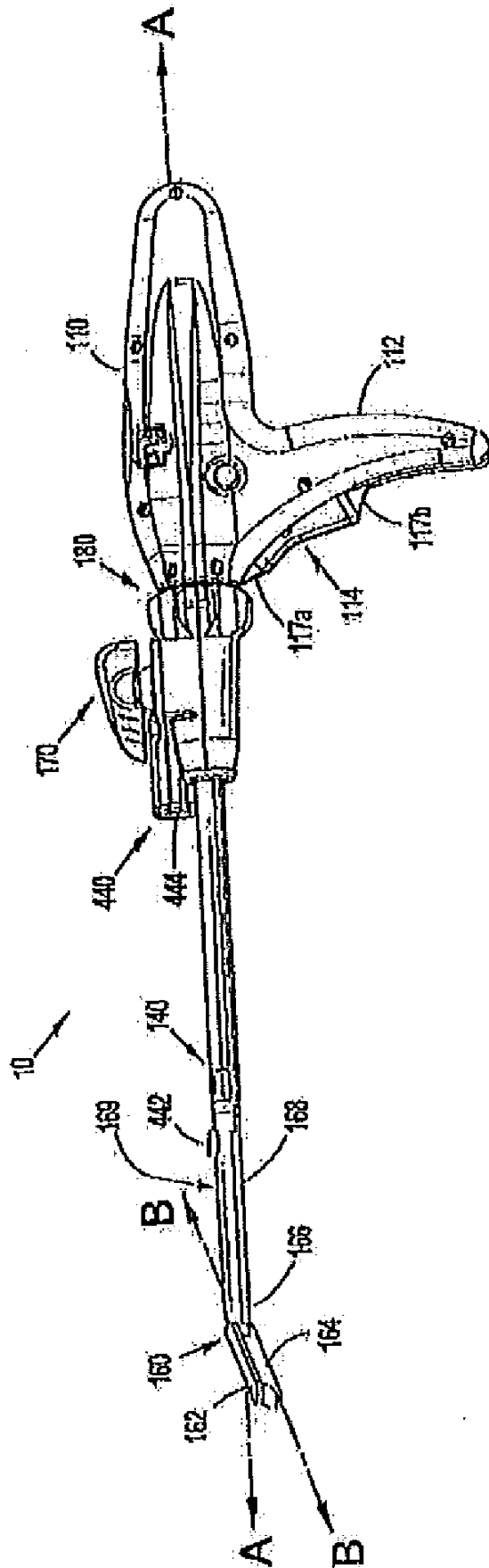


FIG. 1

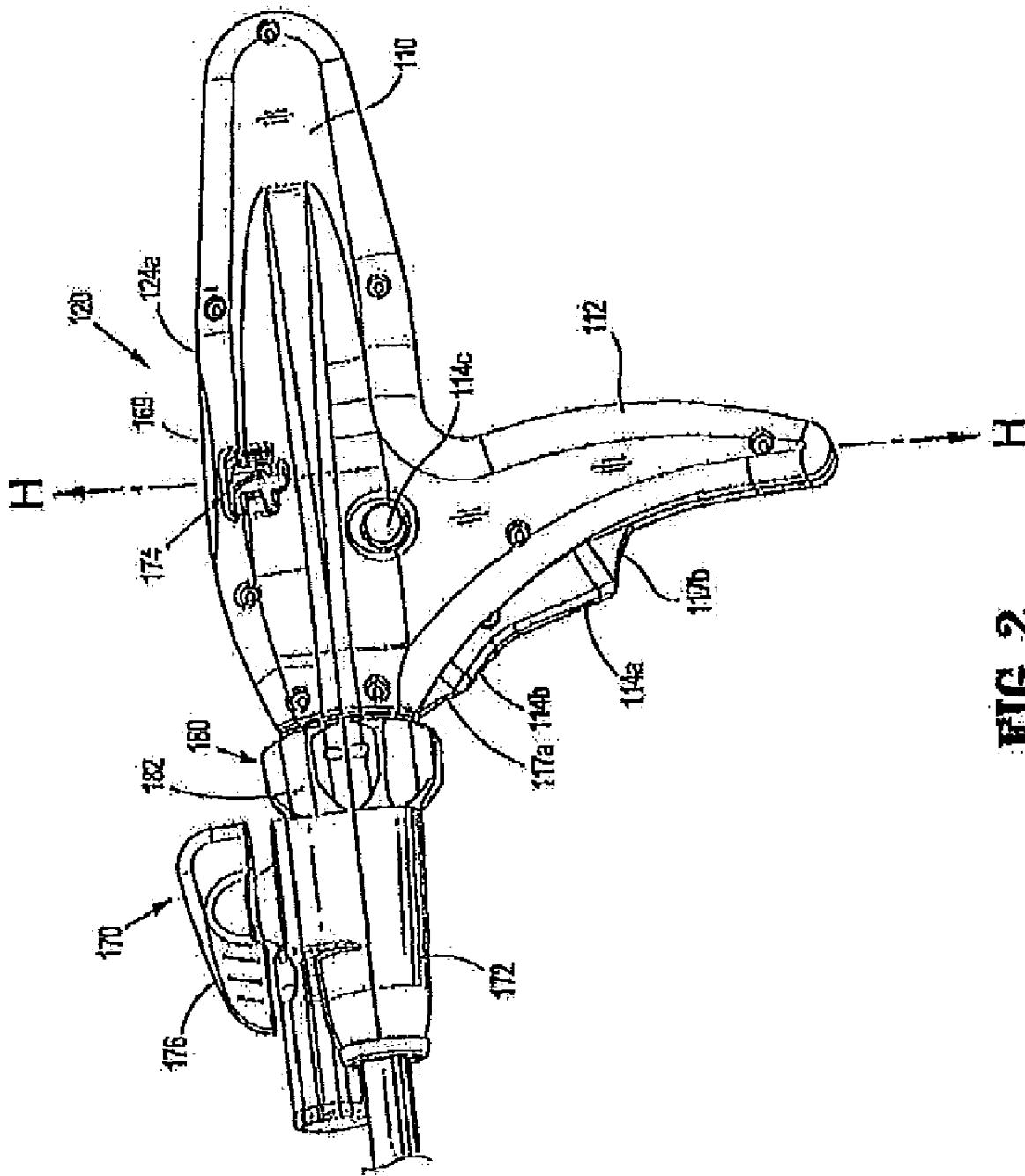


FIG. 2

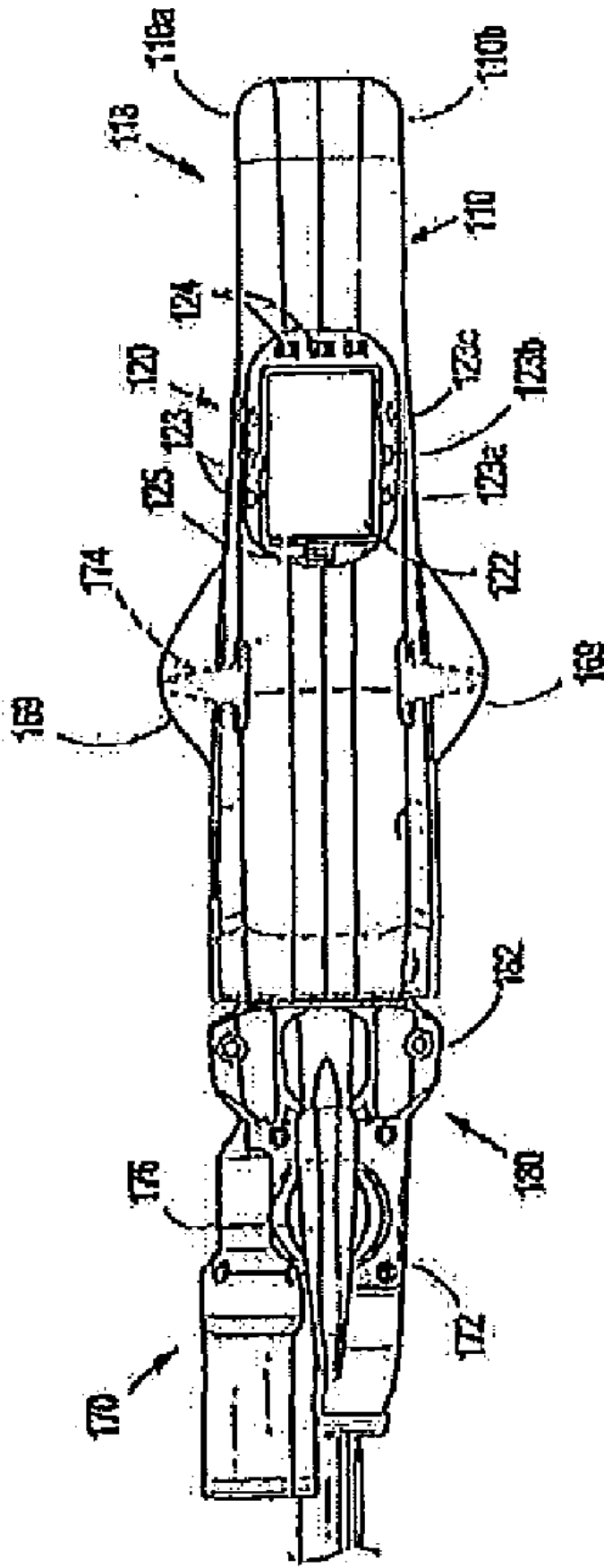


FIG. 3

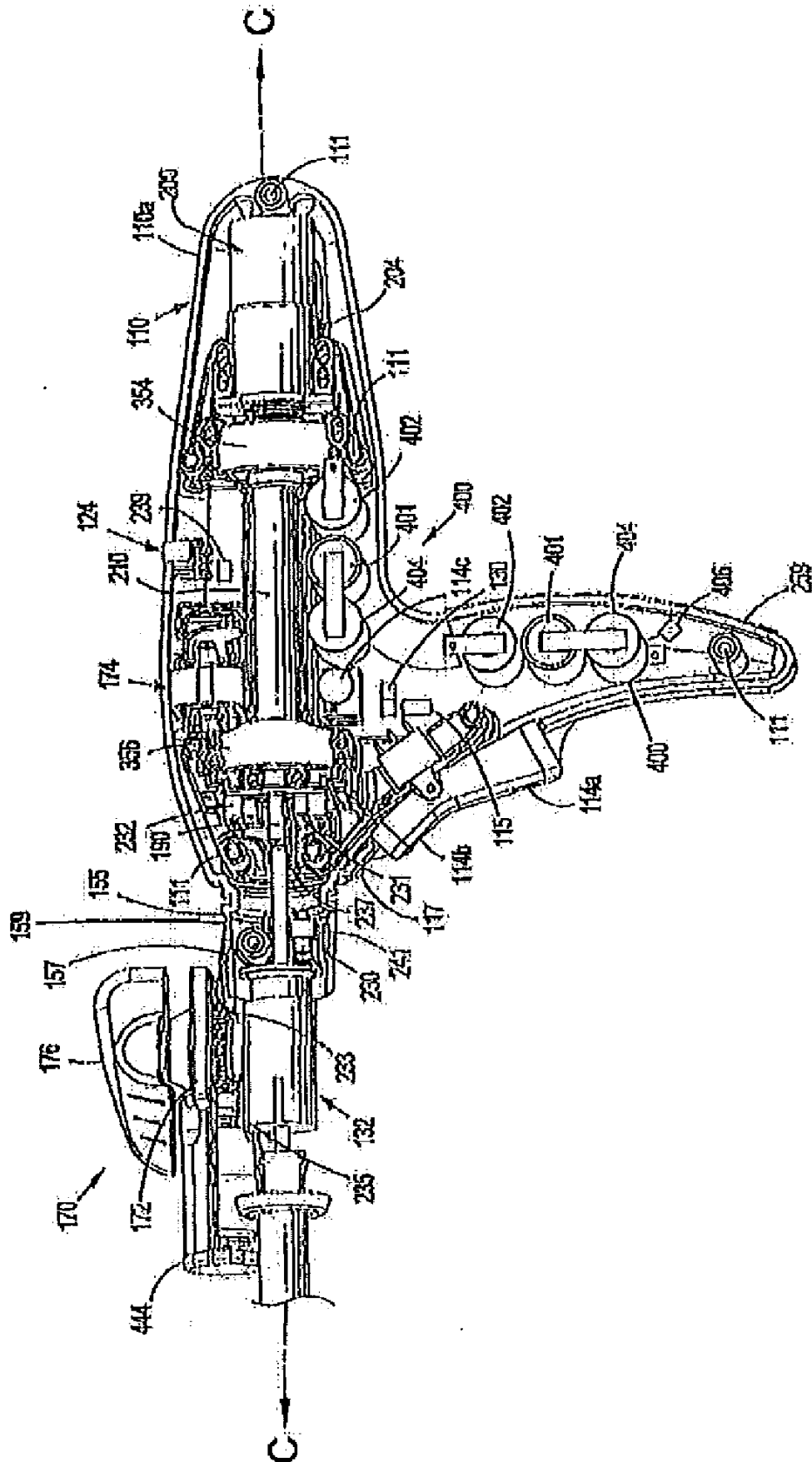


FIG. 4

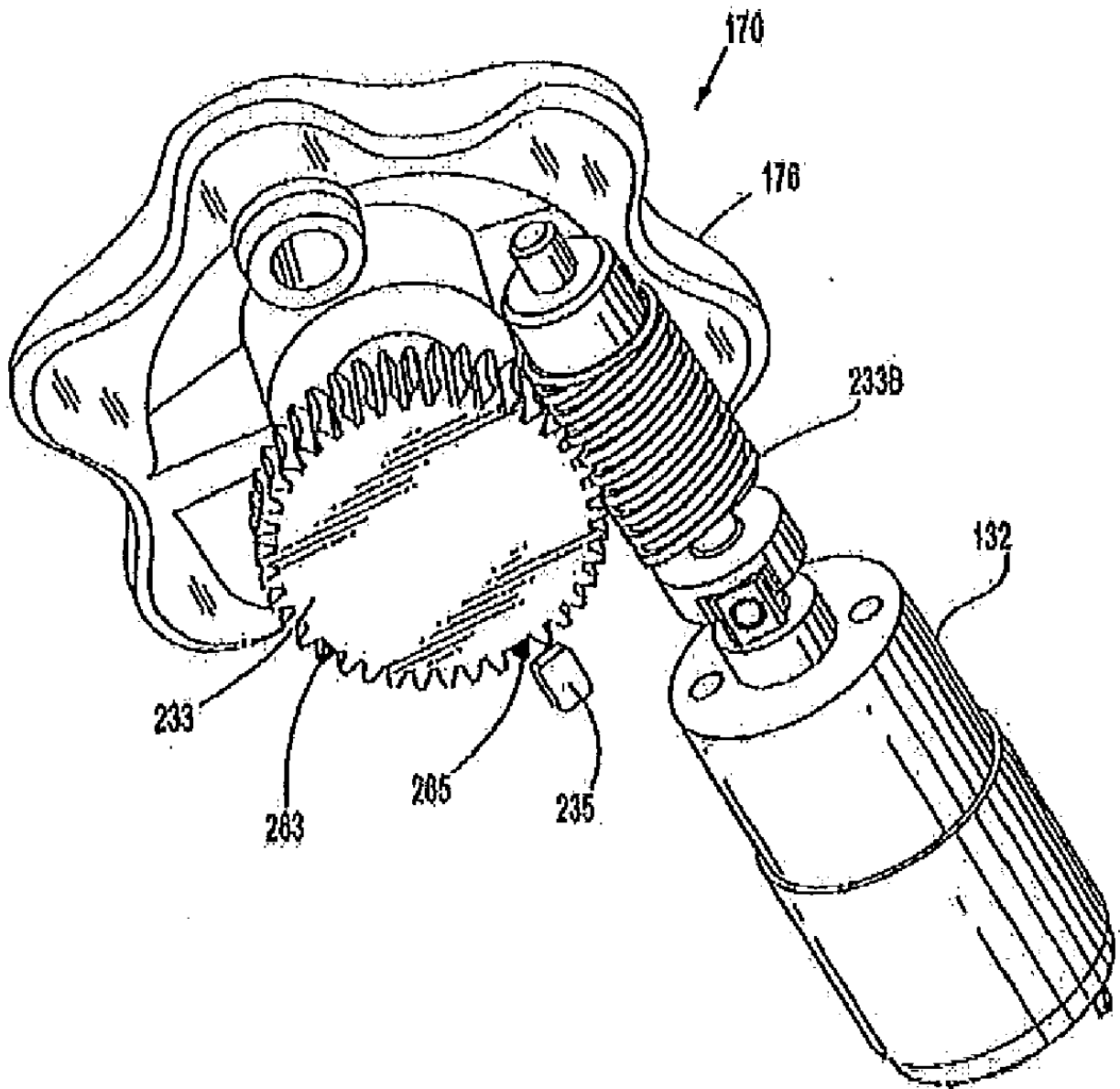


FIG. 5

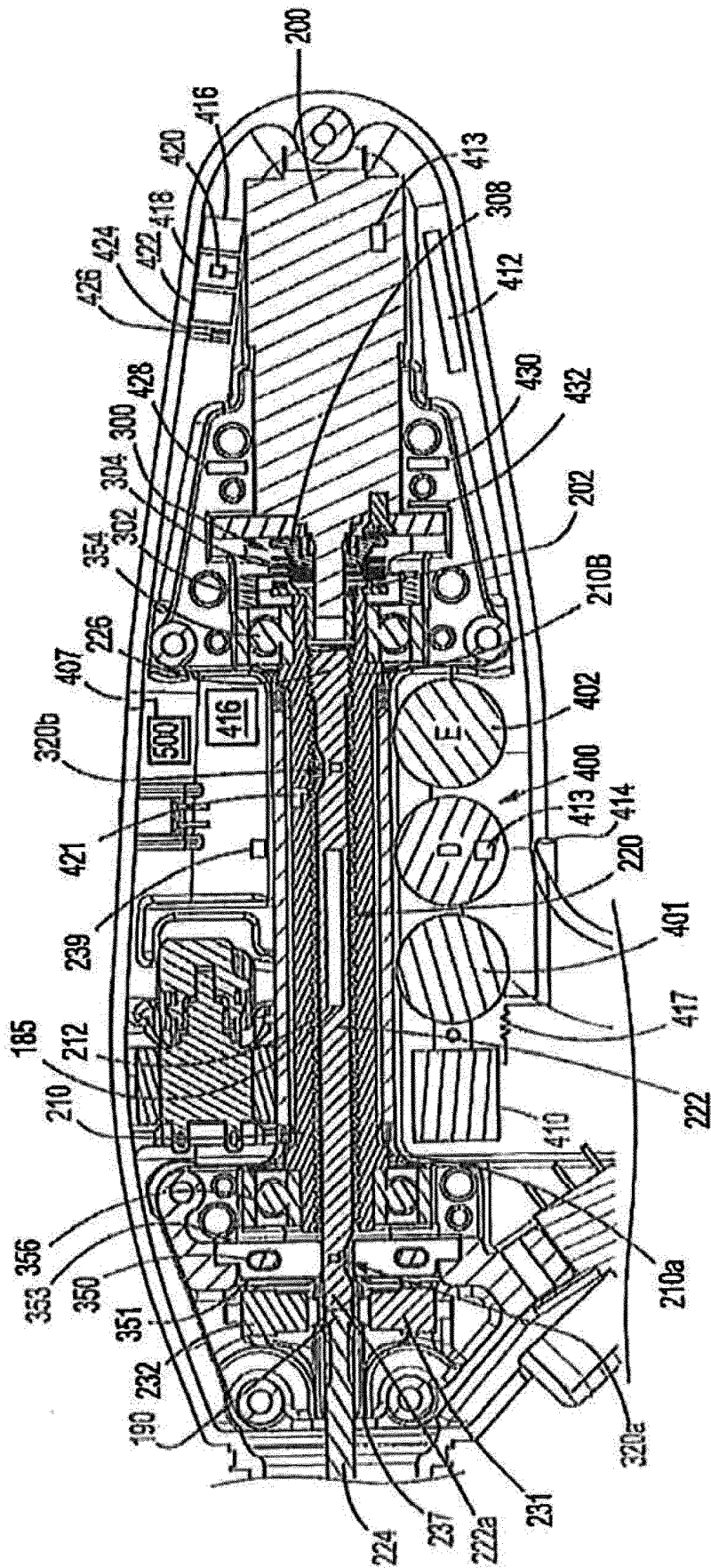


FIG. 6

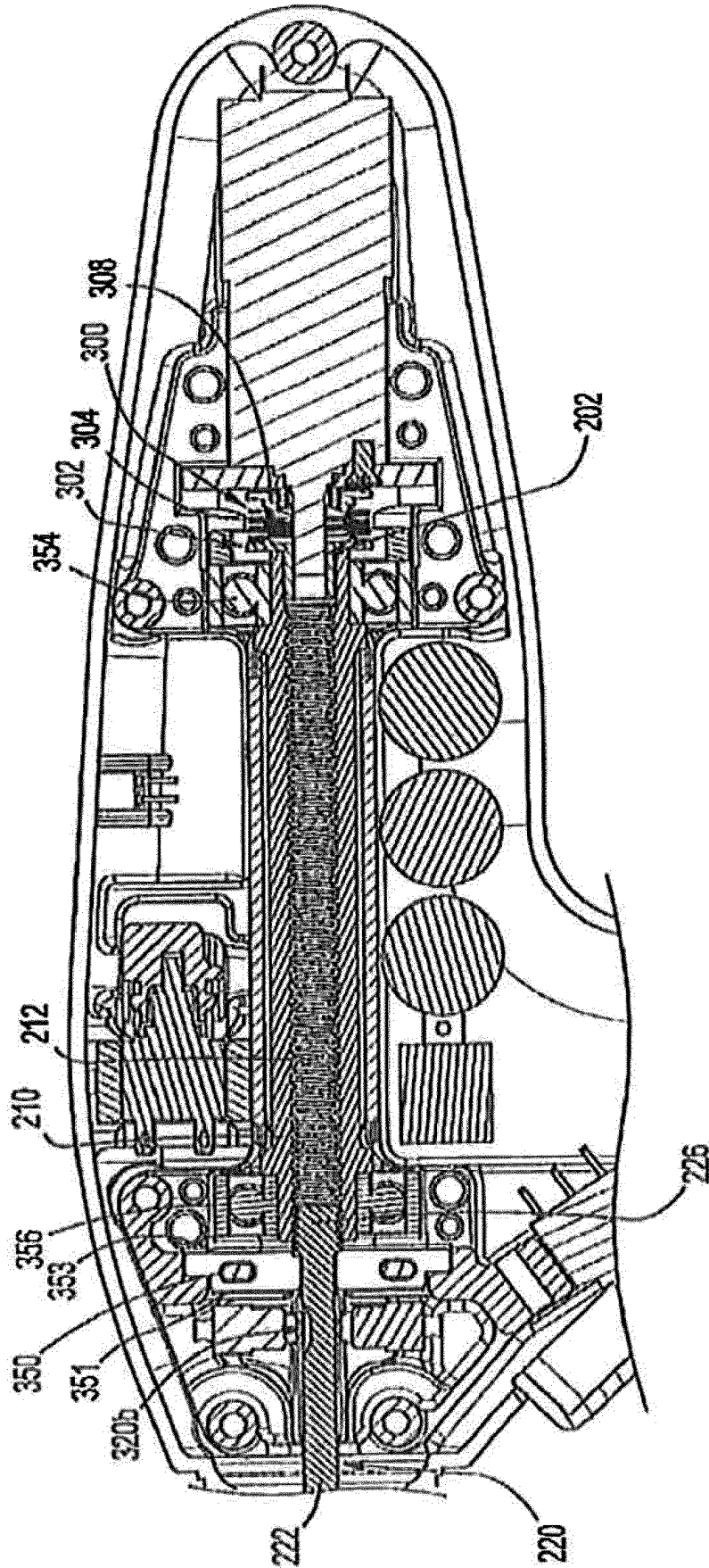


FIG. 7

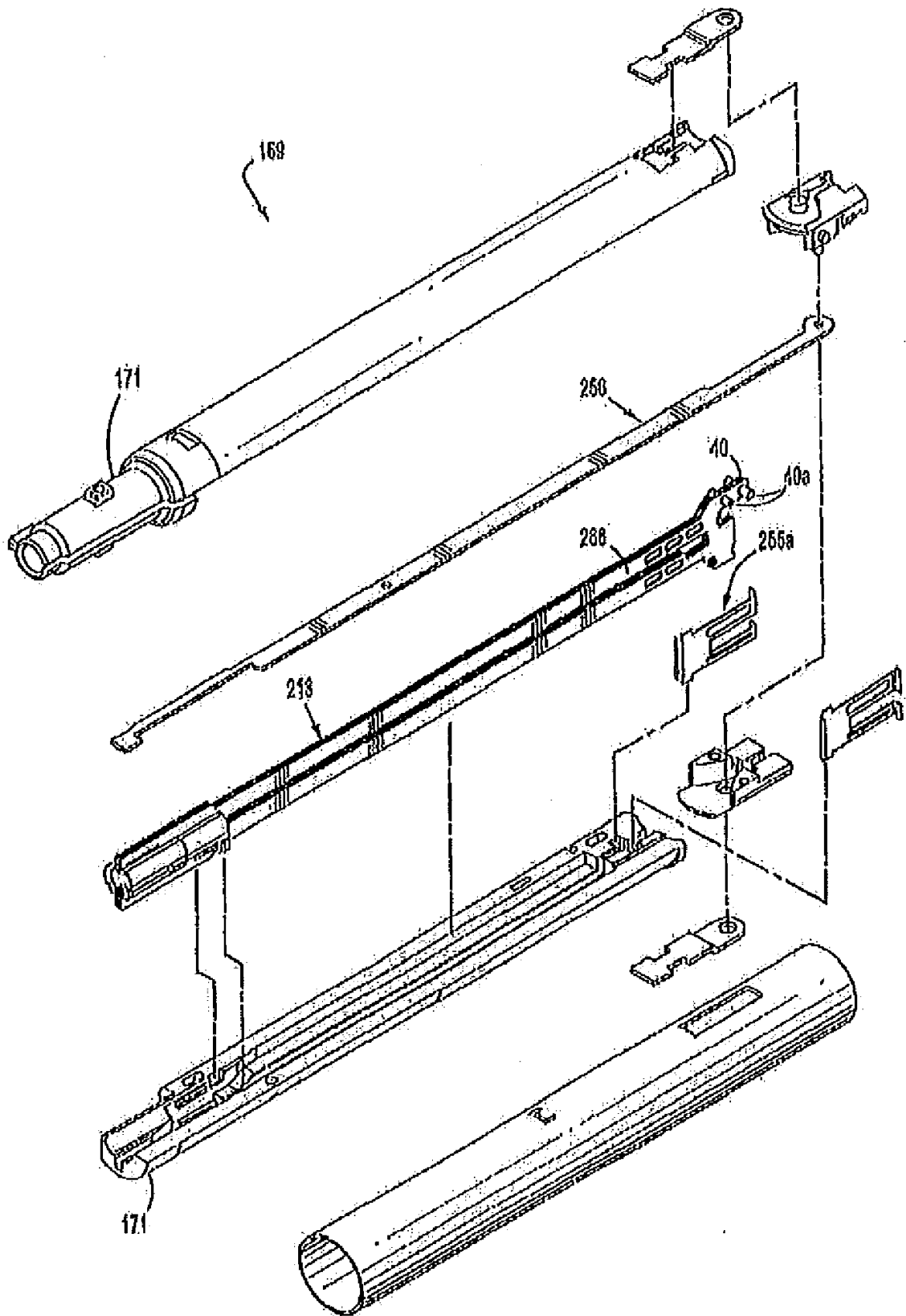


FIG. 8

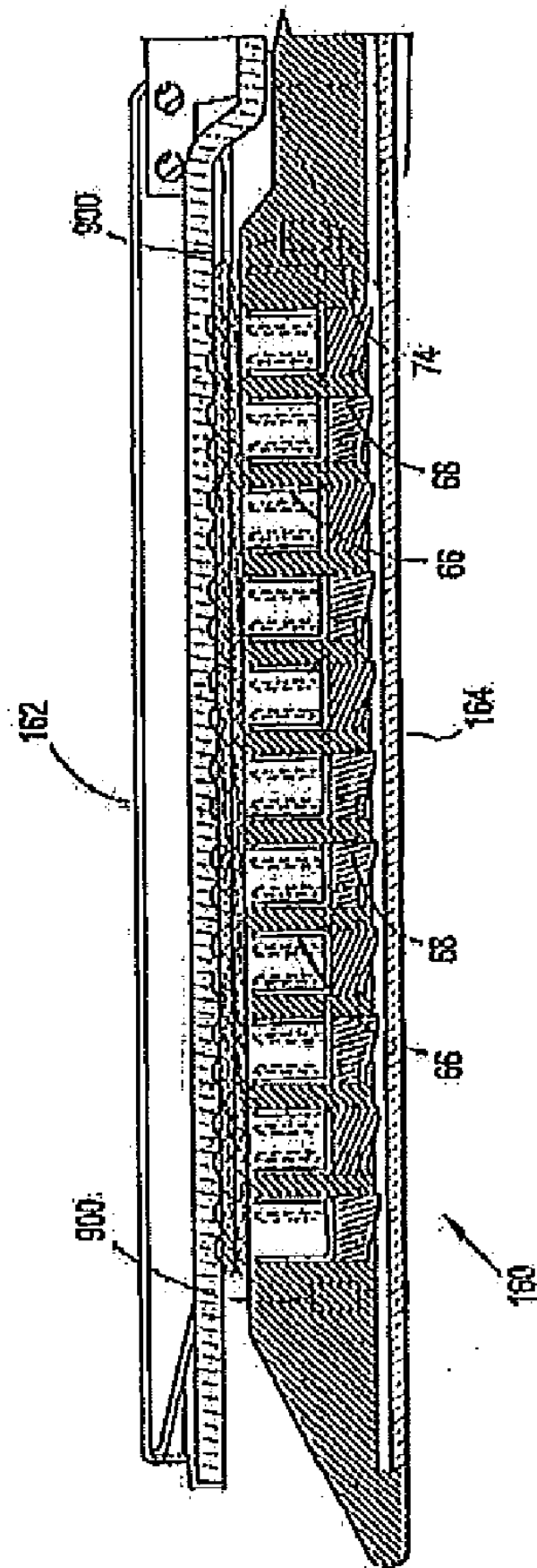


FIG. 9

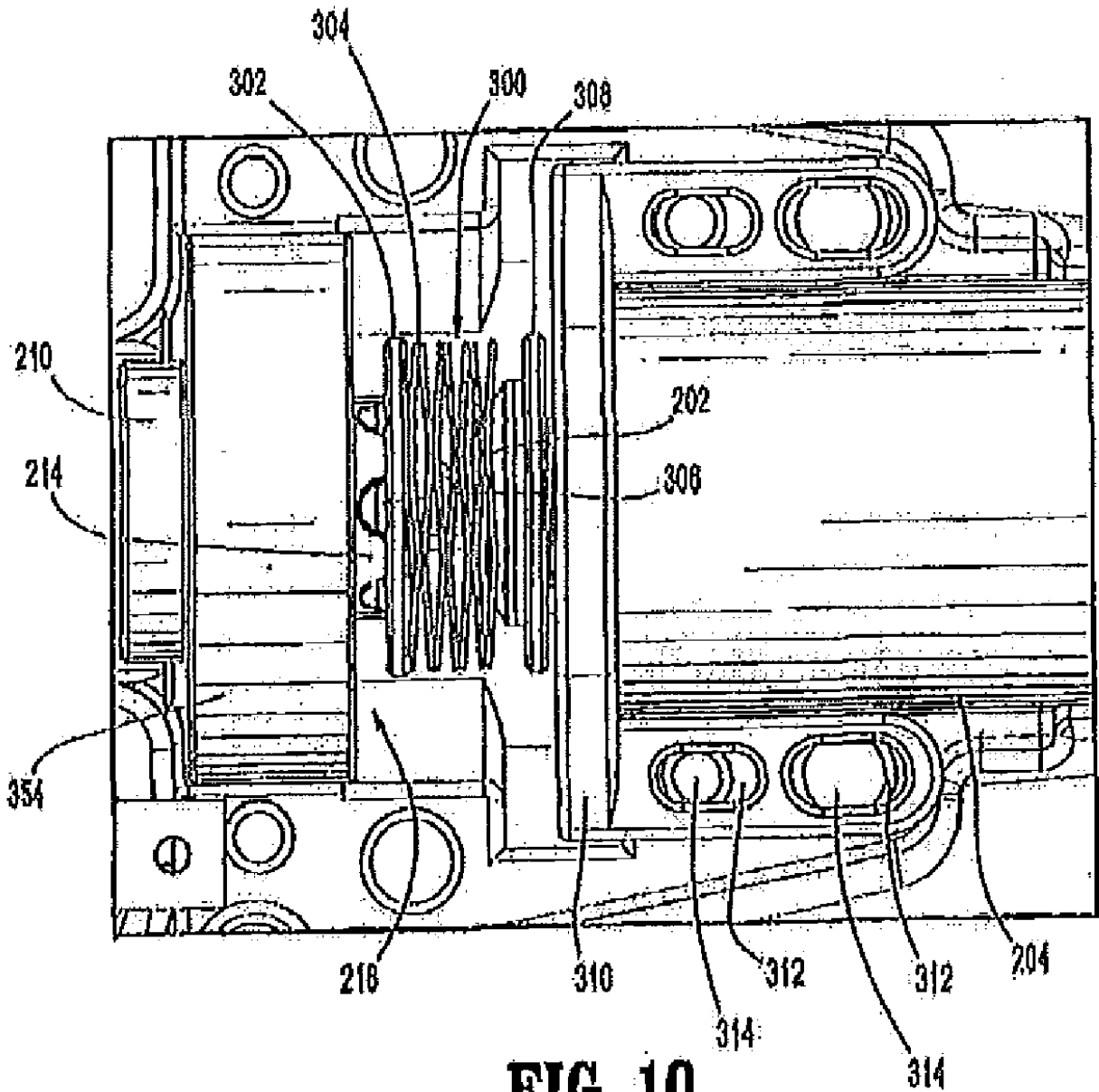


FIG. 10

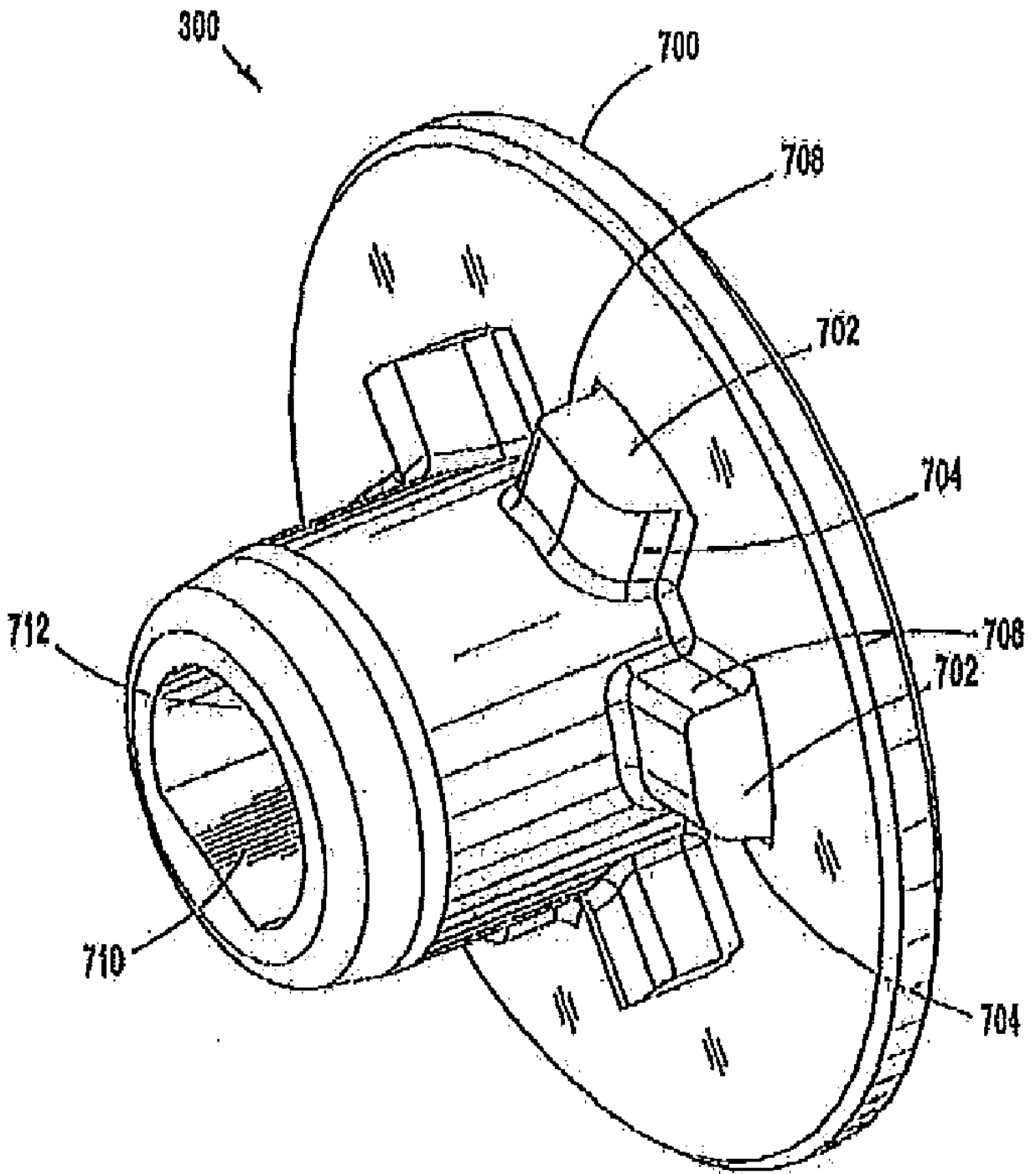


FIG. 11

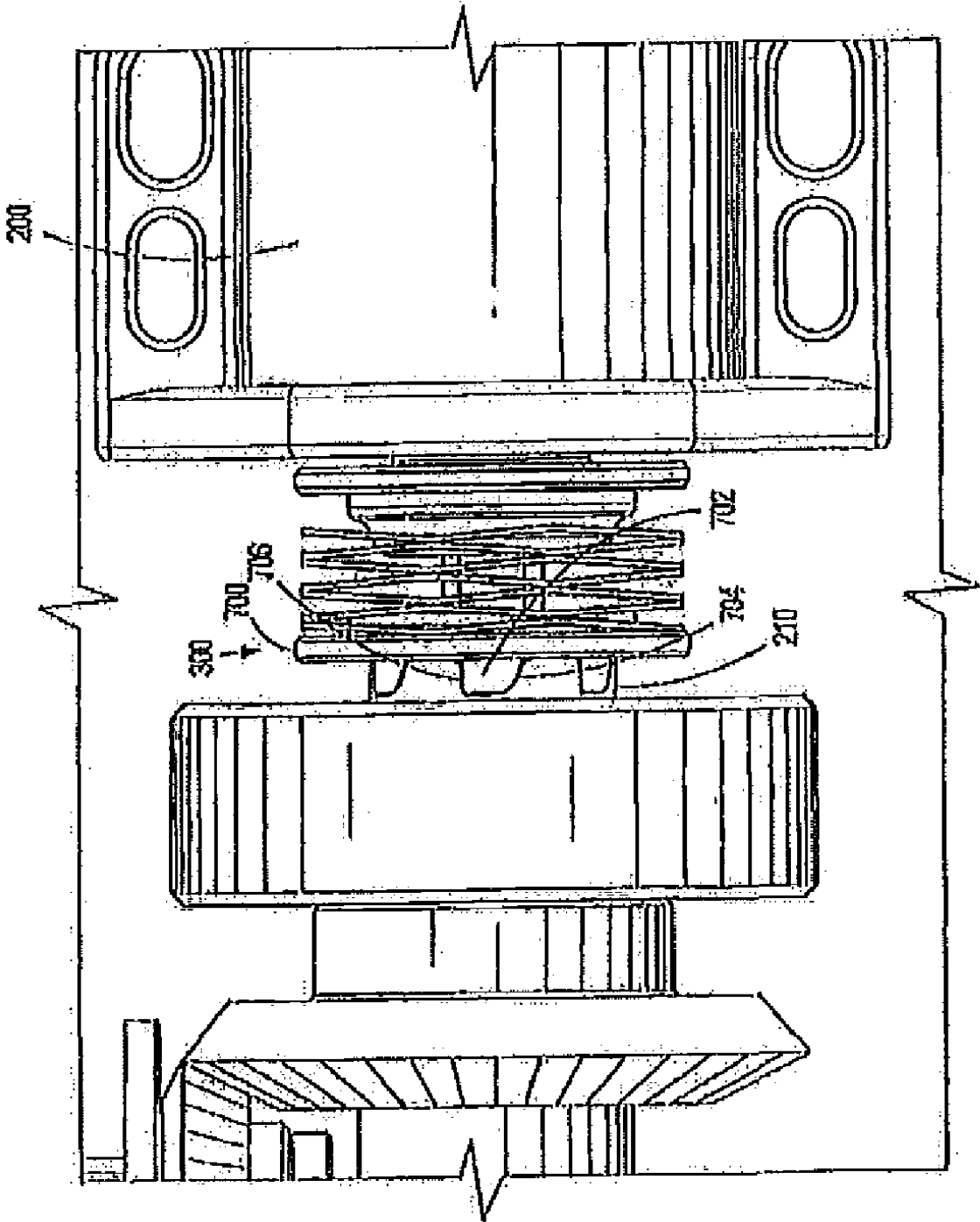


FIG. 12

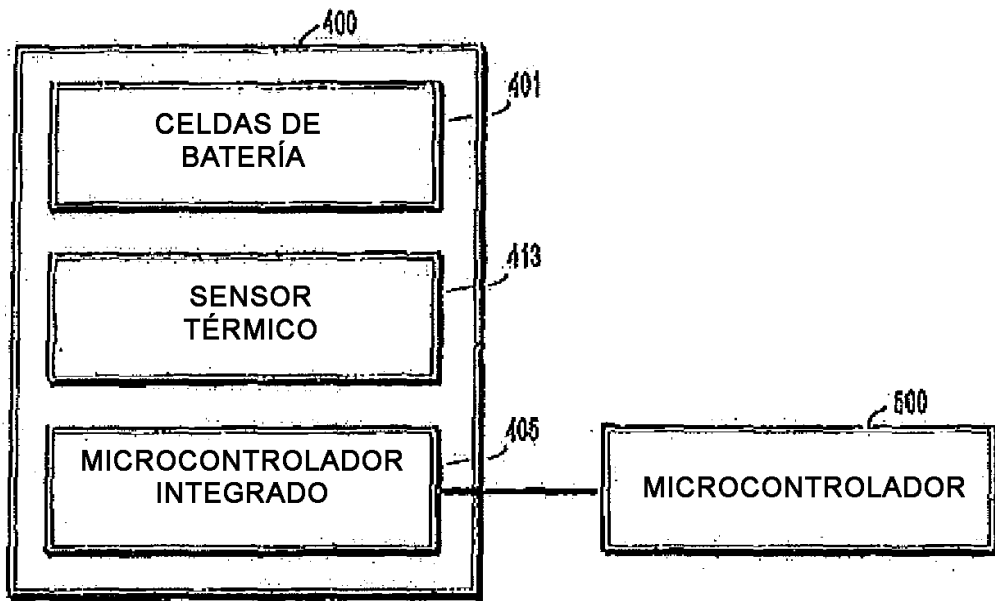


FIG. 13

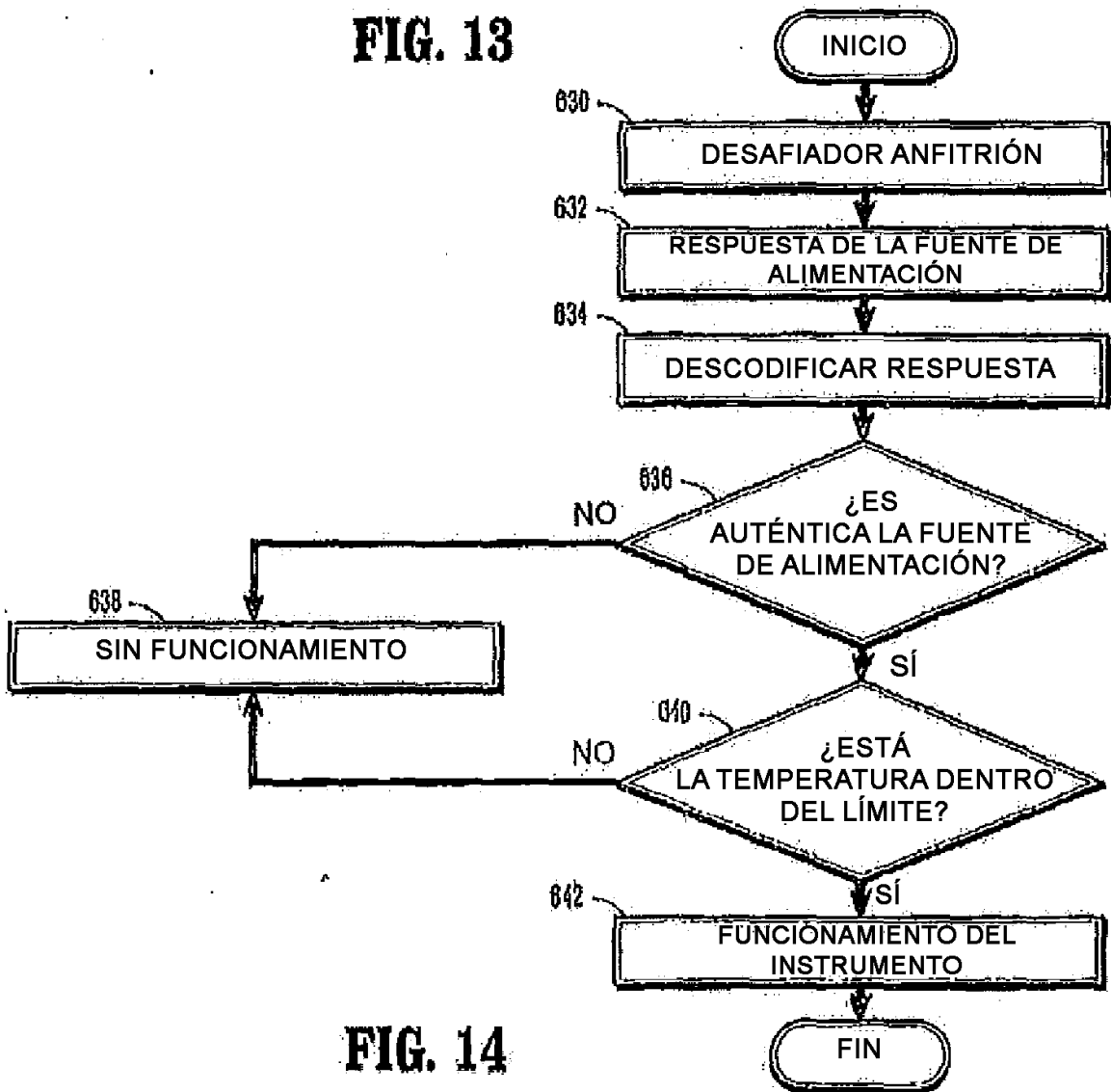
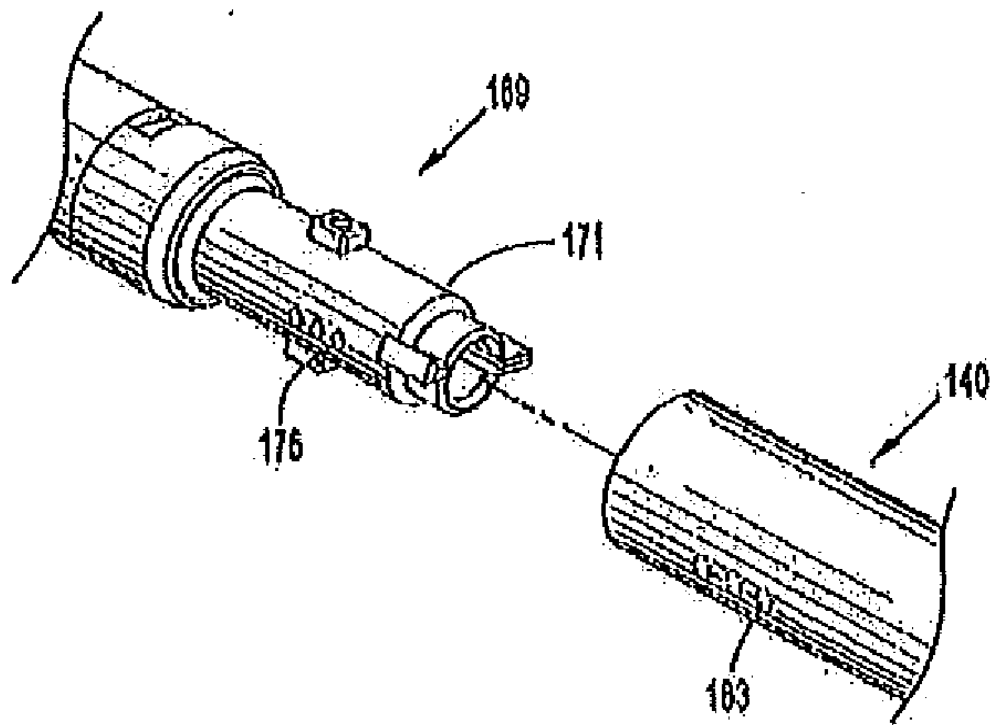
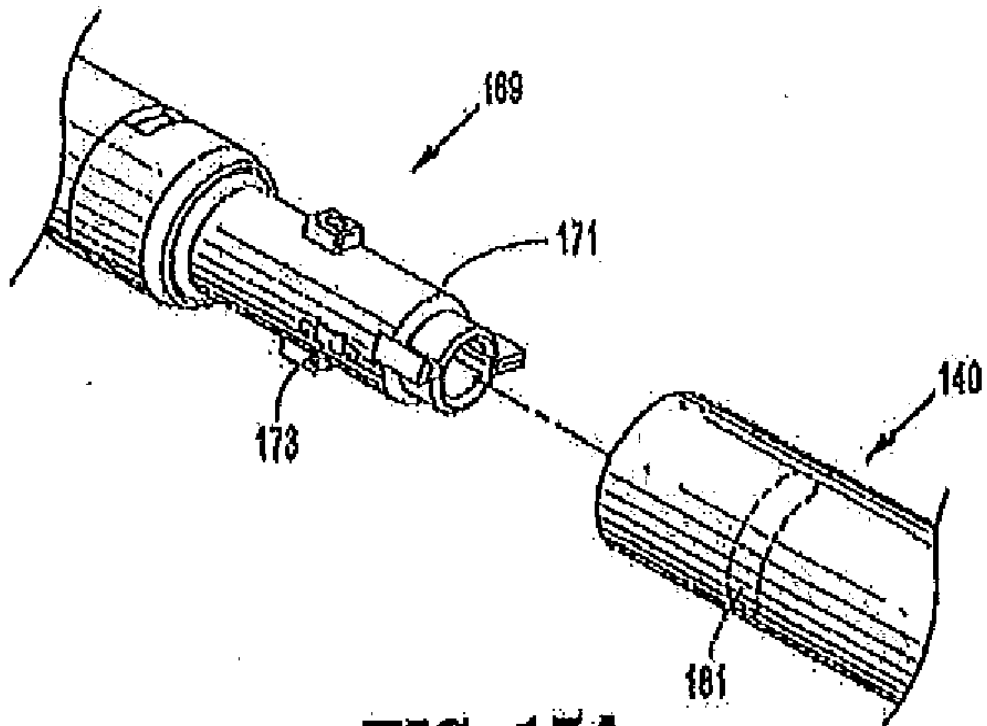


FIG. 14



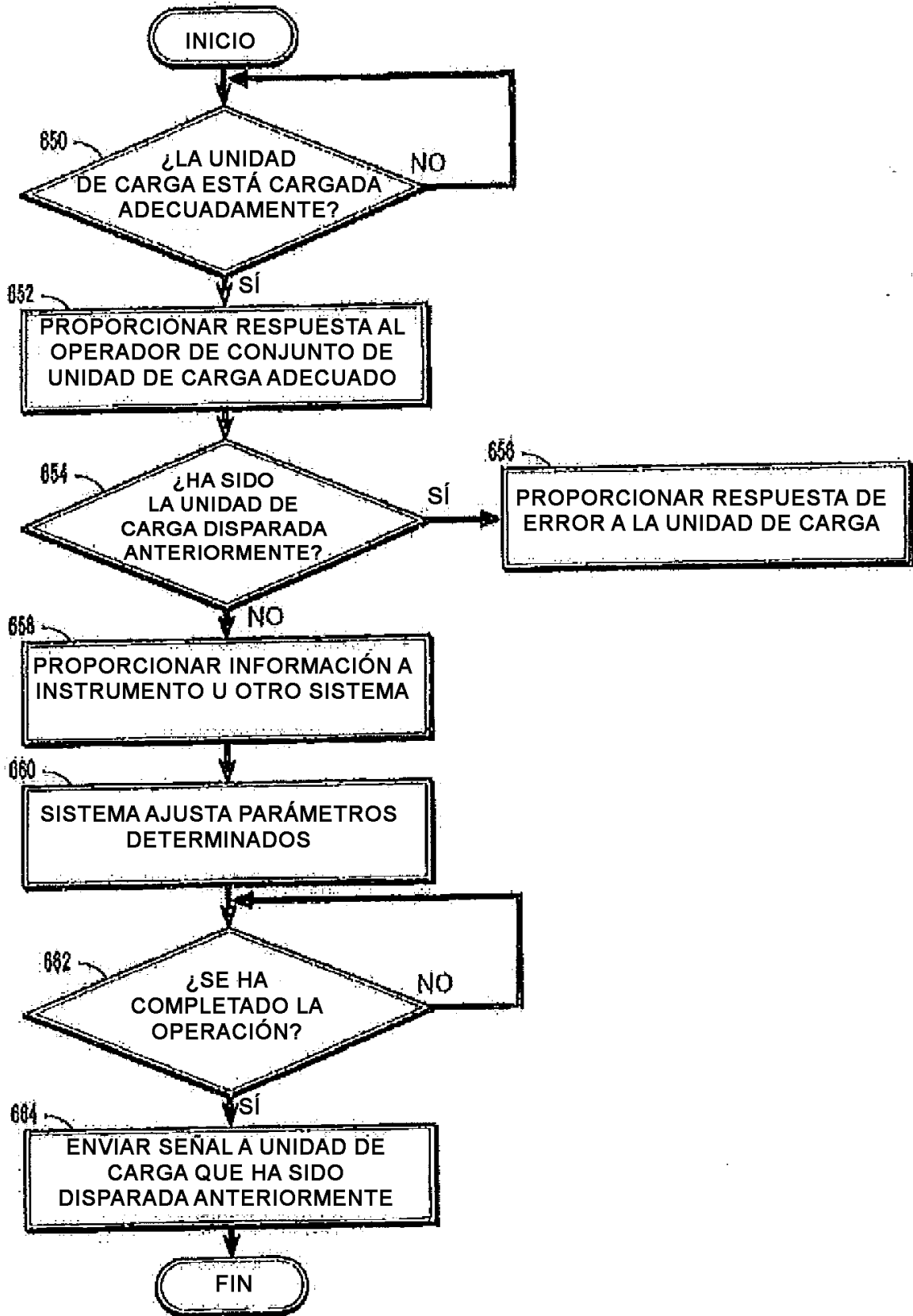


FIG. 16

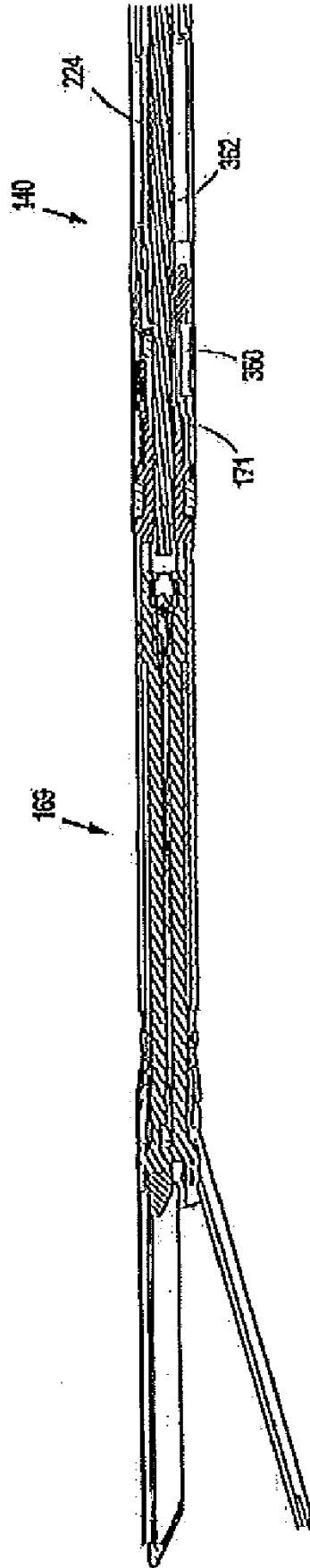


FIG. 18

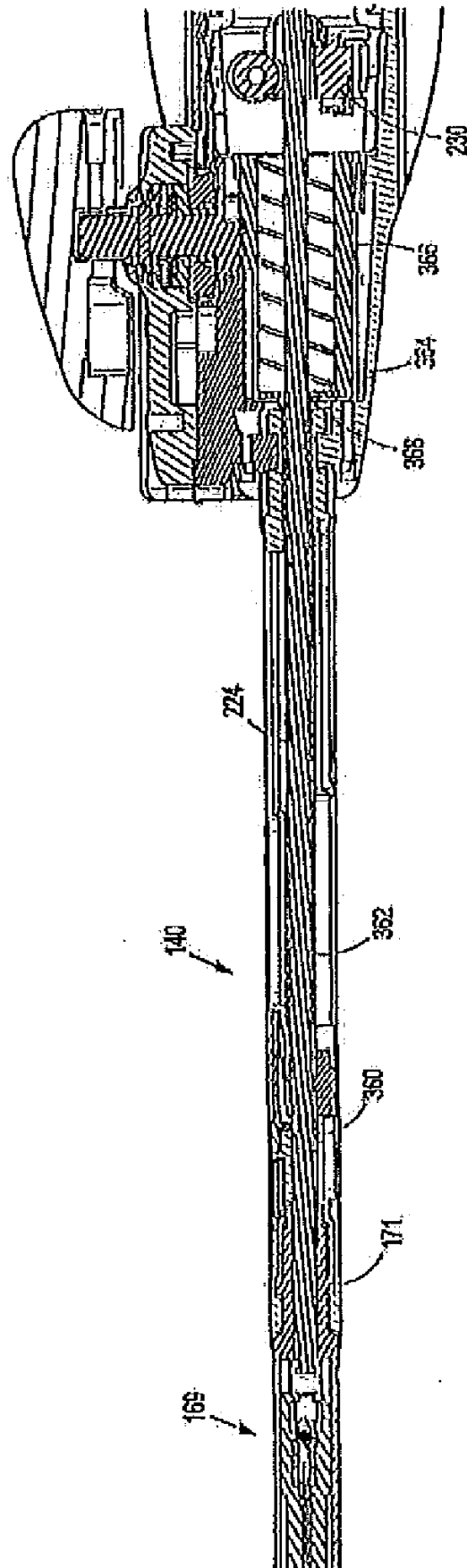


FIG. 19

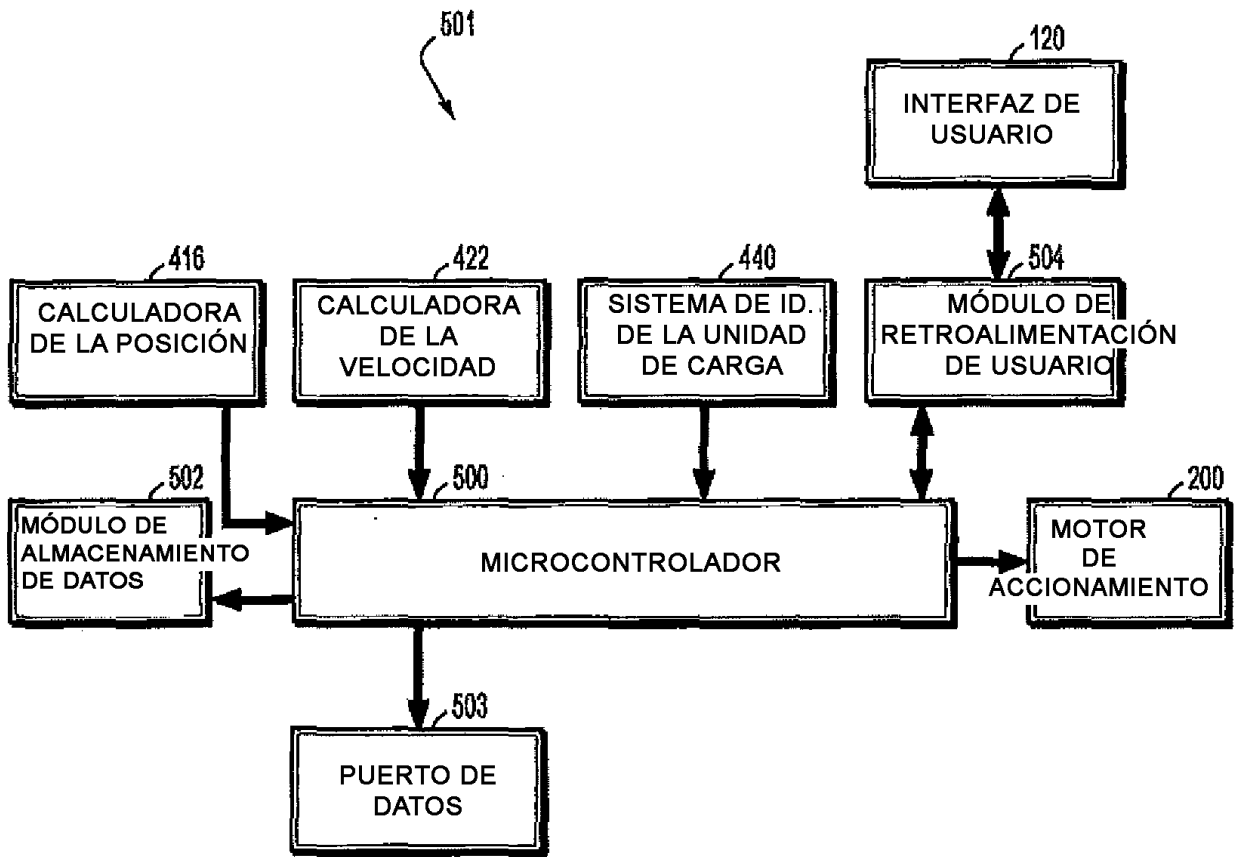


FIG. 20

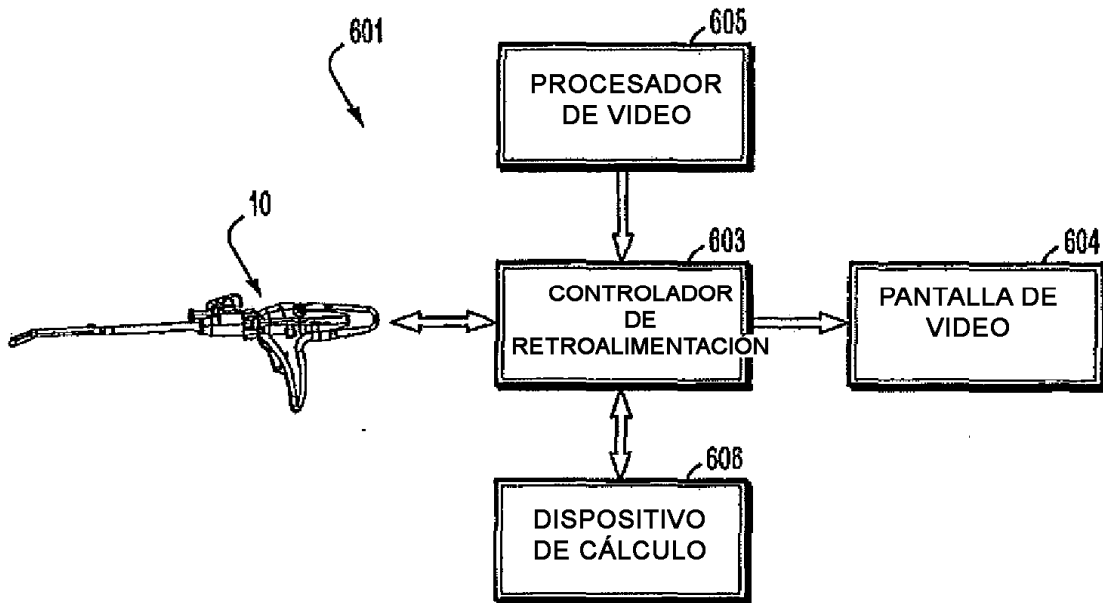


FIG. 21

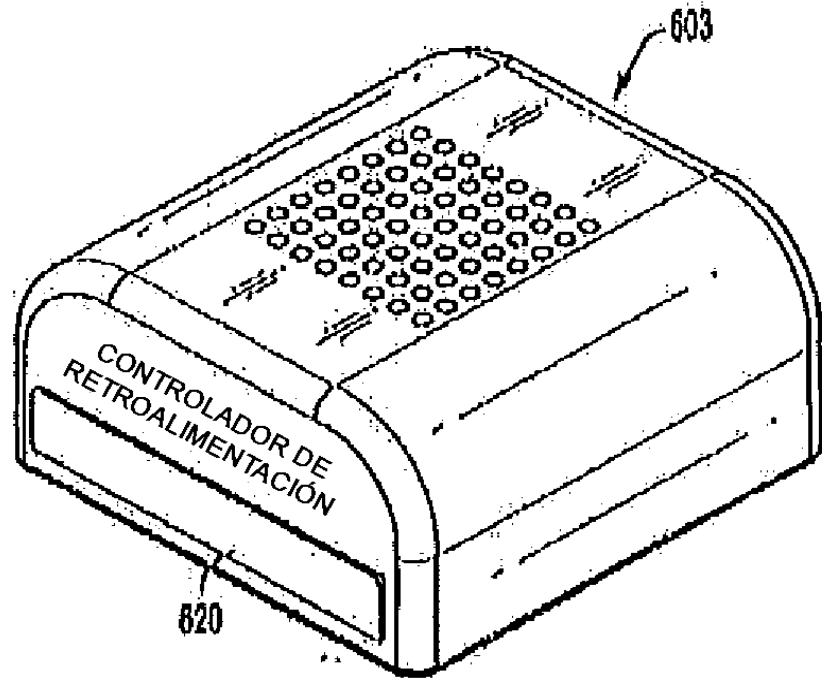


FIG. 22A

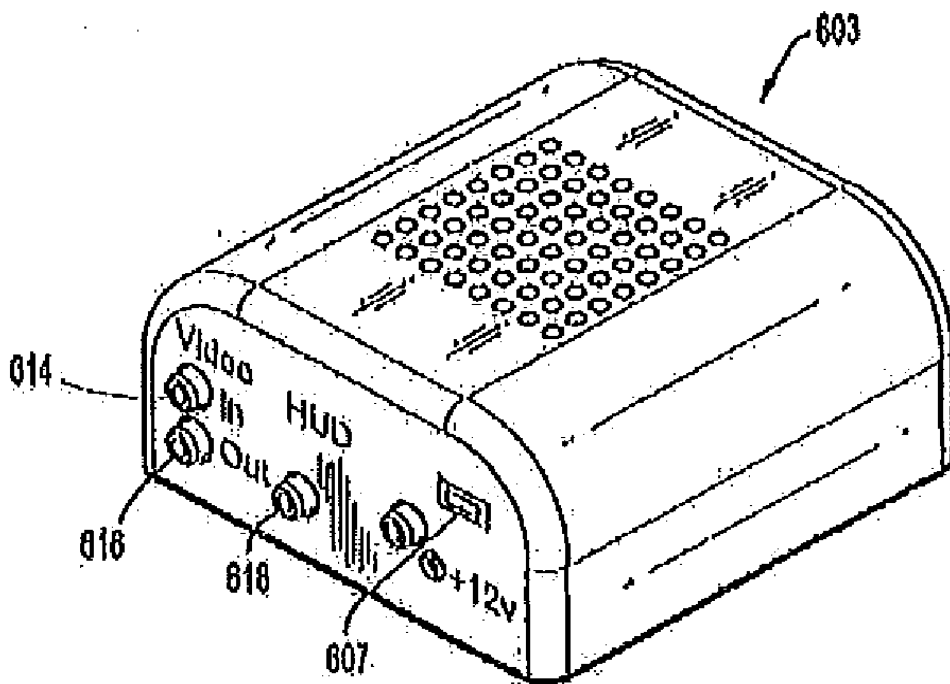


FIG. 22B

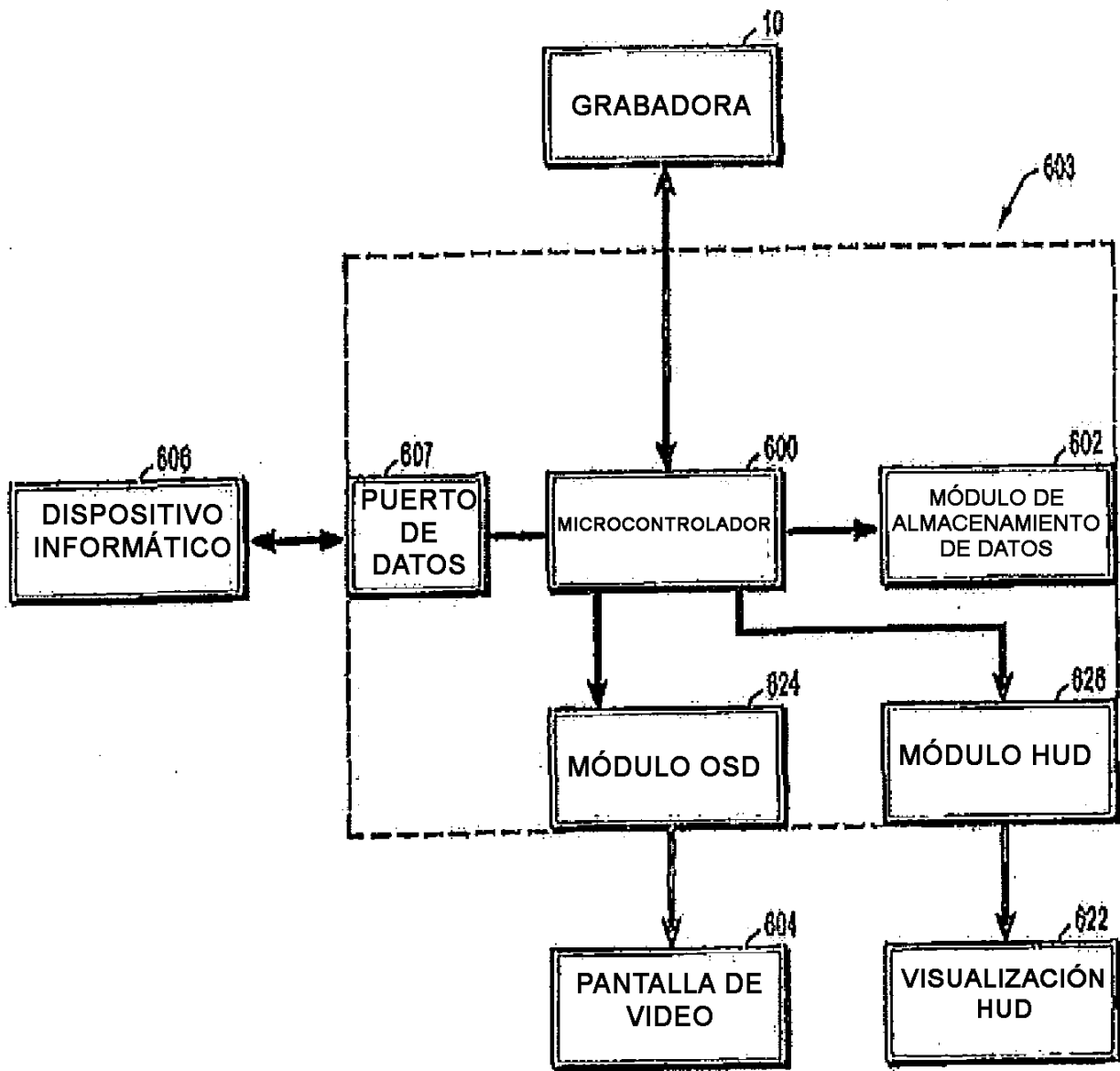


FIG. 23

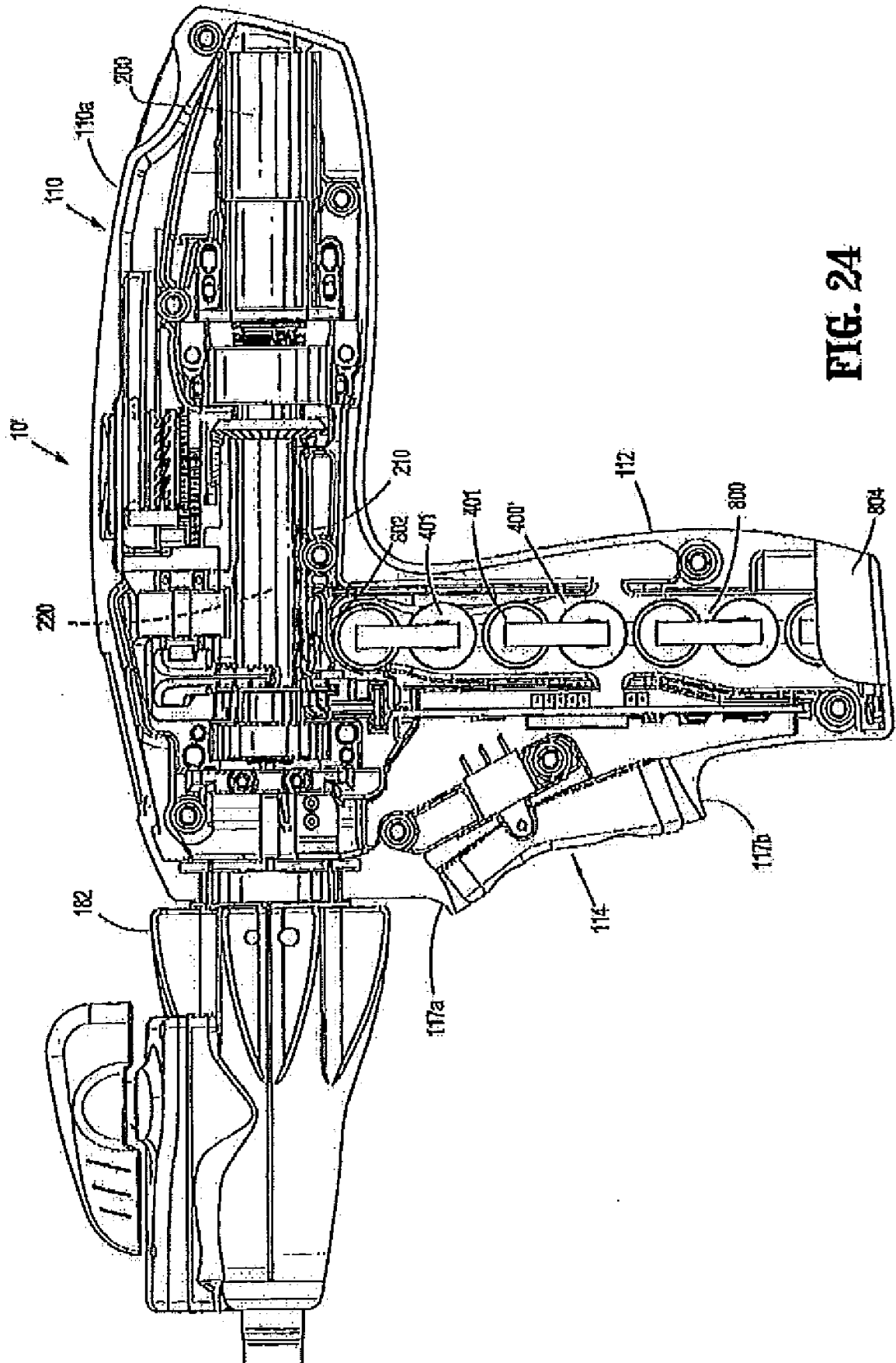


FIG. 24

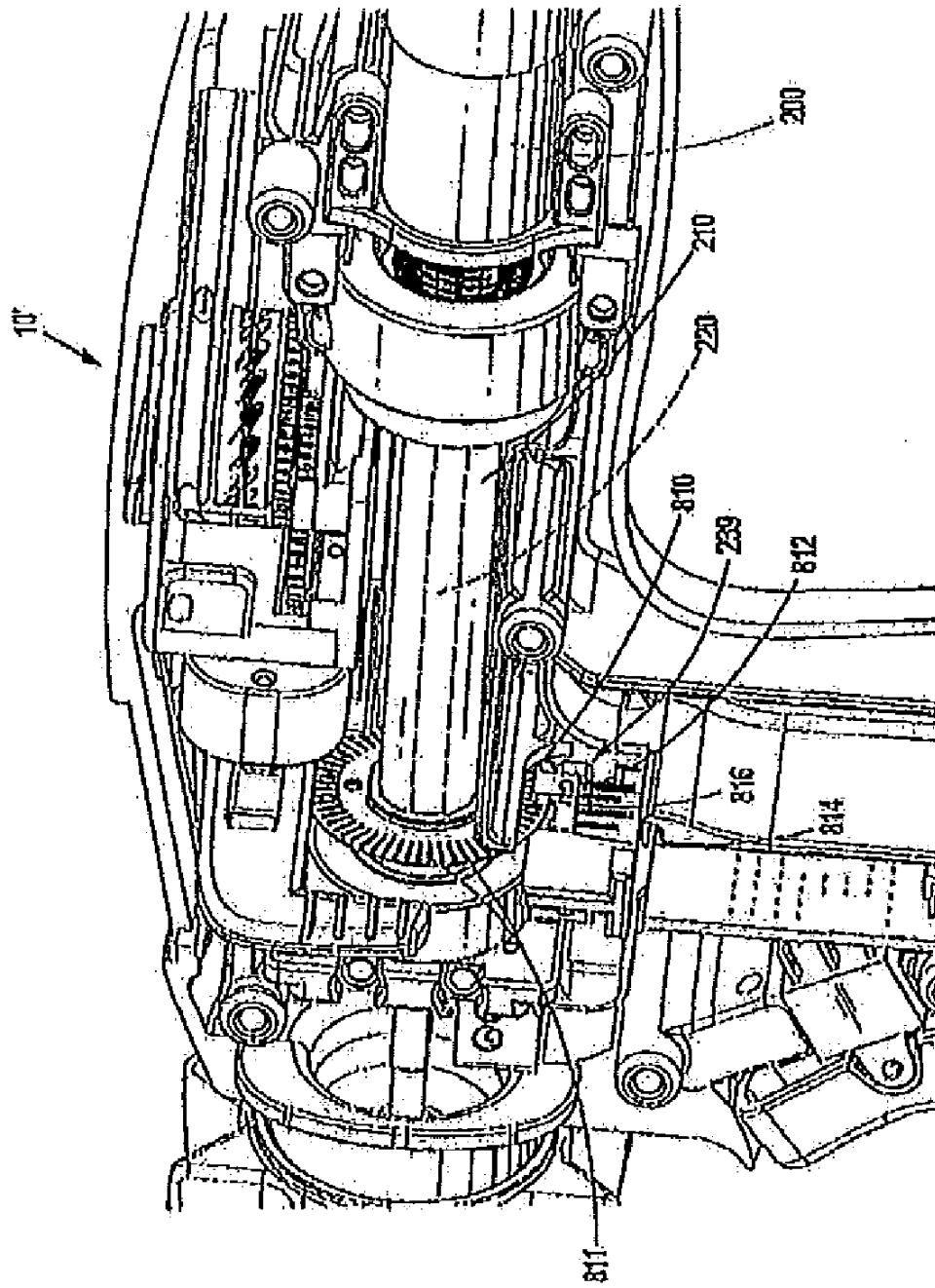


FIG. 25

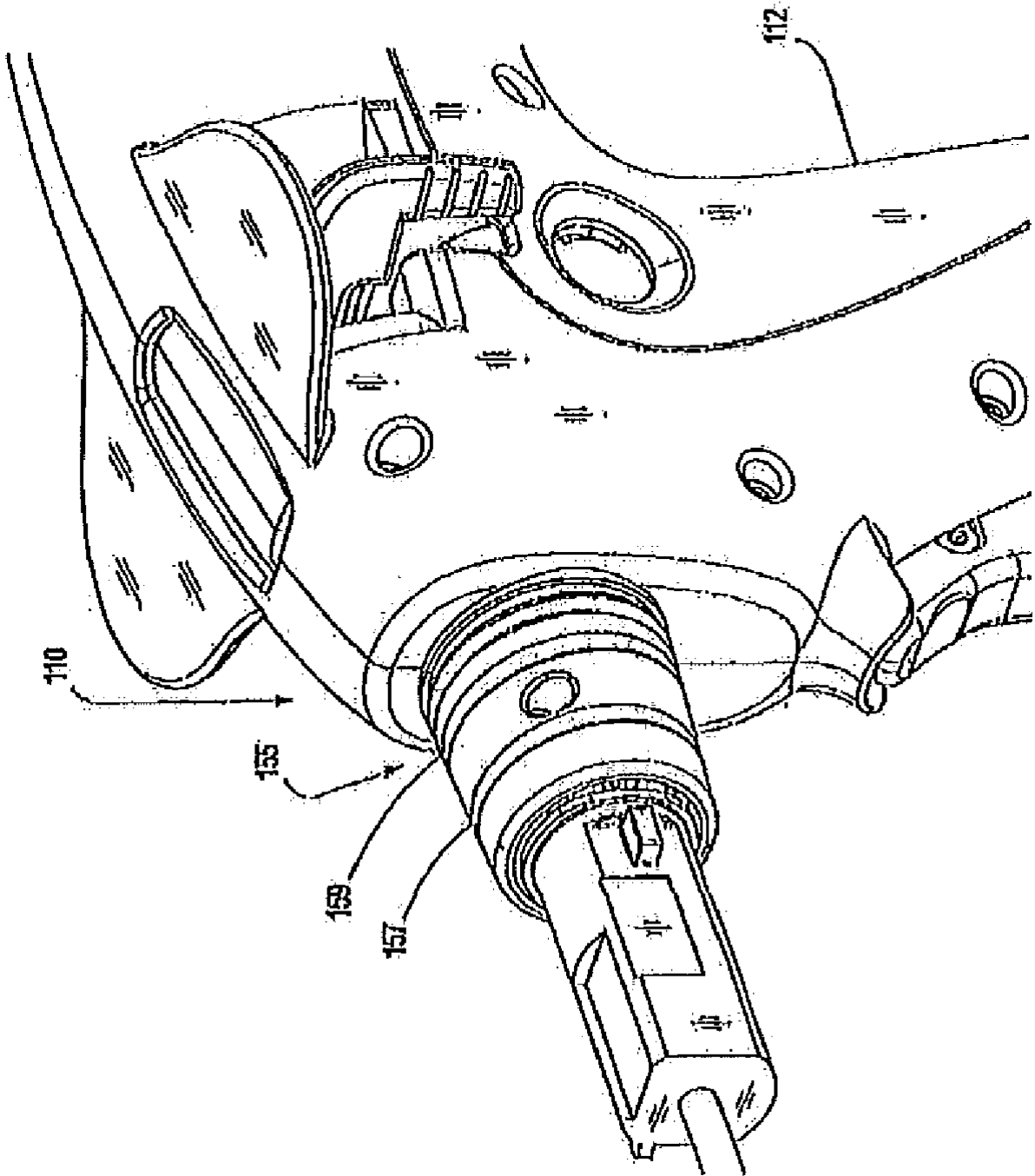


FIG. 26

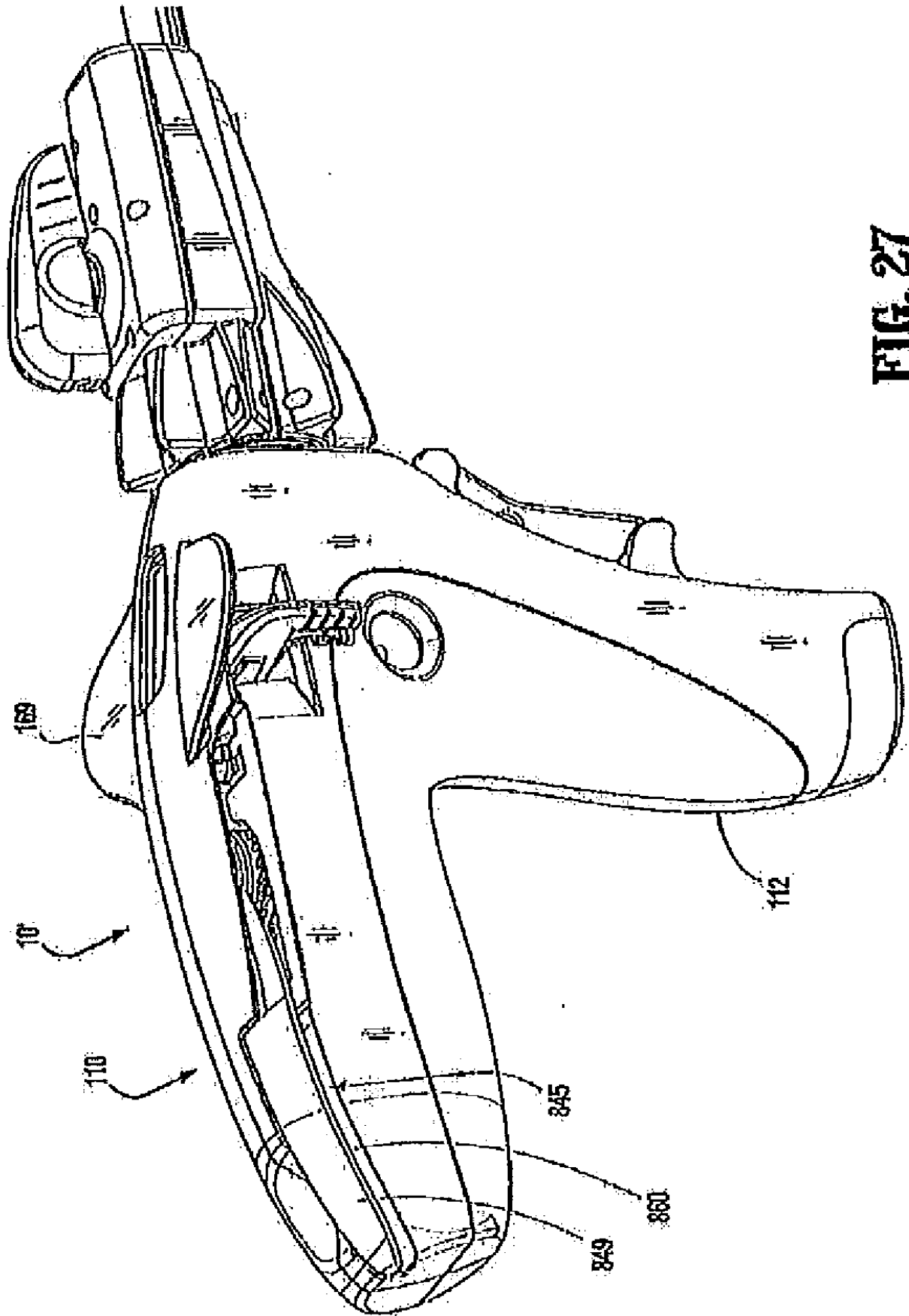


FIG. 27

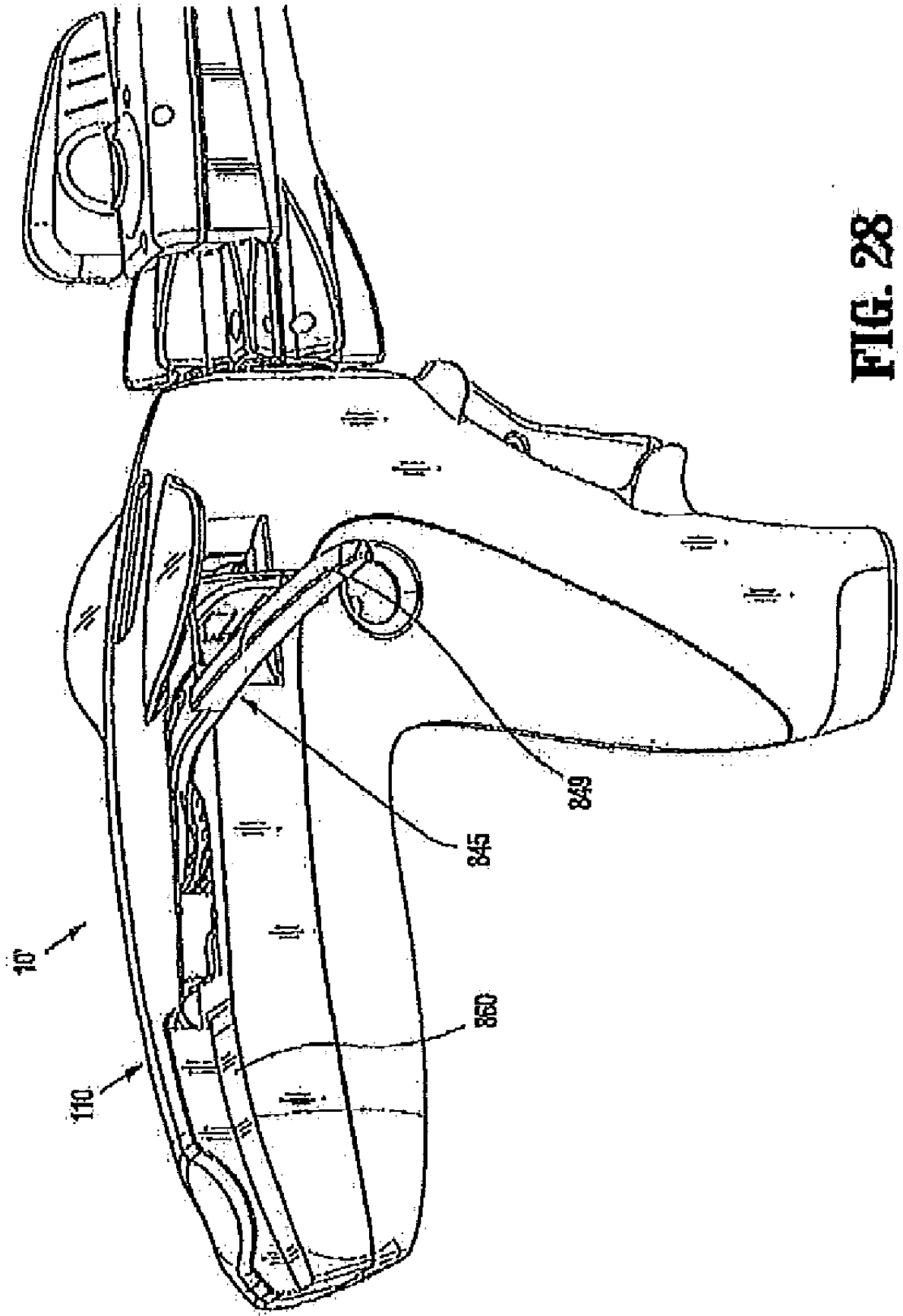


FIG. 28

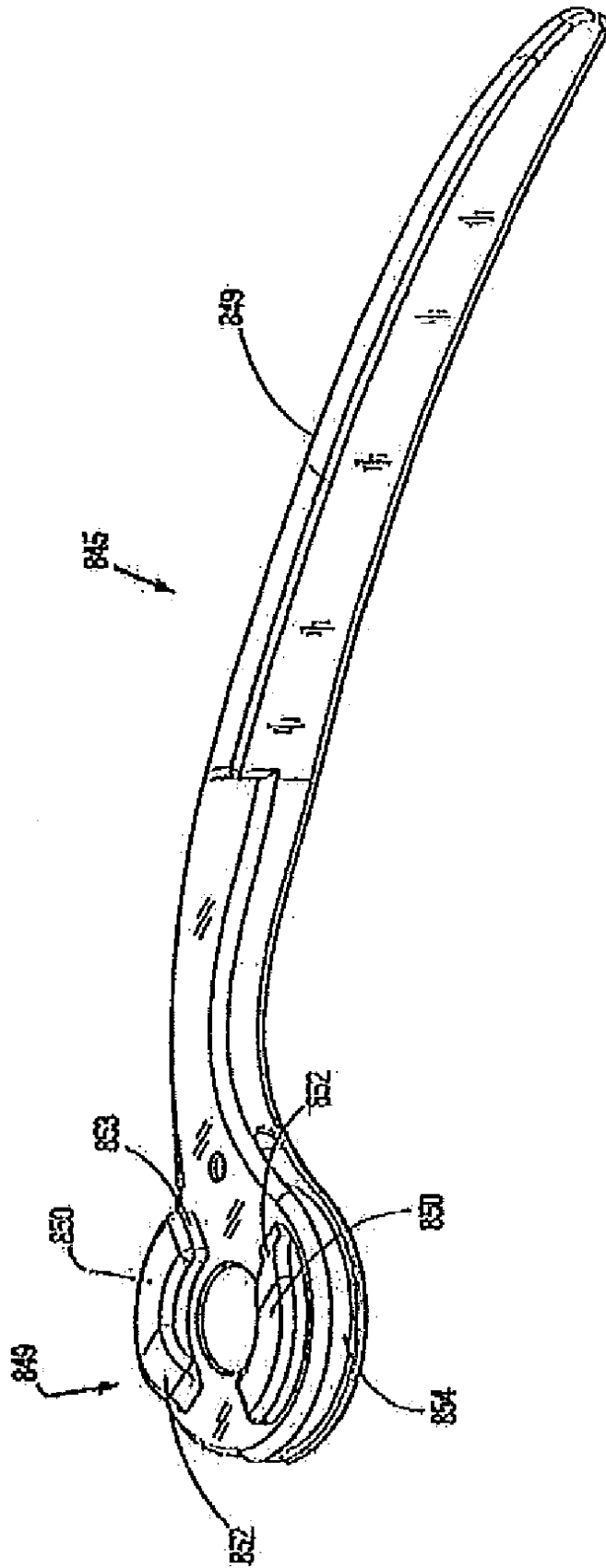


FIG. 29

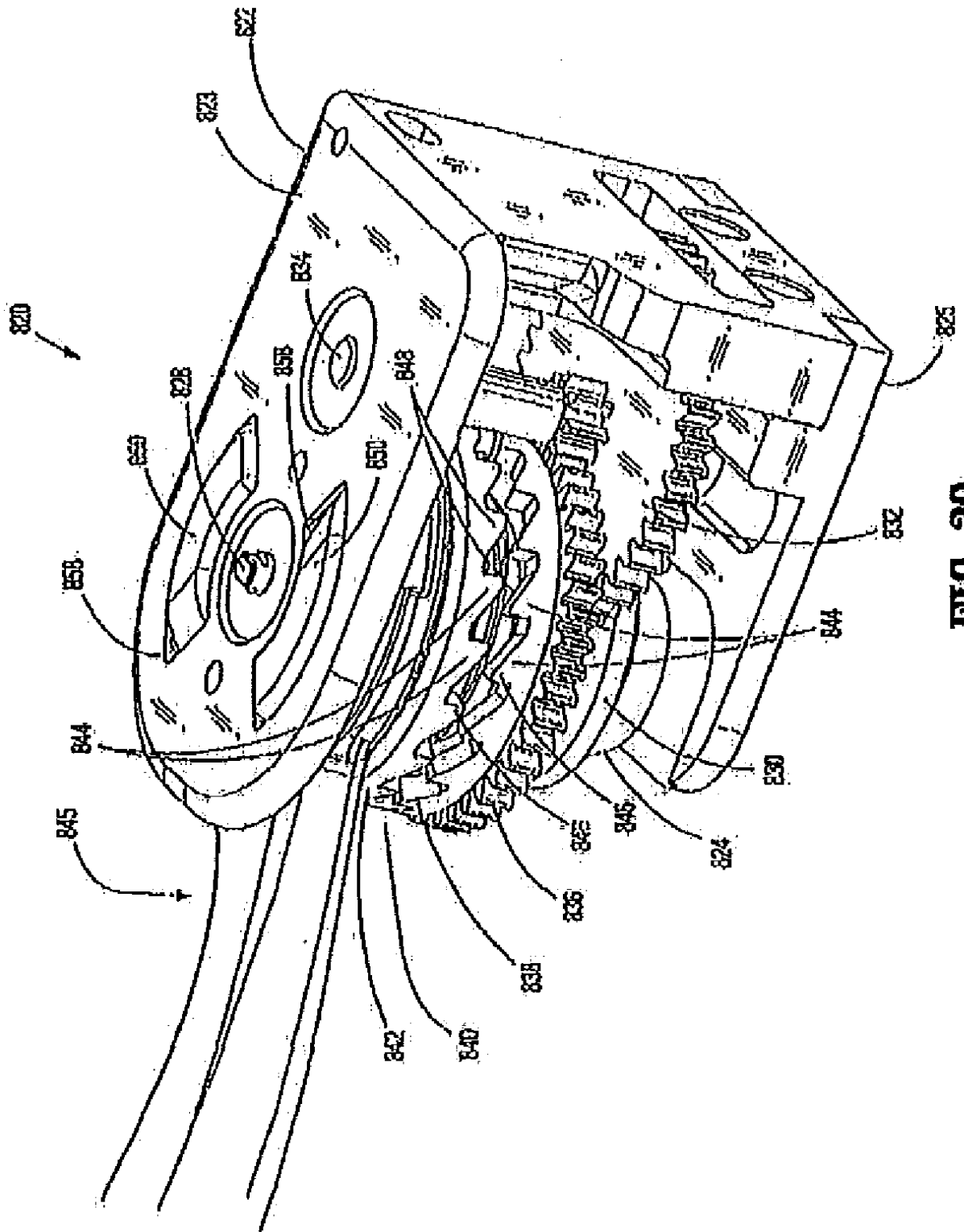


FIG. 30

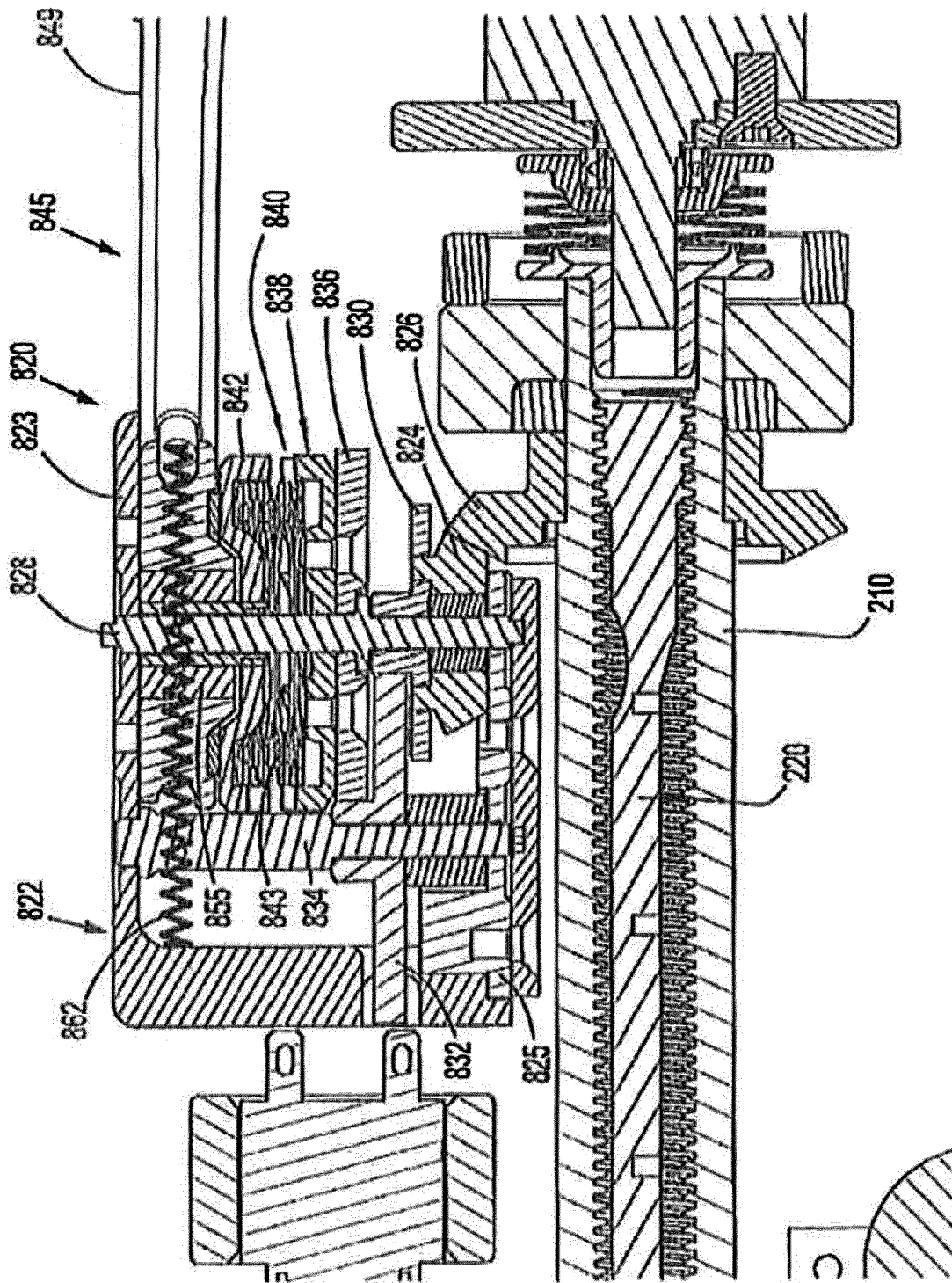


FIG. 31

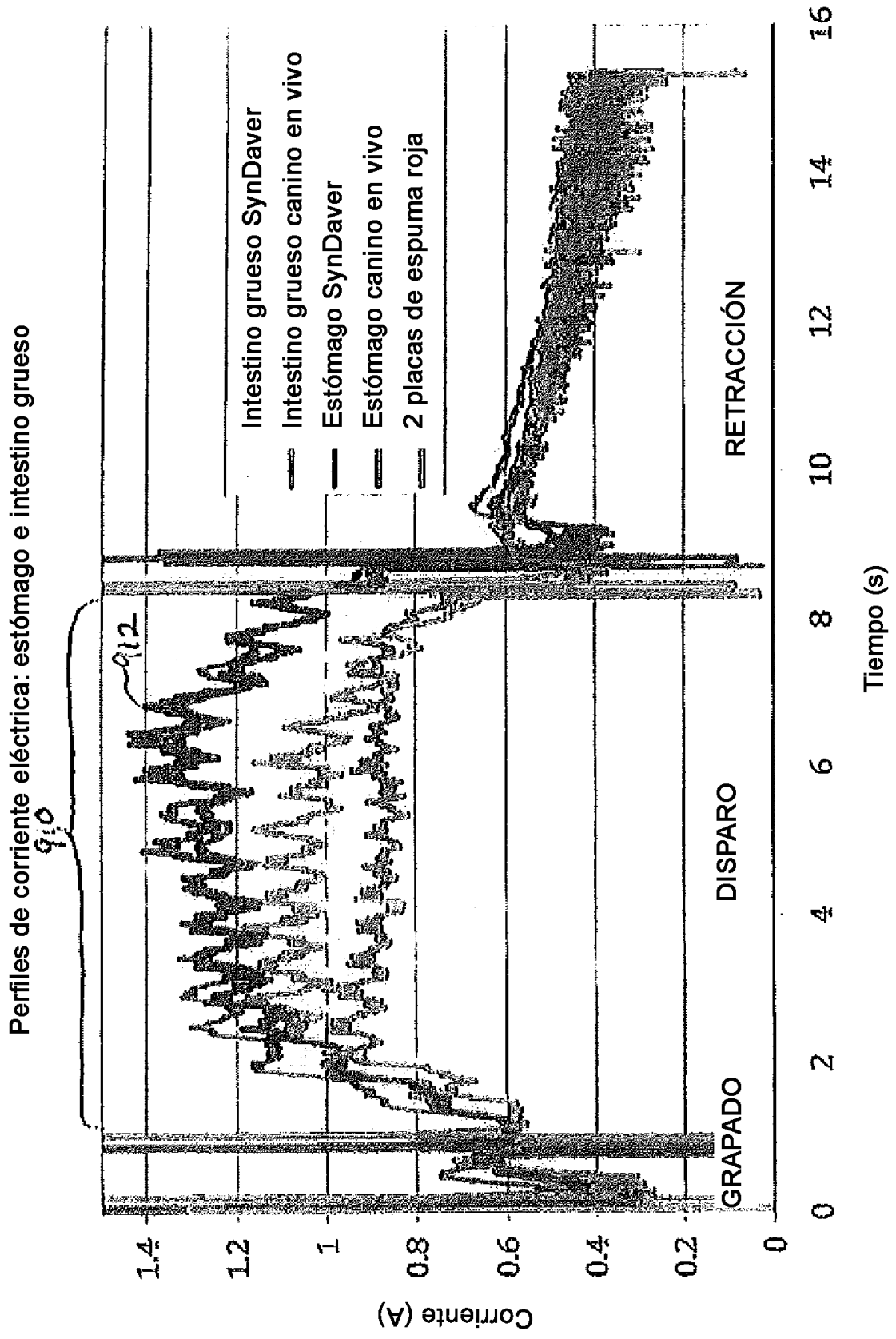


Fig. 33A

Sujeción

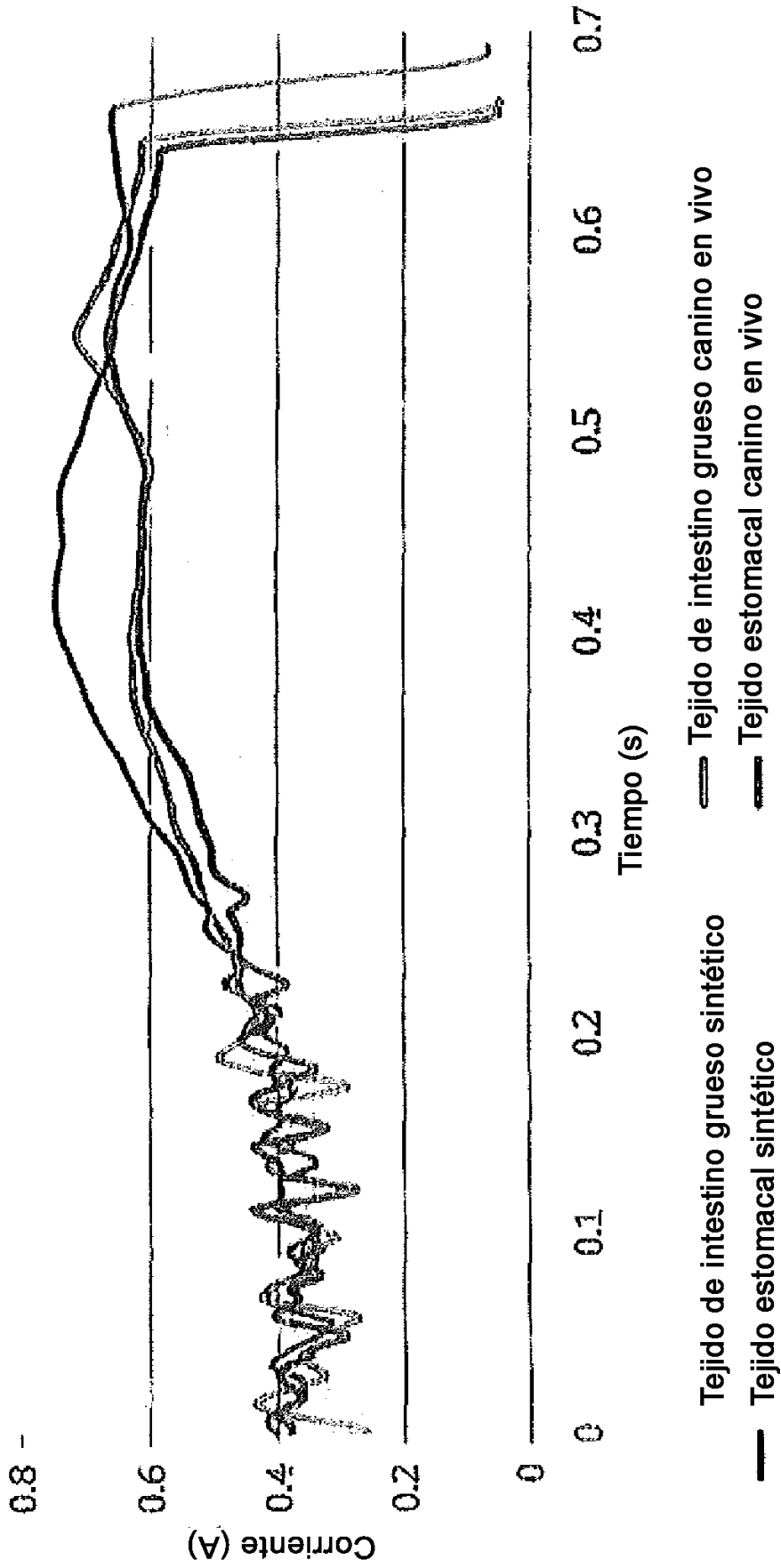


Fig. 33B

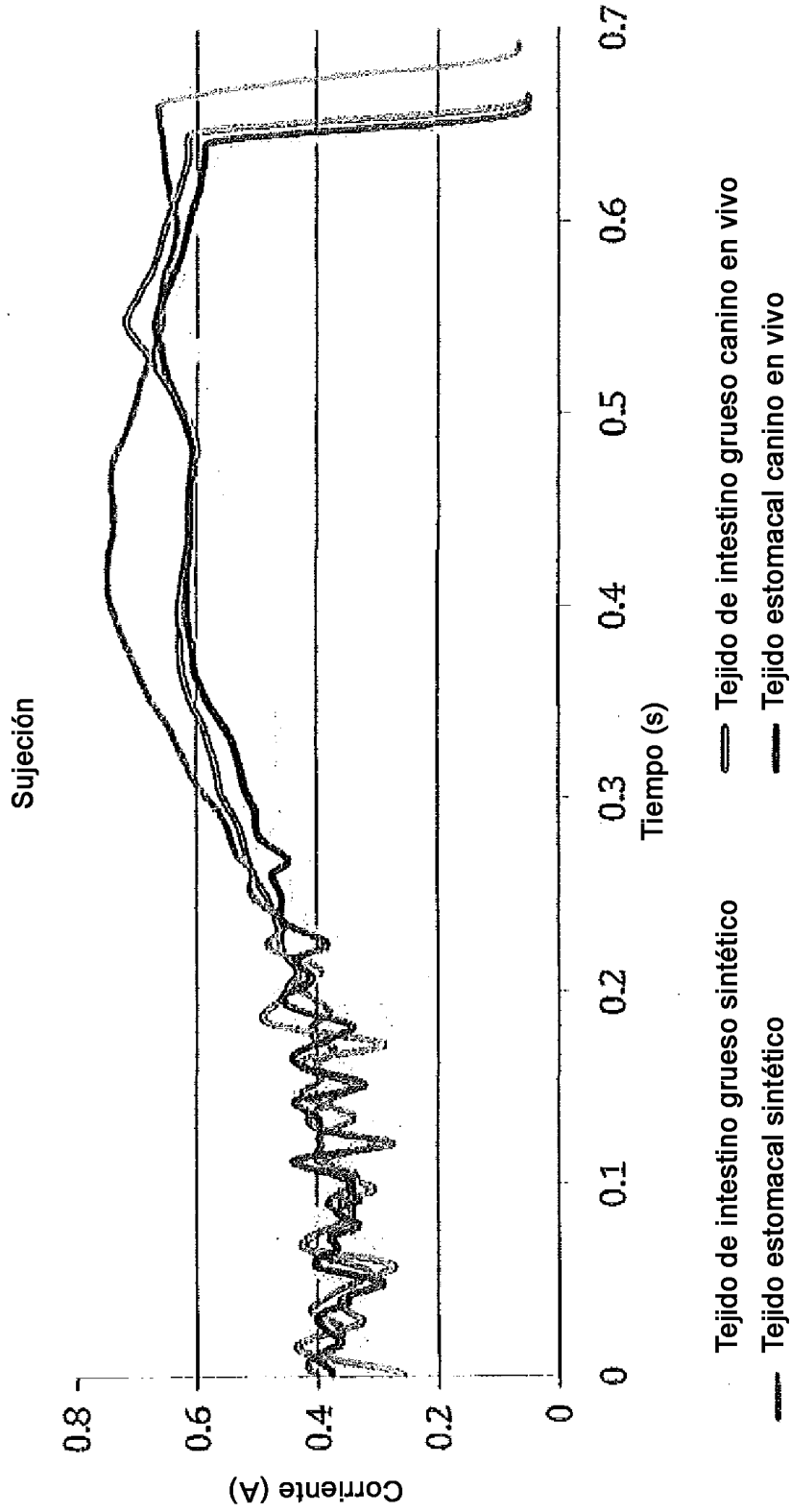


Figura 2. Este gráfico muestra el perfil de corriente eléctrica cuando primero se sujeta y se comprime el medio con el prototipo Powered Genll. Las líneas más oscuras, que representan tejido canino en vivo, se comportan de manera similar debido a la viscoelasticidad del tejido dado que éste comprime gradualmente una grapadora lineal. Para comprimir el tejido estomacal sintético se adquirió una cantidad de fuerza mayor que para el tejido de intestino grueso sintético, debido al grosor y la densidad del medio. (Tejido sintético - tejido estomacal SynDaver Rev A y tejido de intestino grueso SynDaver Rev E).

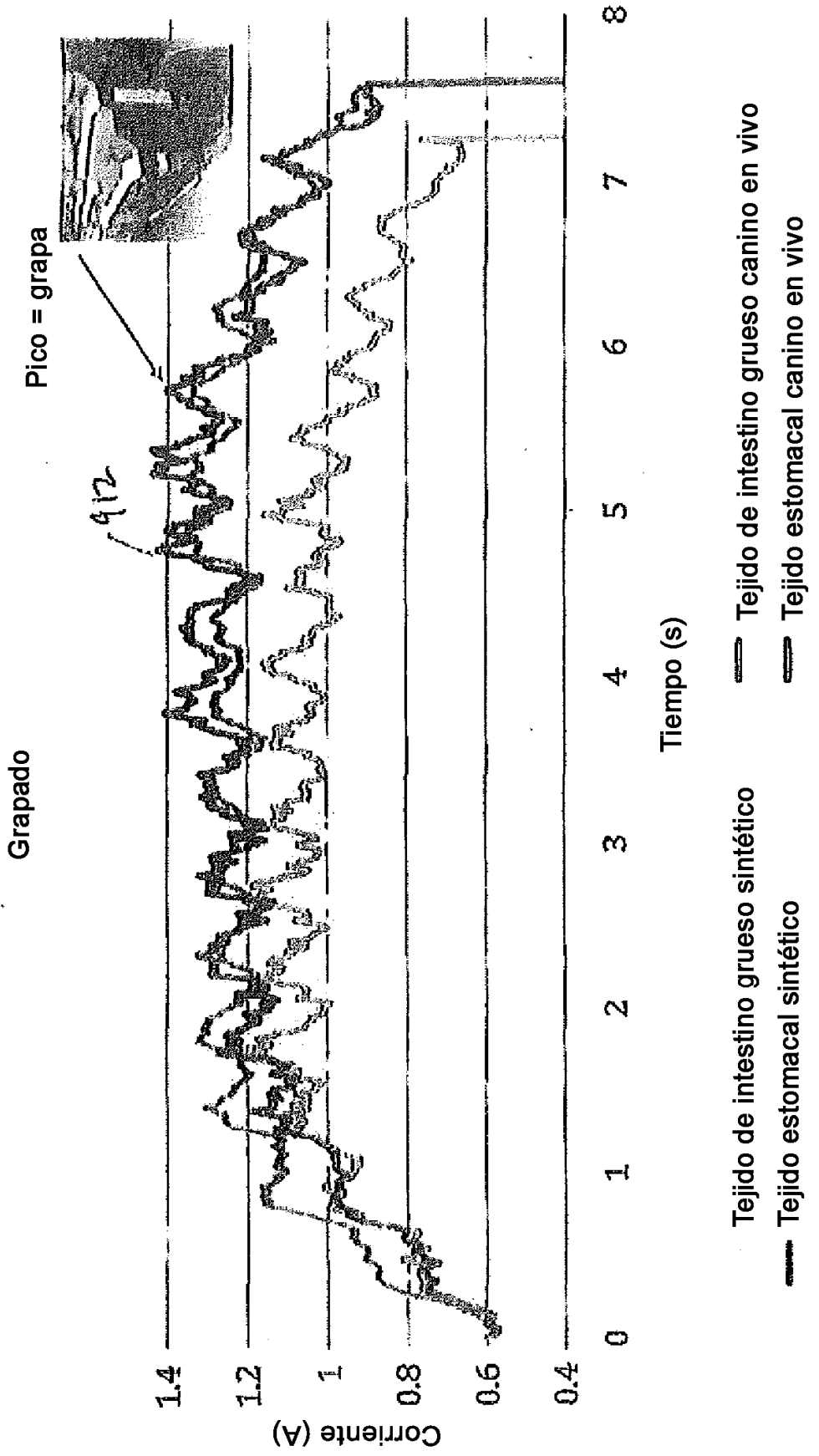


Fig. 33C

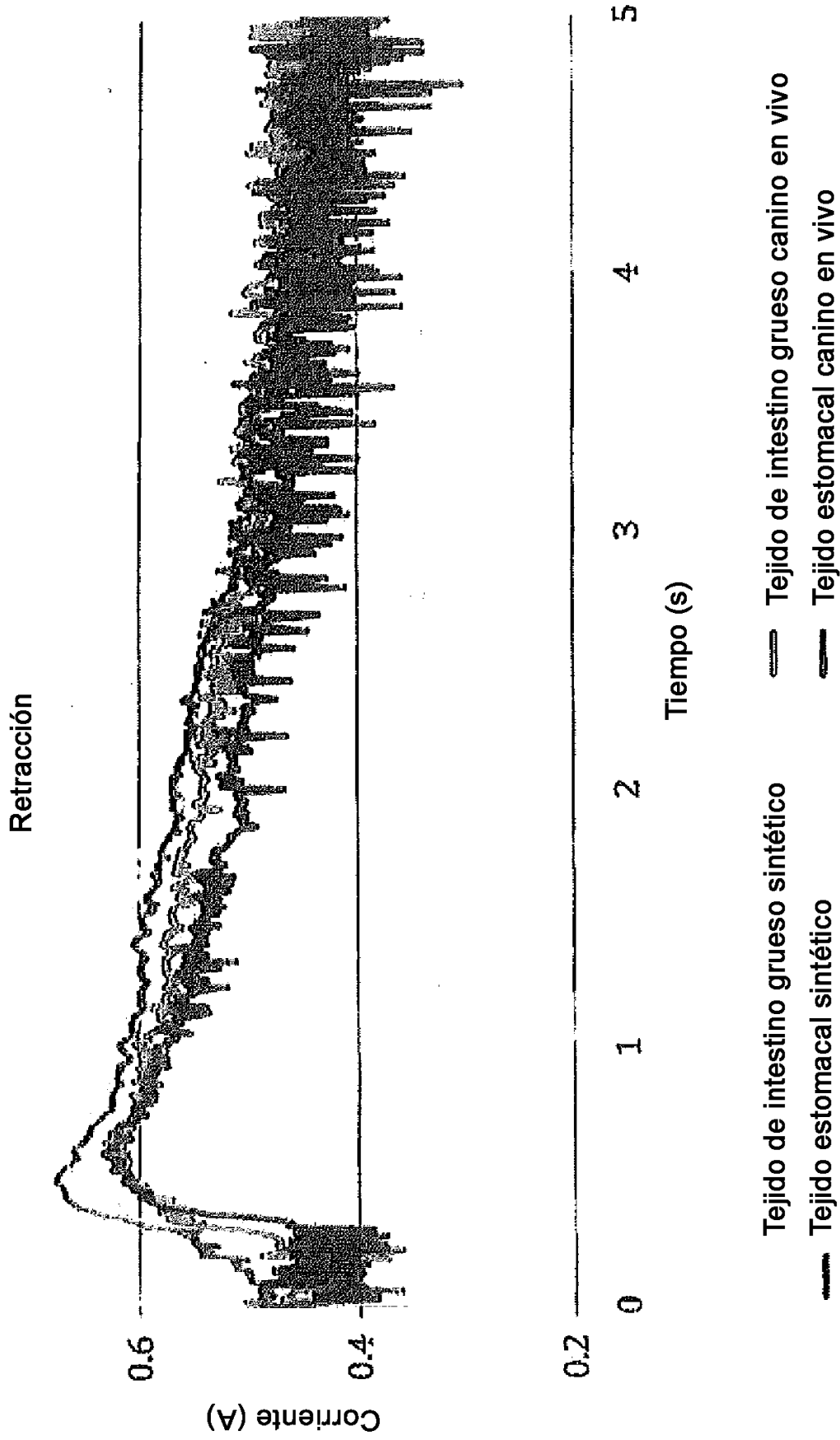


Fig. 33D

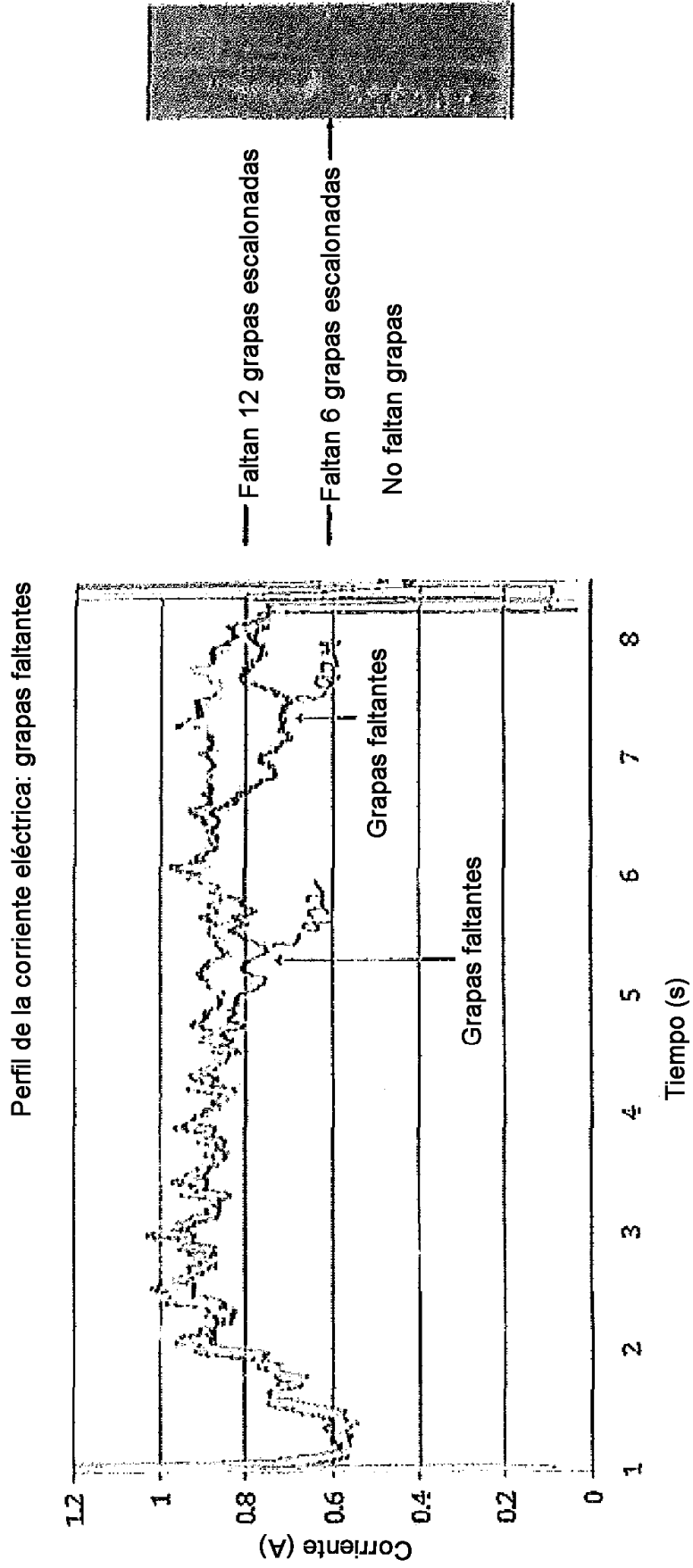


Fig. 33E

Perfil de la corriente eléctrica: estómagos

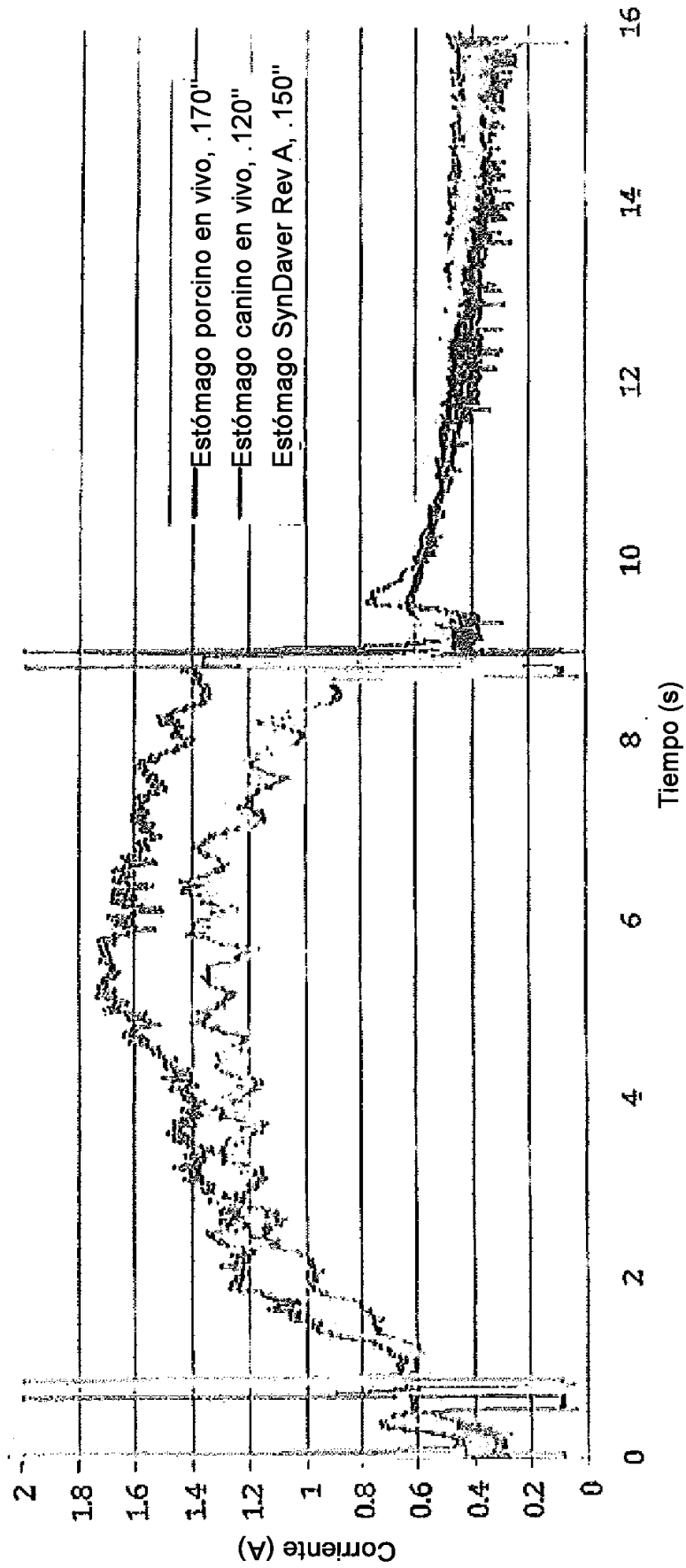


Fig. 33F

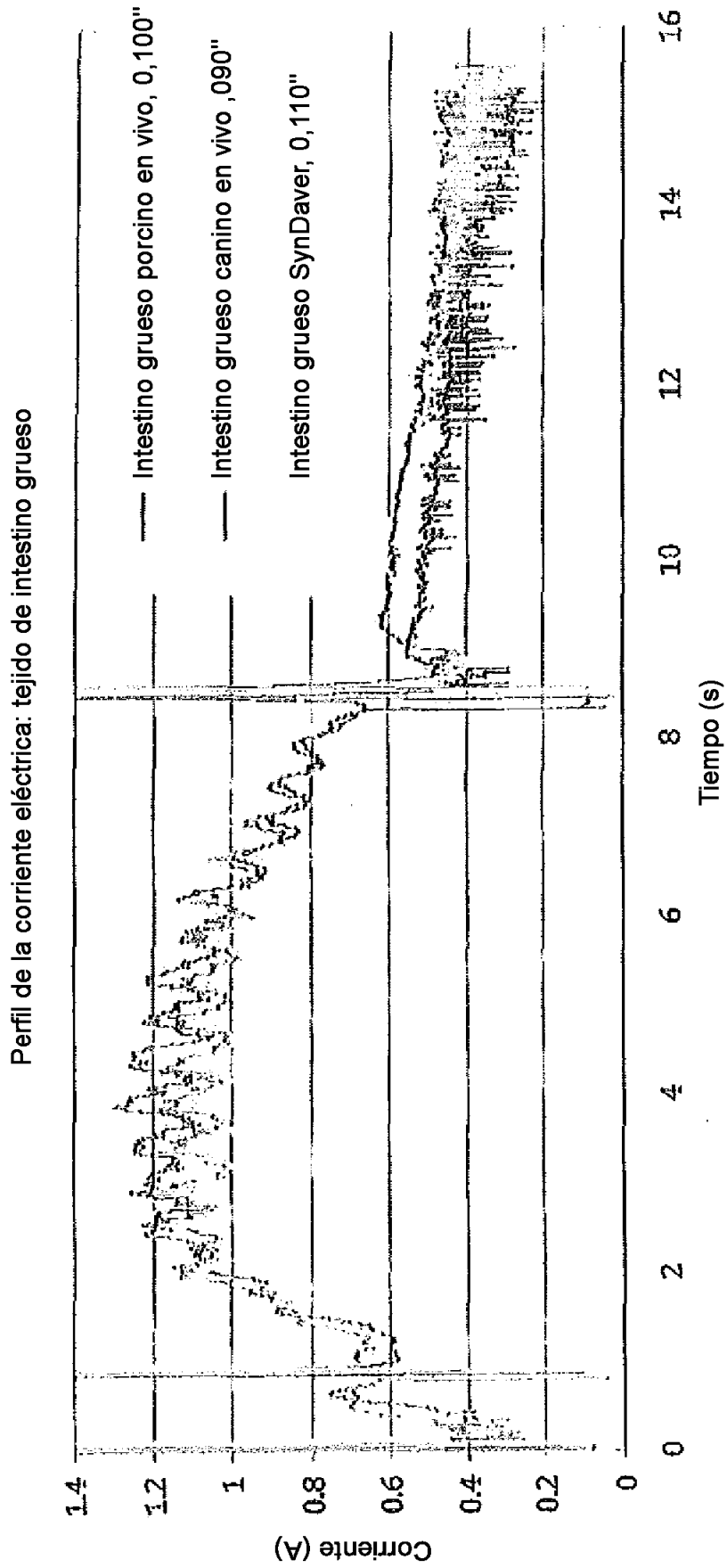


Fig. 33G

Perfil de la corriente eléctrica: revisiones de tejido de intestino grueso SynDaver

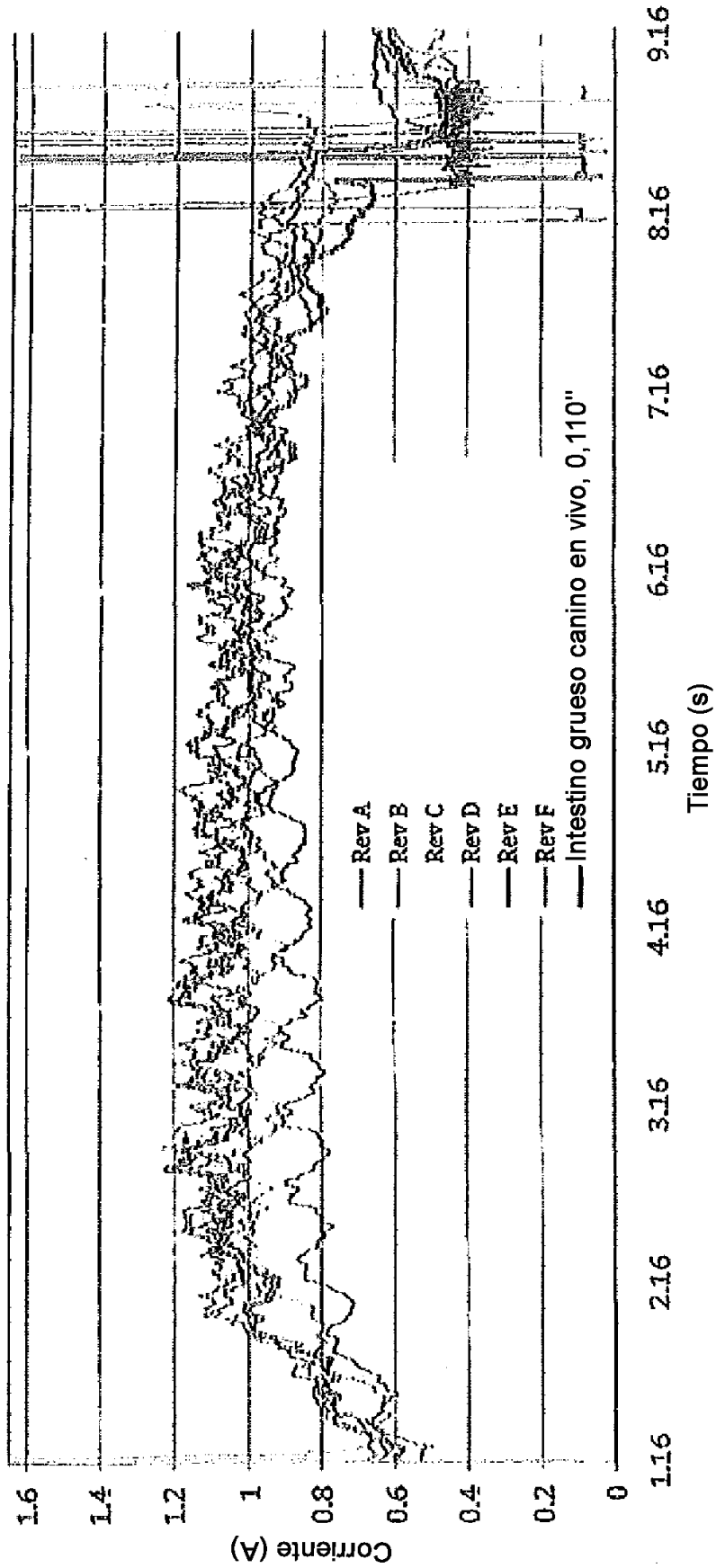


Fig. 33H

Perfiles de la corriente eléctrica: capas de espuma roja

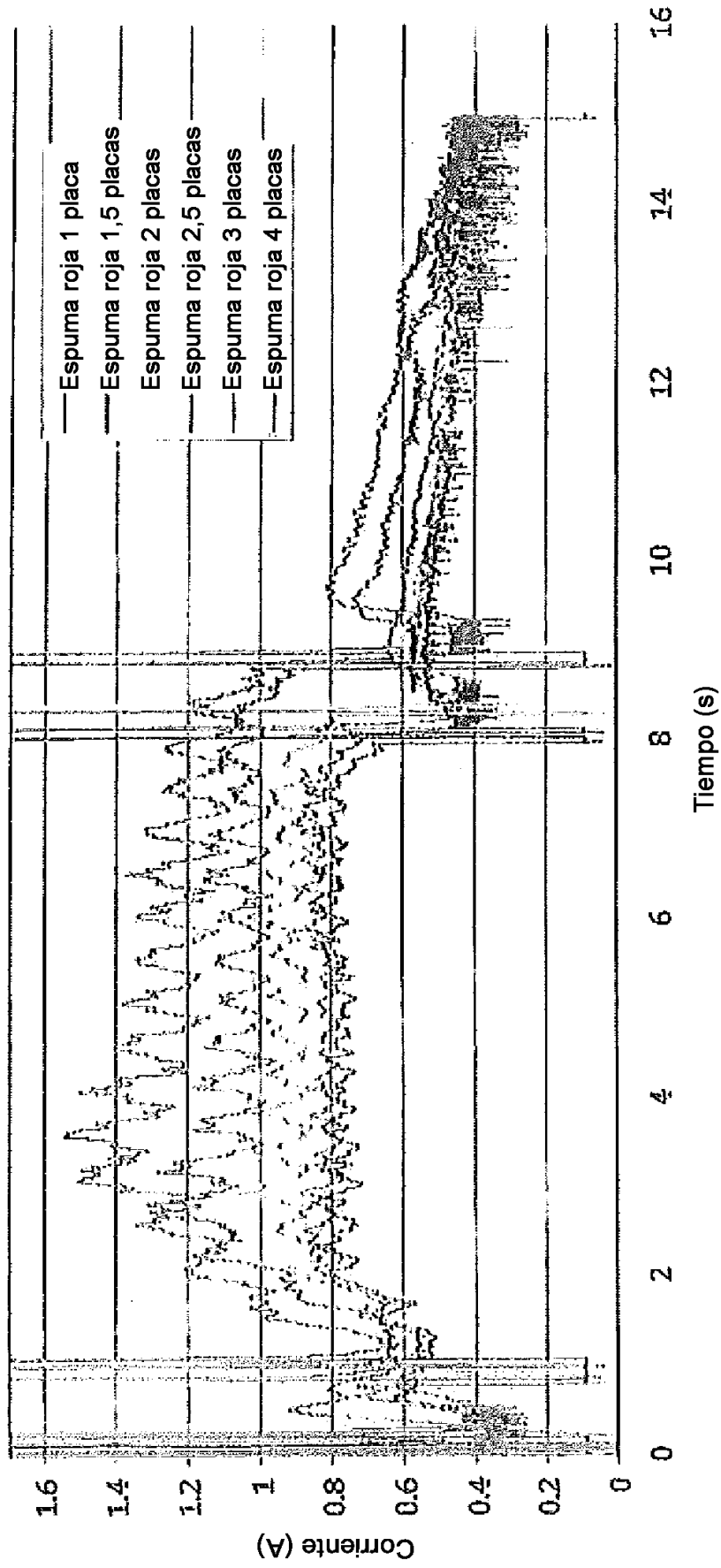


Fig. 33I

Corriente eléctrica: espuma roja y tejido canino en vivo

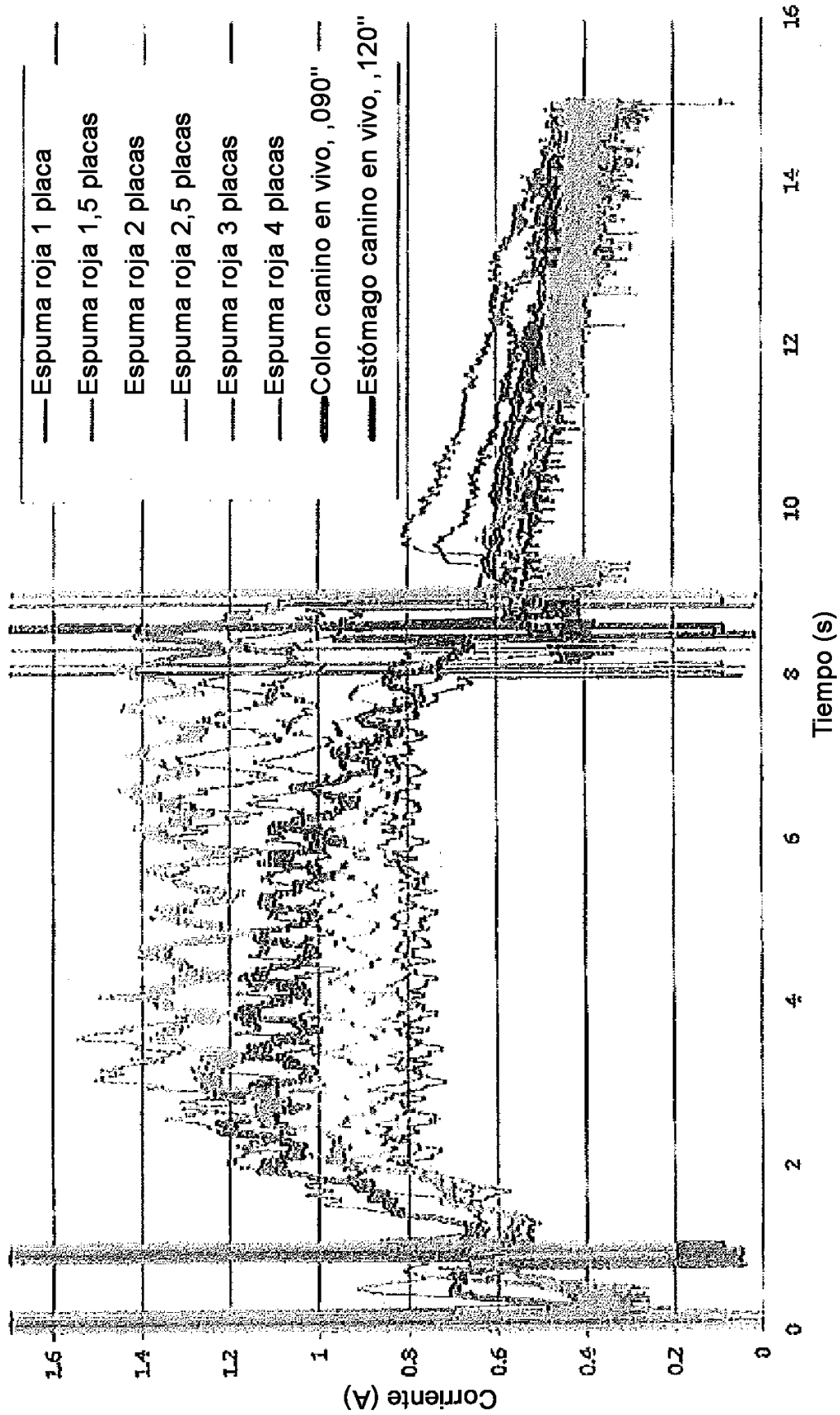


Fig. 33J

Perfil de corriente eléctrica: tejidos análogos

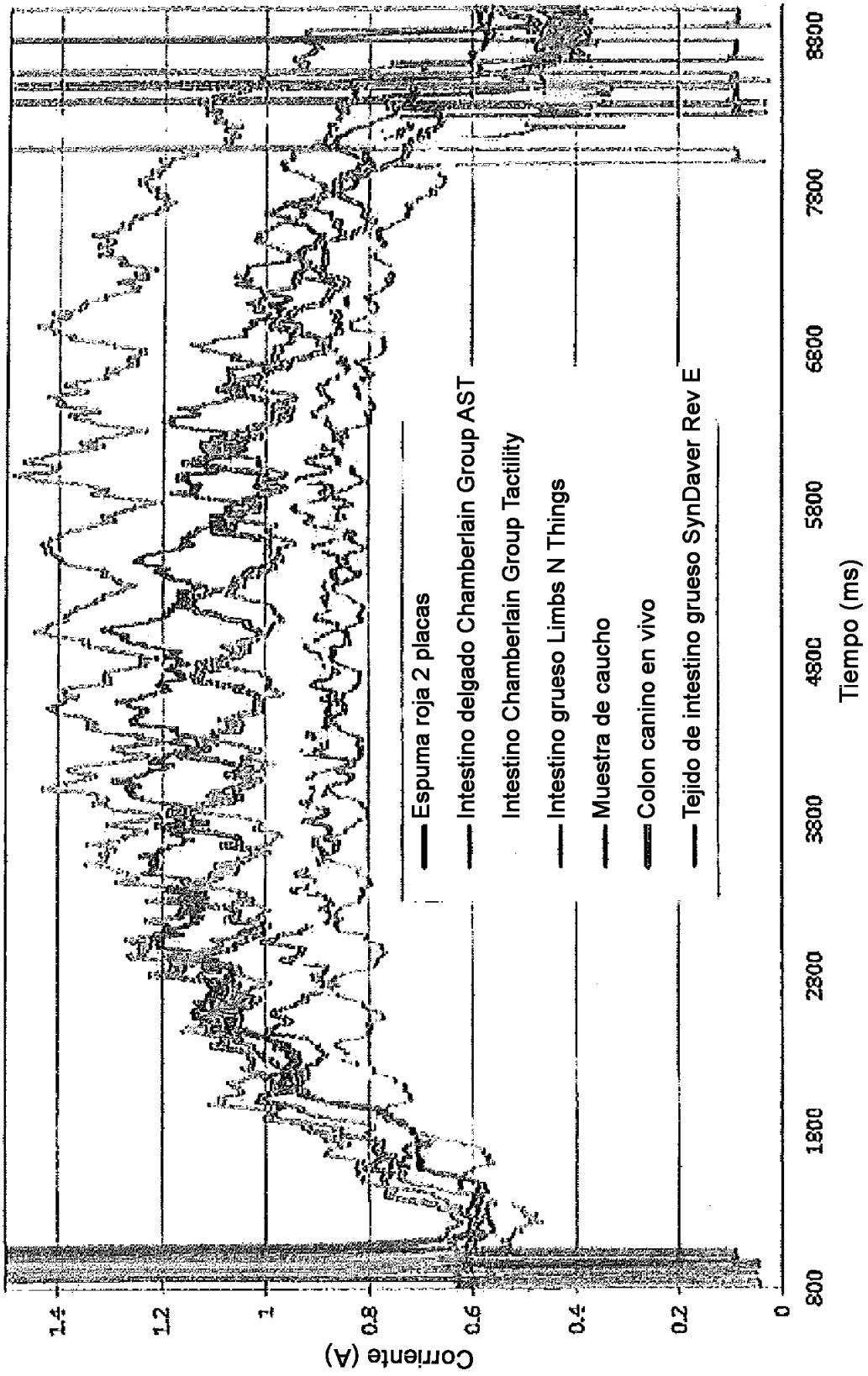


Fig. 33K

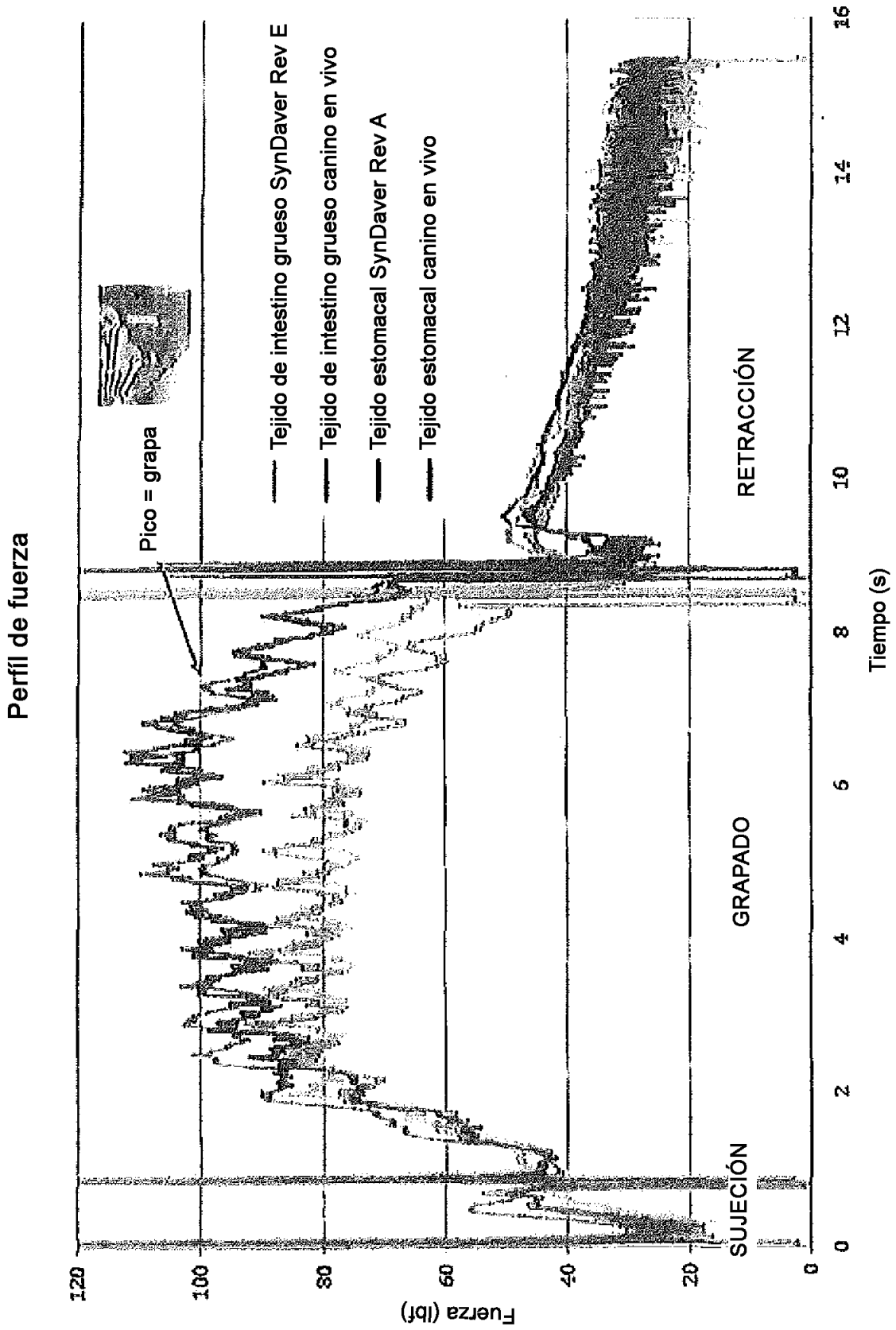


Fig. 33L

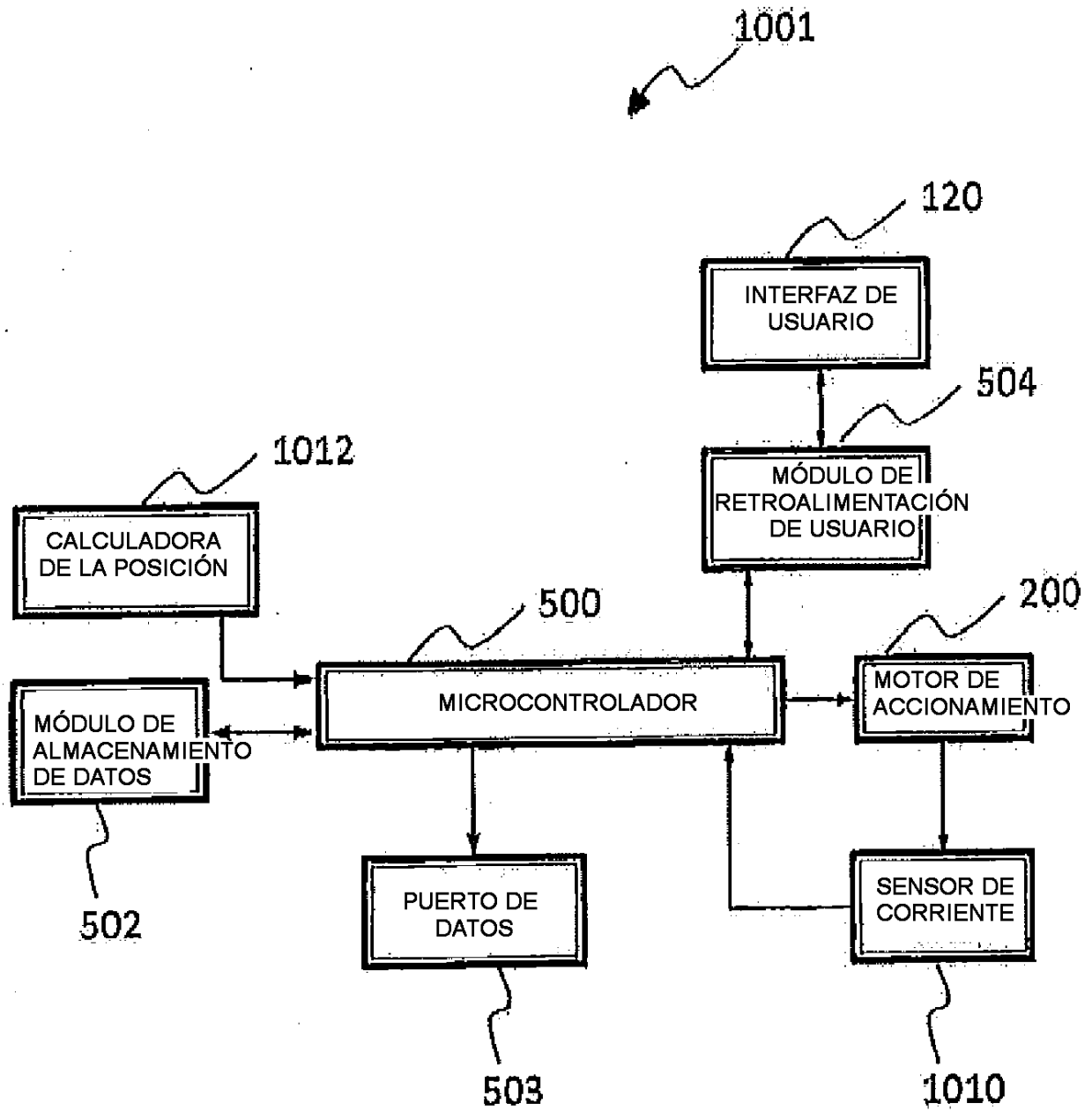


Fig 34

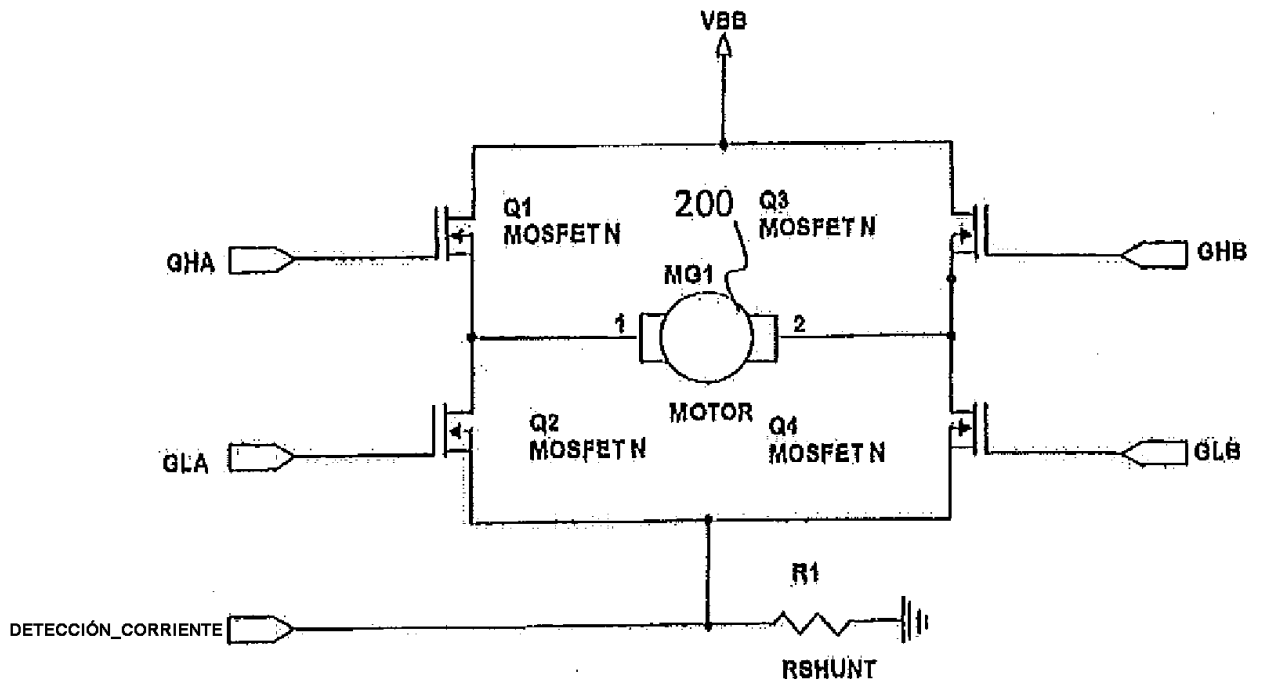


Fig 35

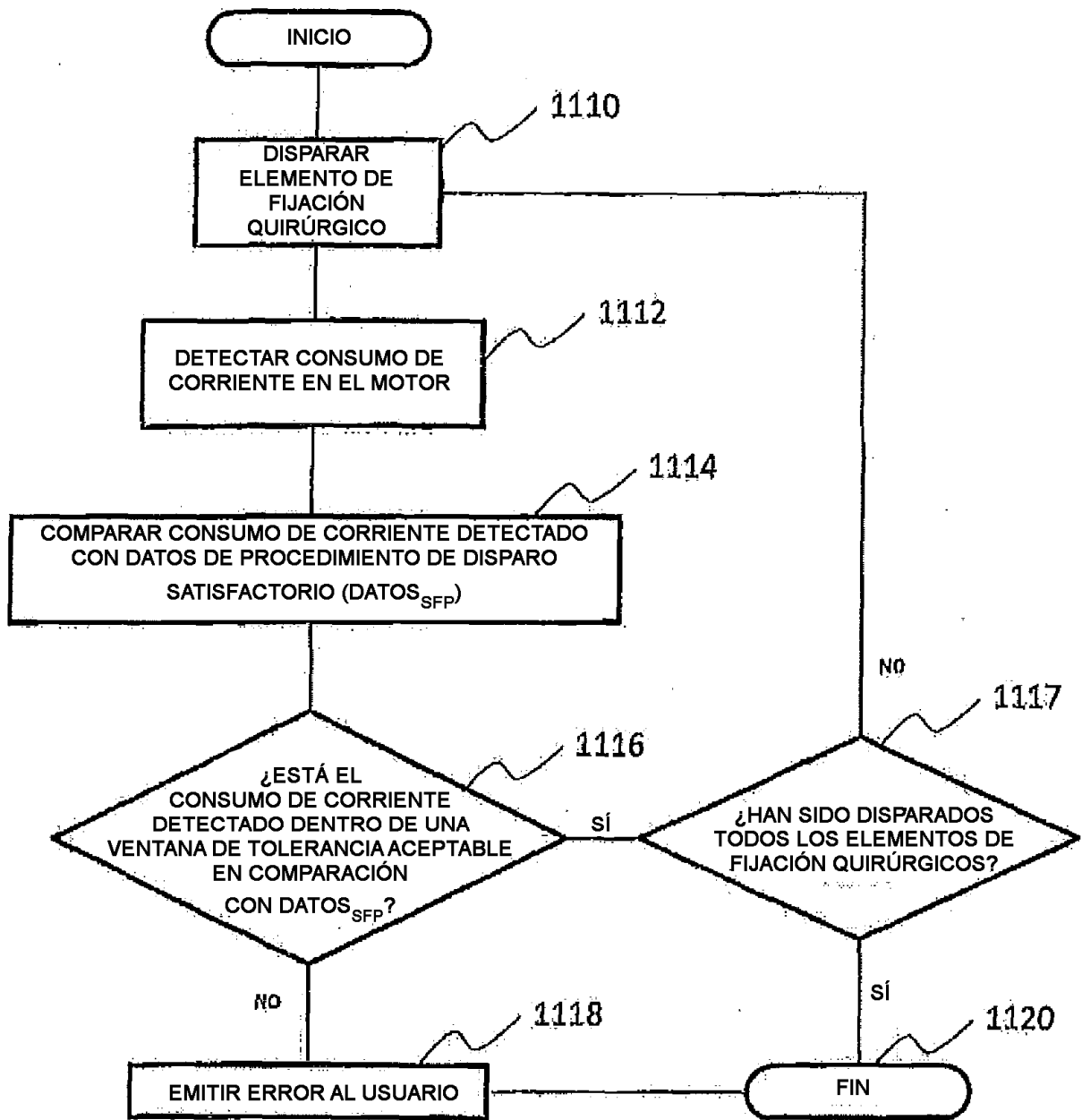


Fig 36

Perfiles de corriente eléctrica: estómago e intestino grueso

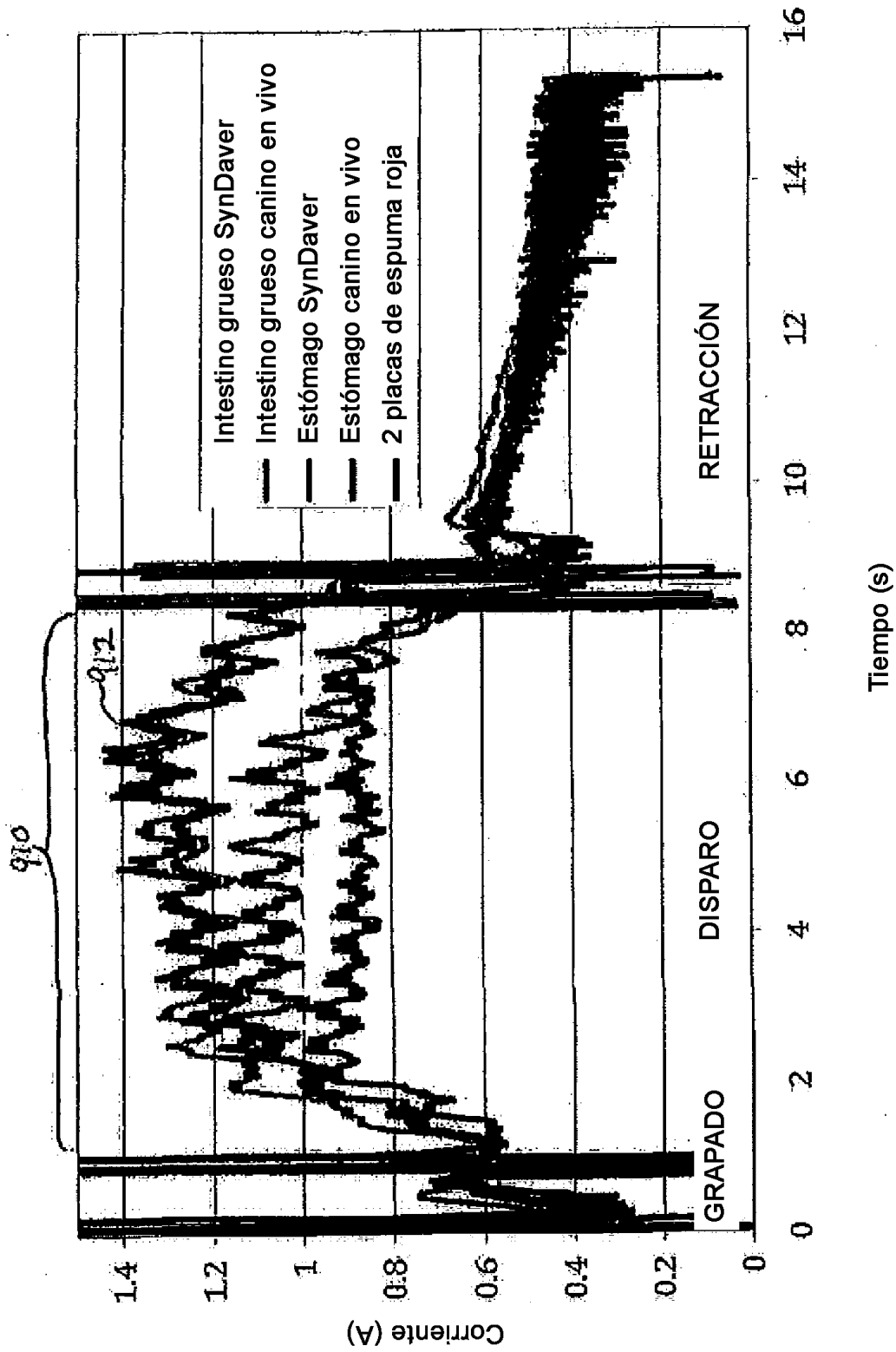


Fig. 37A

Sujeción

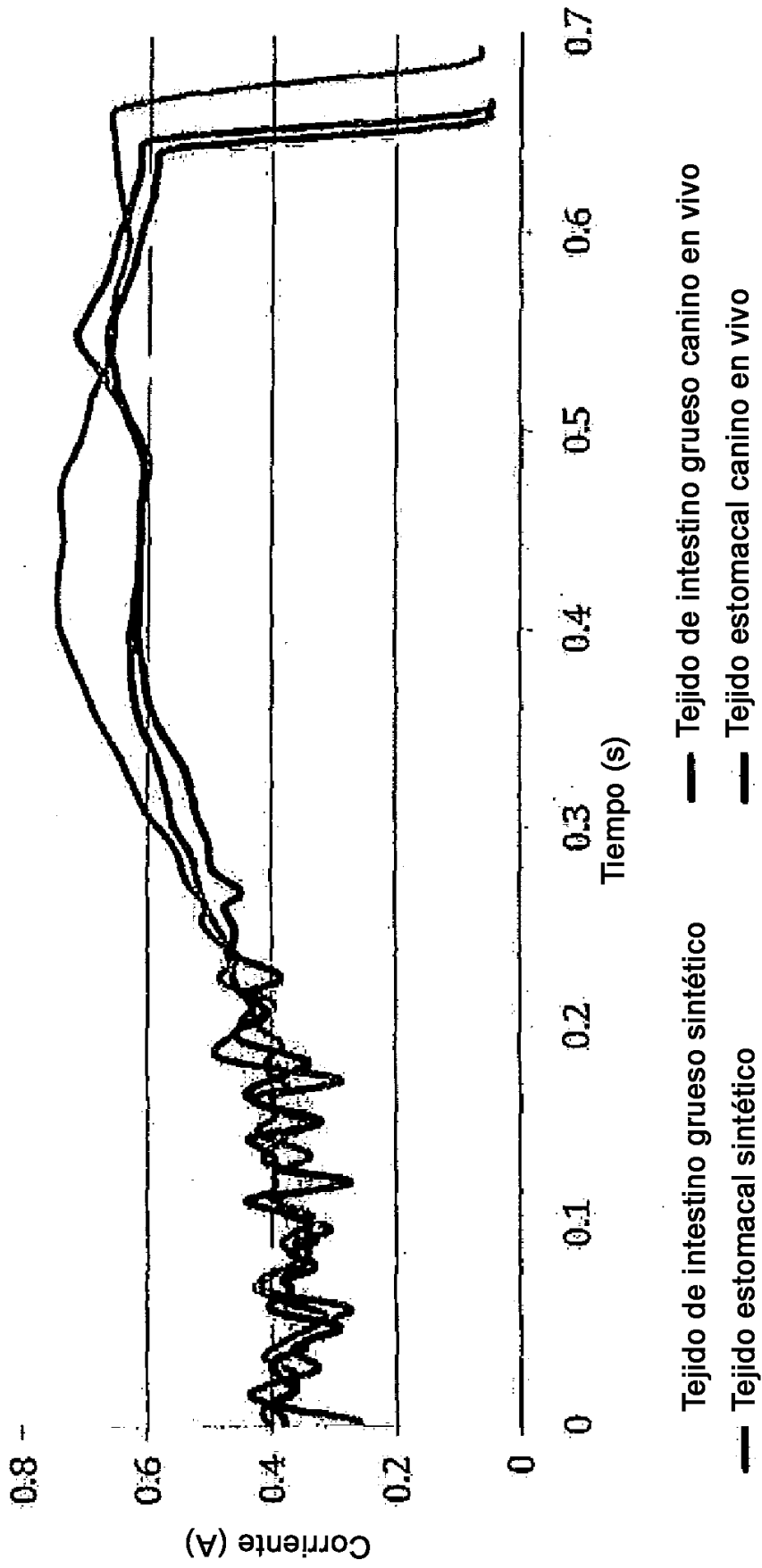


Fig. 37B

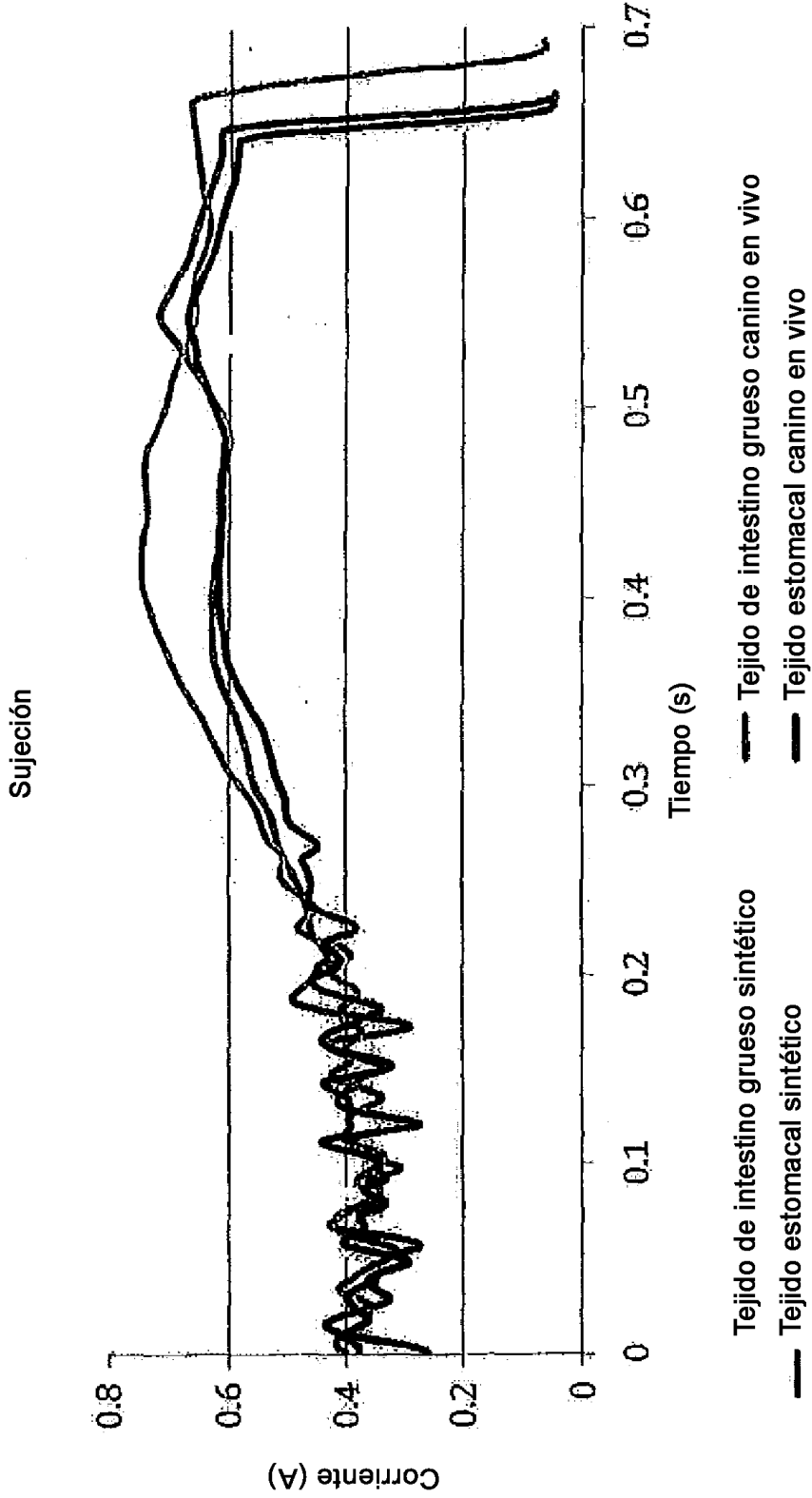


Figura 2. Este gráfico muestra el perfil de corriente eléctrica cuando primero se sujeta y se comprime el medio con el prototipo Powered GenII. Las líneas más oscuras, que representan tejido canino en vivo, se comportan de manera similar debido a la viscoelasticidad del tejido dado que éste comprime gradualmente una grapadora lineal. Para comprimir el tejido estomacal sintético se adquirió una cantidad de fuerza mayor que para el tejido de intestino grueso sintético, debido al grosor y la densidad del medio. (Tejido sintético - tejido estomacal SynDaver Rev A y tejido de intestino grueso SynDaver Rev E).

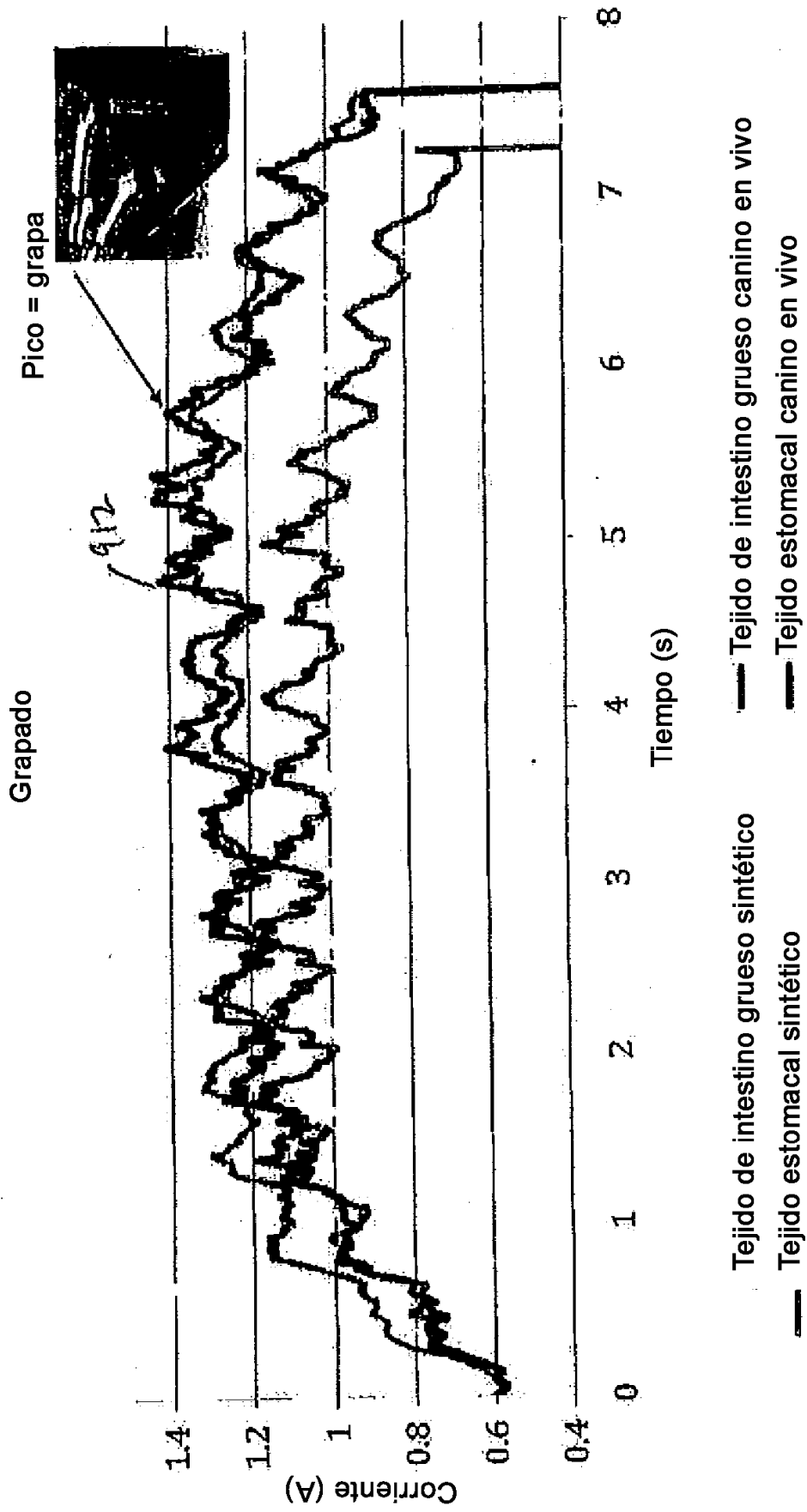


Fig. 37C

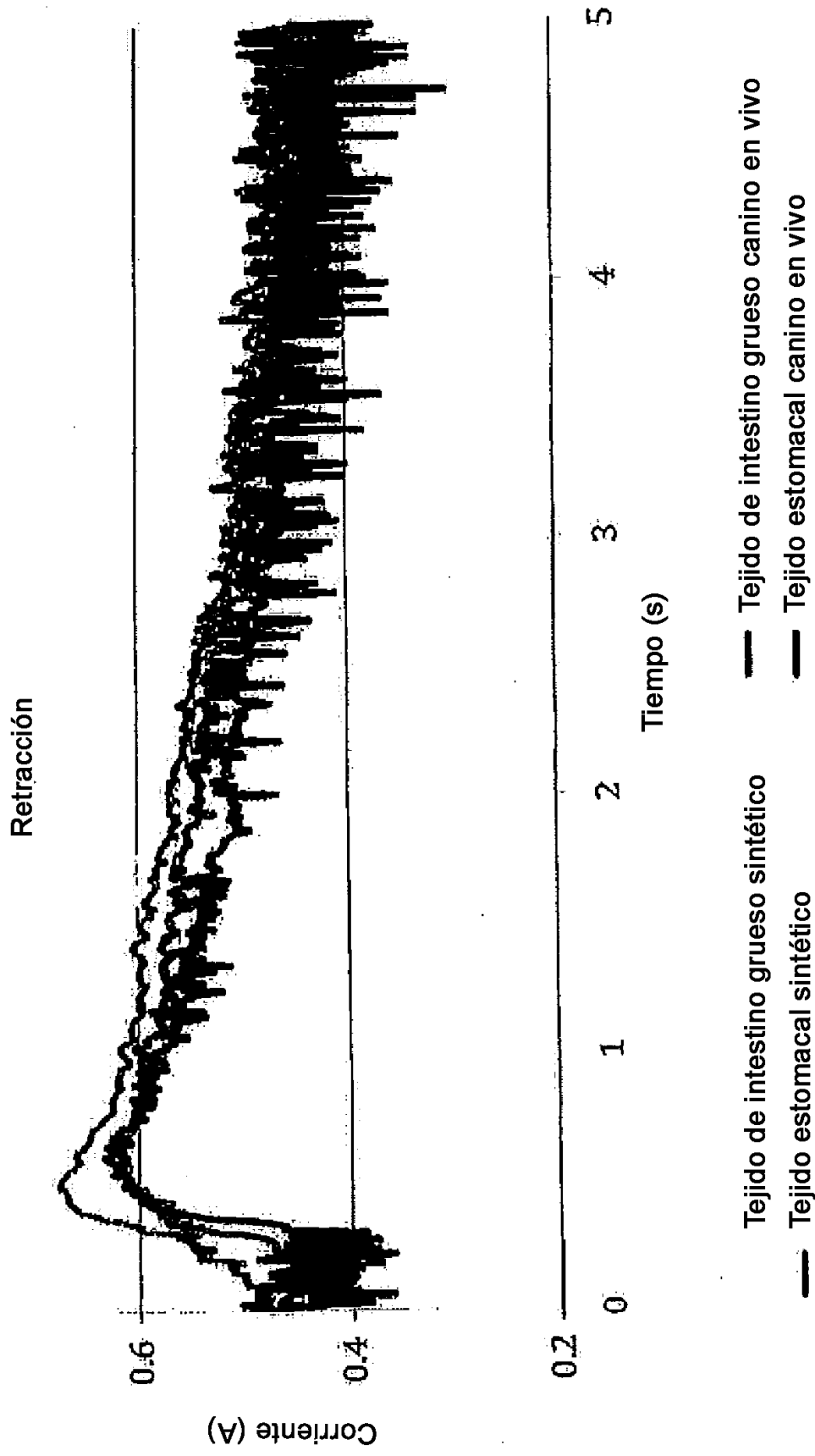


Fig. 37D

Perfil de la corriente eléctrica: grapas faltantes

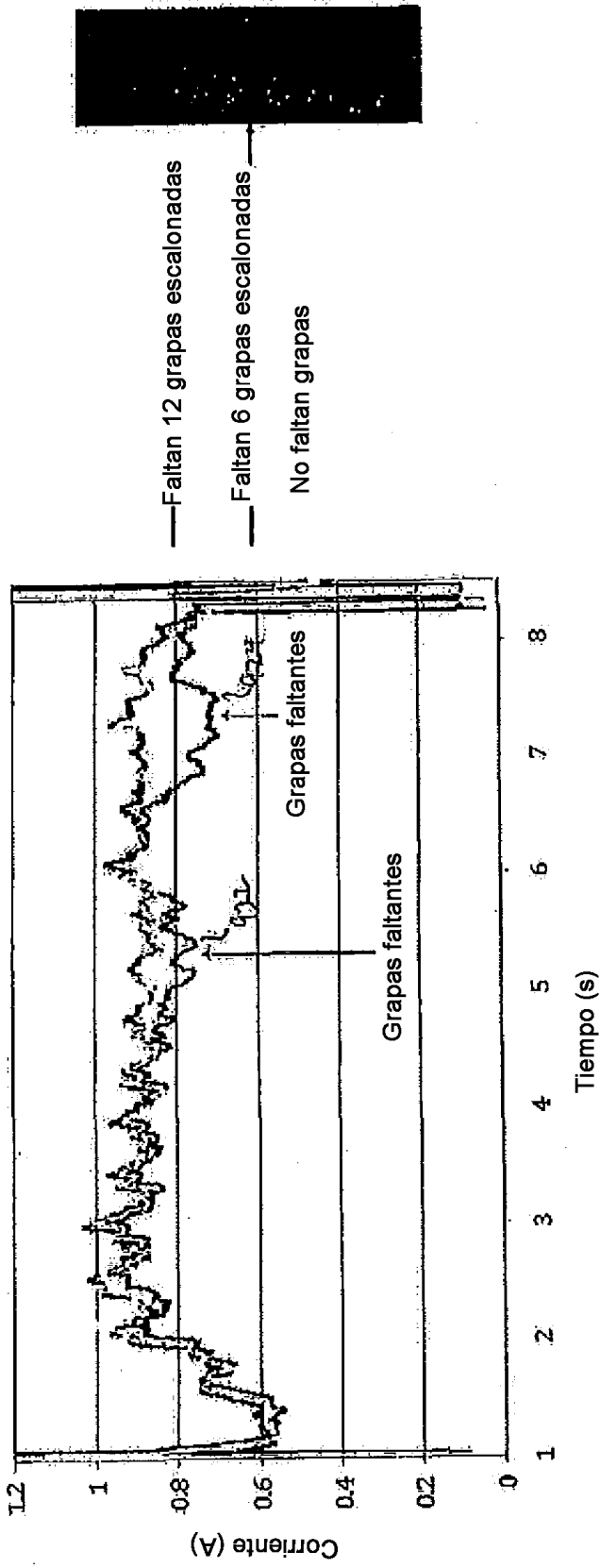


Fig. 37E

Perfil de la corriente eléctrica: estómagos

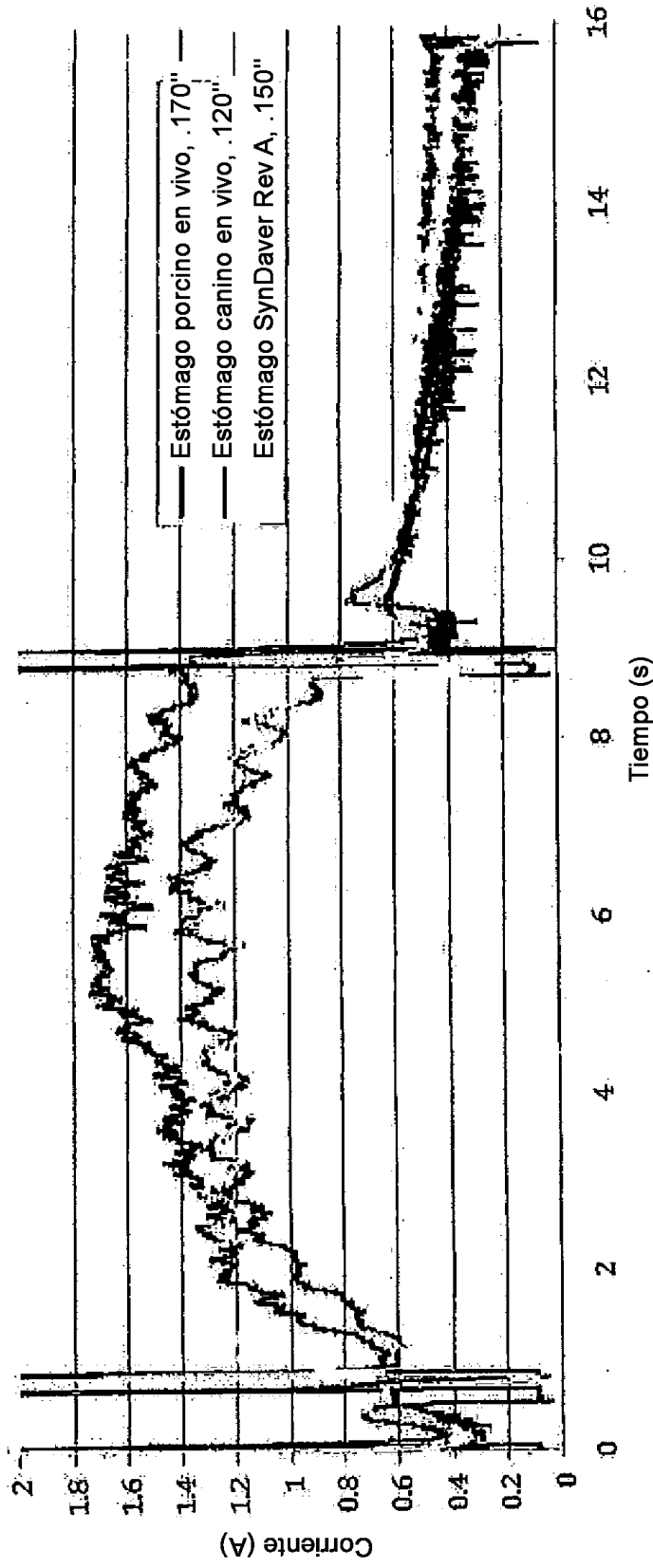


Fig. 37F

Perfil de la corriente eléctrica: tejido de intestino grueso

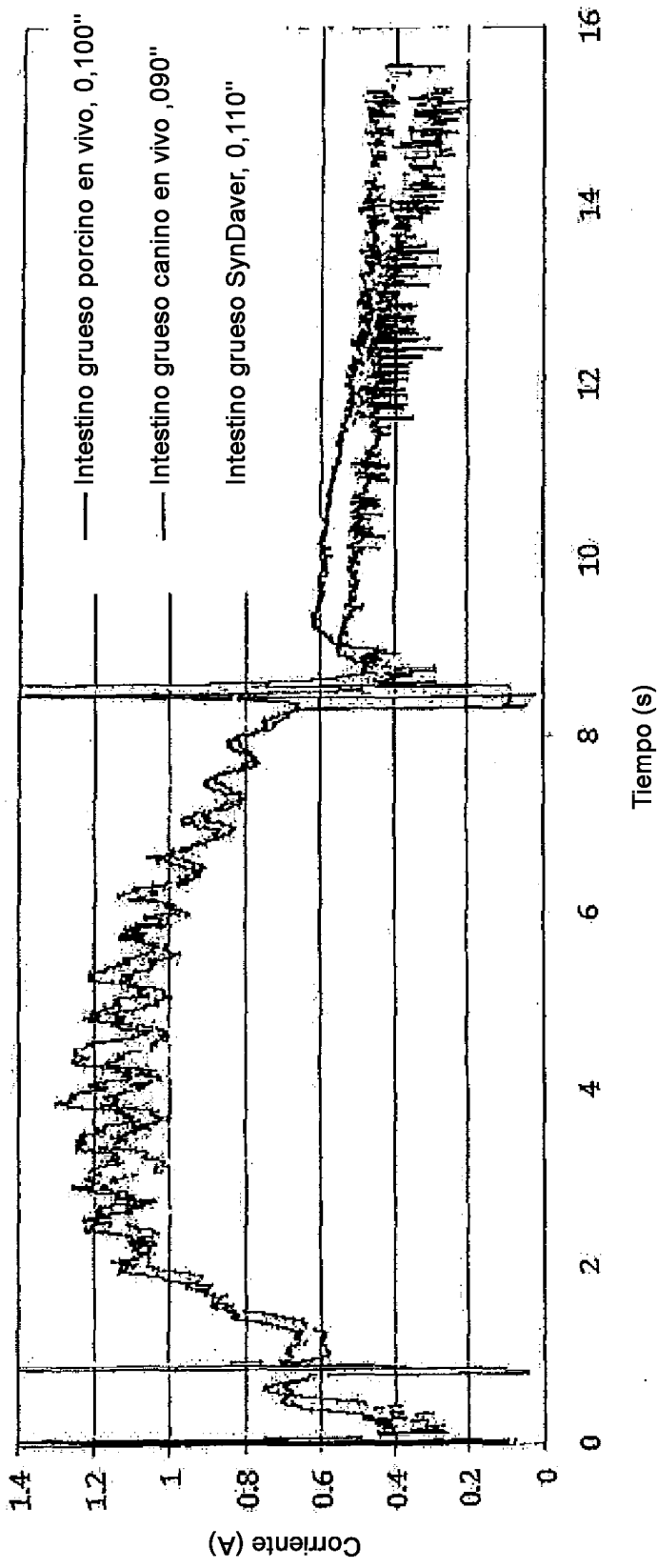


Fig. 37G

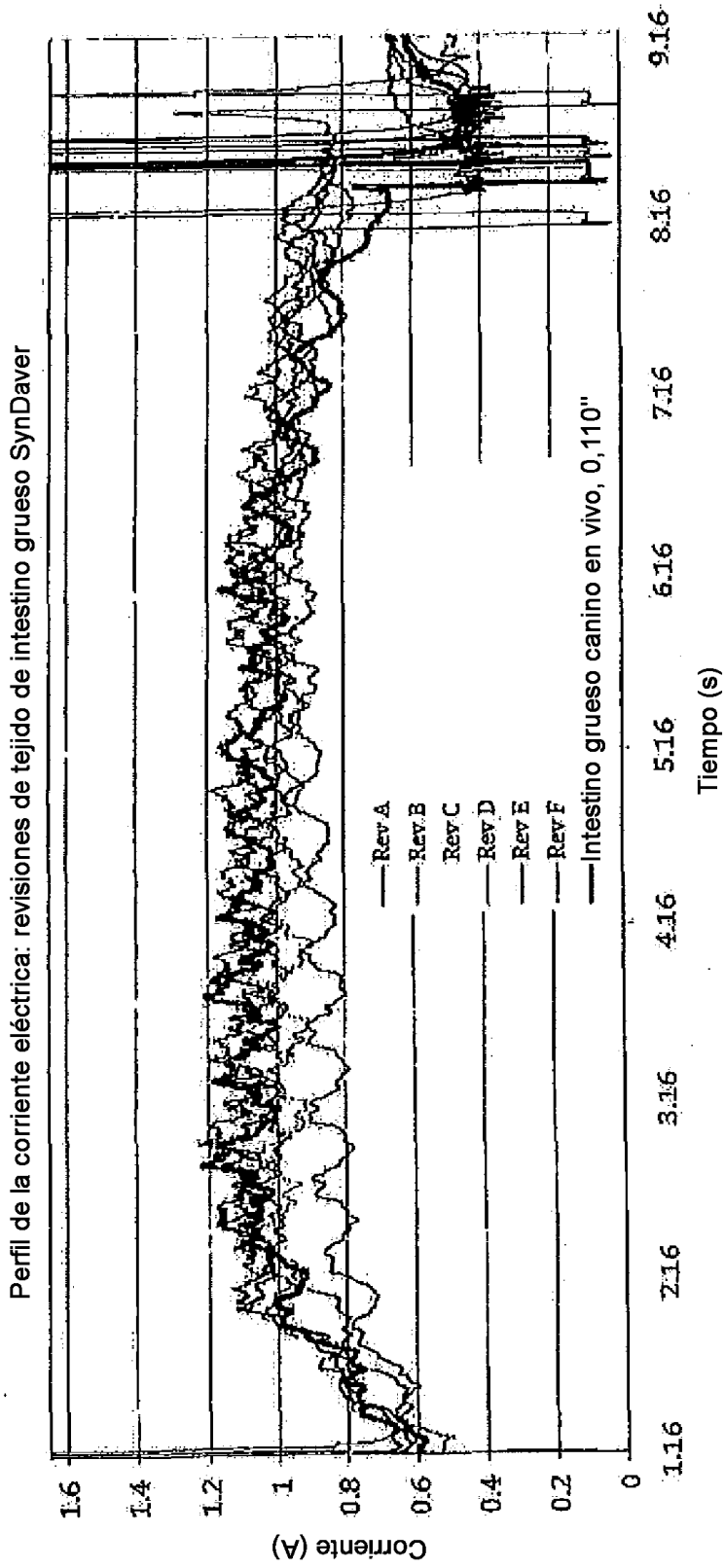


Fig. 37H

Perfiles de la corriente eléctrica: capas de espuma roja

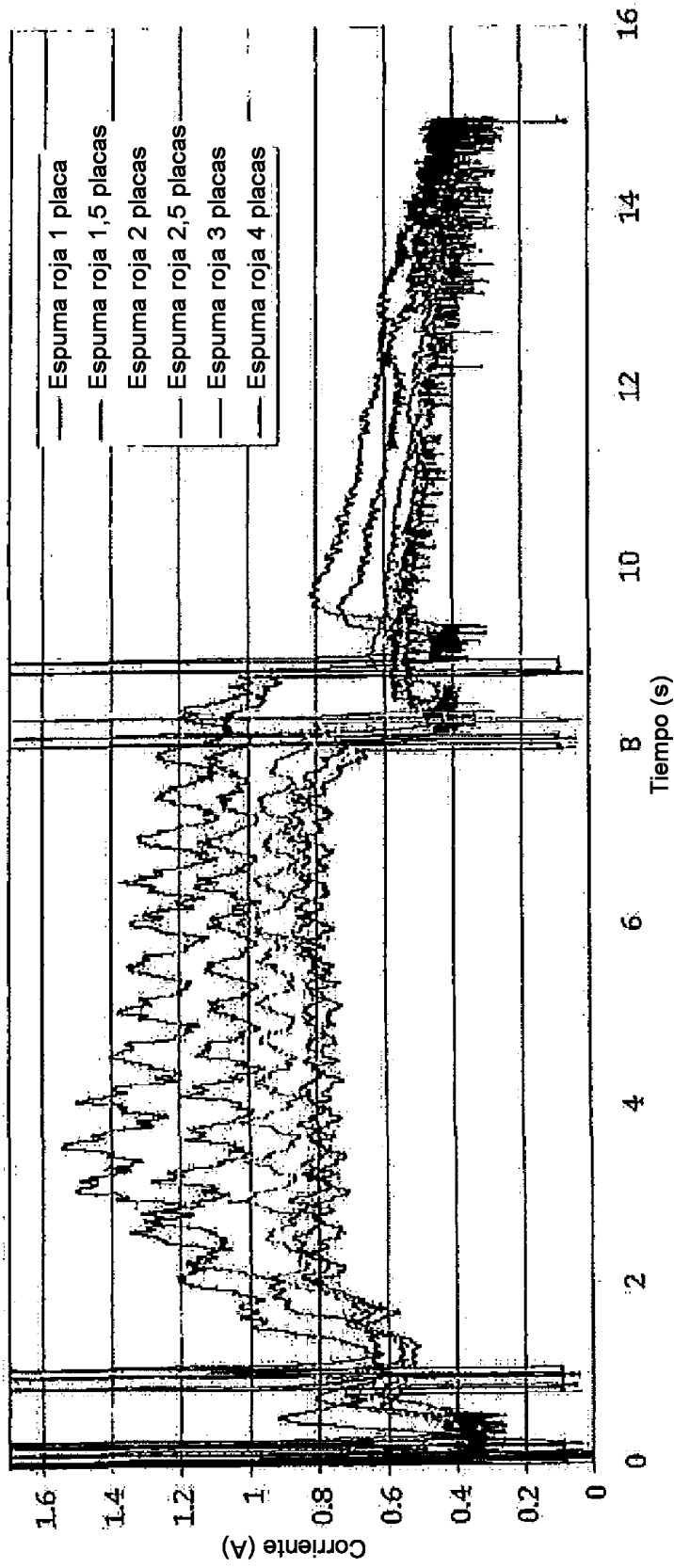


Fig. 371

Corriente eléctrica: espuma roja y tejido canino en vivo

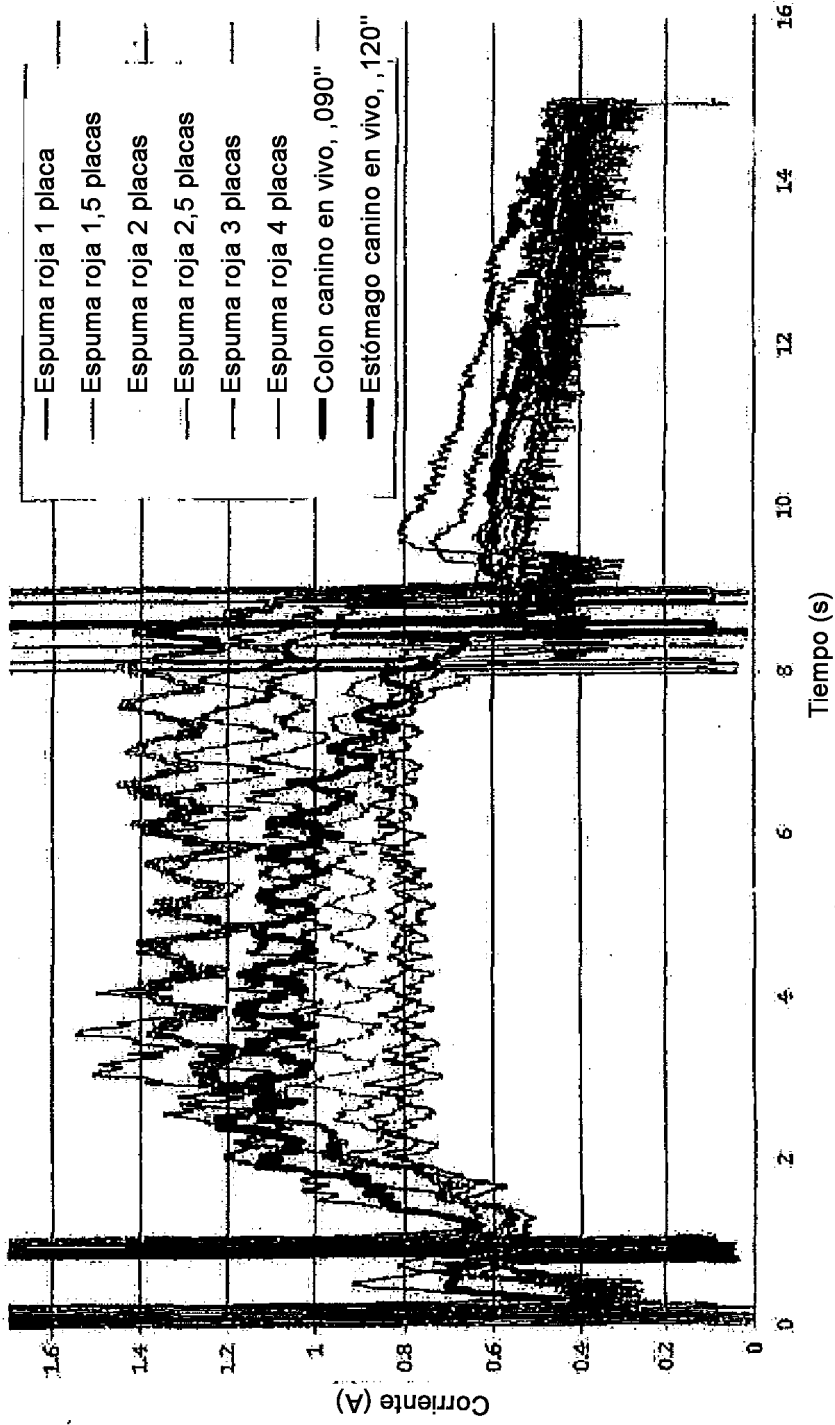


Fig. 37J

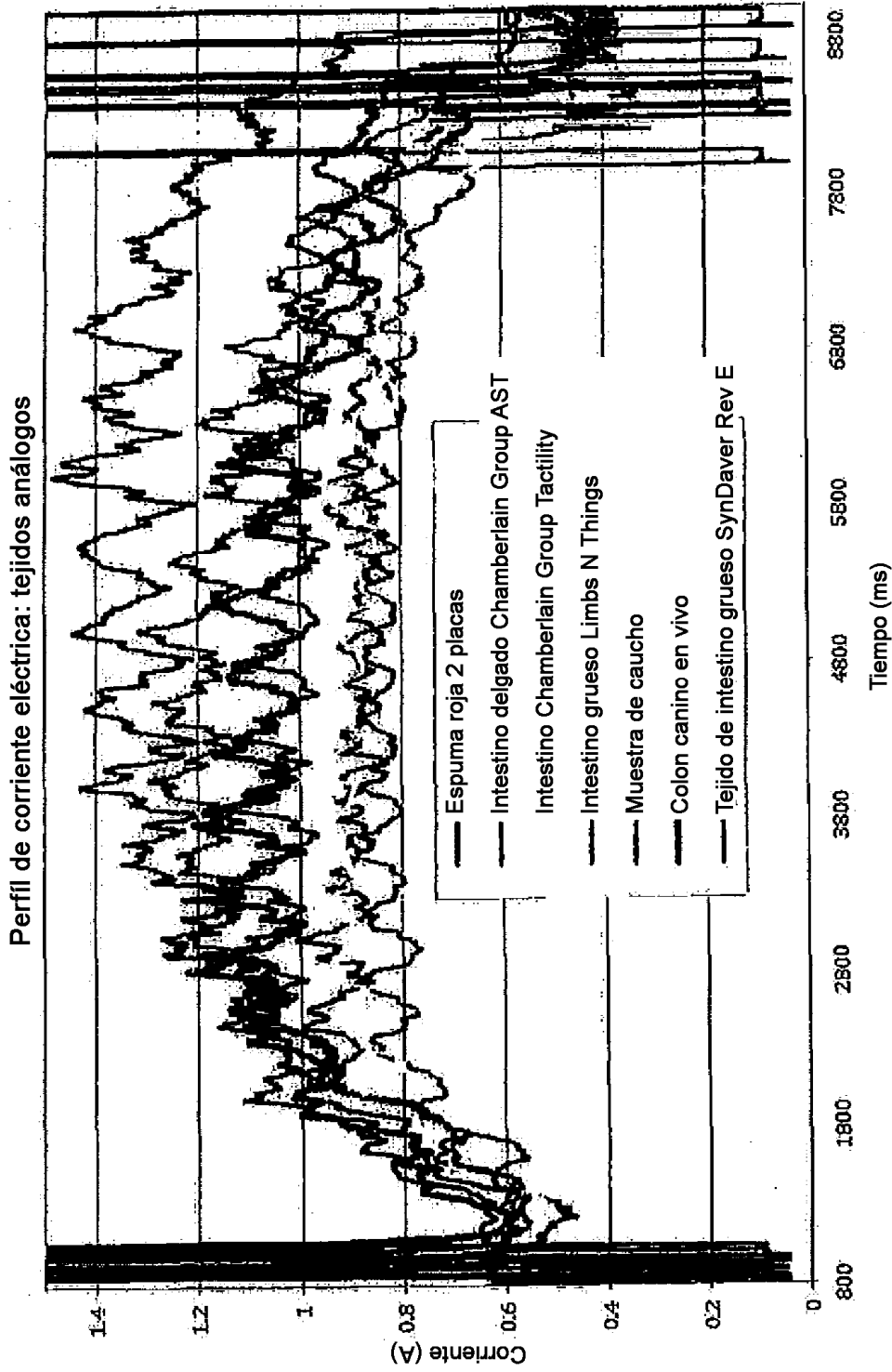


Fig. 37K

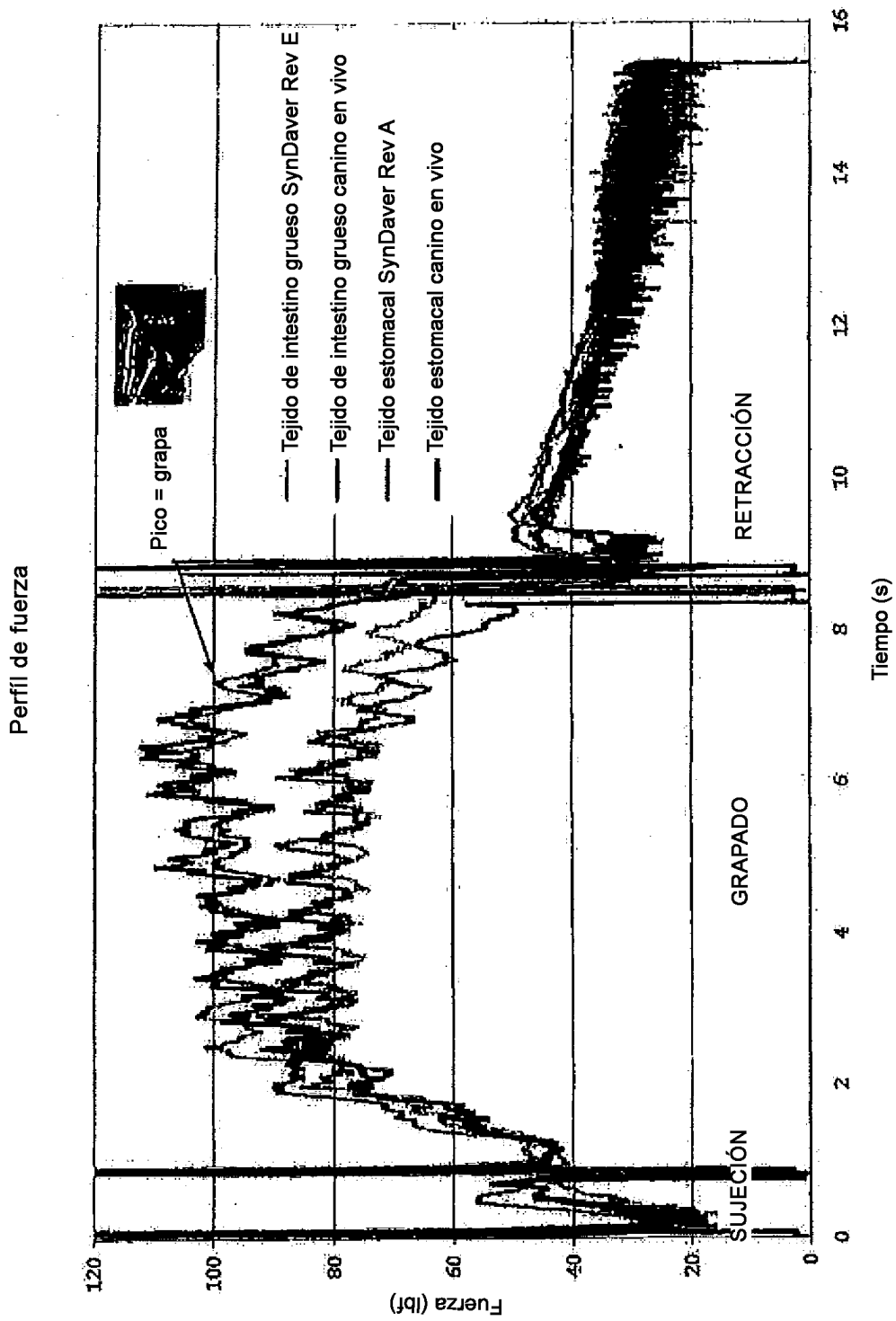


Fig. 37L