



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0706050-5 B1



(22) Data do Depósito: 31/05/2007

(45) Data de Concessão: 21/05/2019

(54) Título: INSTRUMENTO CIRÚRGICO ELÉTRICO COM OTIMIZAÇÃO DE POTÊNCIA

(51) Int.Cl.: A61B 17/068.

(30) Prioridade Unionista: 02/06/2006 US 60/810,272; 09/11/2006 US 60/858,112; 12/02/2007 US 11/705,381; 12/02/2007 US 11/705,246; 12/02/2007 US 11/705,334; (...).

(73) Titular(es): ETHICON ENDO-SURGERY, INC..

(72) Inventor(es): KEVIN SMITH; THOMAS BALES; DEREK DEVILLE; CARLOS RIVERA; MATTHEW PALMER.

(86) Pedido PCT: PCT US2007070085 de 31/05/2007

(87) Publicação PCT: WO 2007/137304 de 29/11/2007

(85) Data do Início da Fase Nacional: 12/05/2008

(57) Resumo: INSTRUMENTO CIRÚRGICO ELÉTRICO Um instrumento cirúrgico inclui um efetor terminal cirúrgico, tendo um segmento receptor para receber, de modo removível, um segmento intercambiável. O segmento receptor possui uma conexão de comunicação. Um manipulador, ligado ao efetor terminal, ativa o efetor terminal. O manipulador possui um controlador eletricamente ligado com a conexão de comunicação para autenticar a peça intercambiável quando posicionado no efetor terminal. Uma peça intercambiável está ligada, de modo removível, no segmento receptor e possui um dispositivo de encriptação eletricamente removível, ligado com a conexão de comutação quando colocado no segmento receptor. O dispositivo de encriptação autentica a peça intercambiável quando solicitado pelo controlador elétrico.

INSTRUMENTO CIRÚRGICO ELÉTRICO COM OTIMIZAÇÃO DE POTÊNCIA

CAMPO DA TÉCNICA

[0001] A presente invenção reside no campo dos instrumentos cirúrgicos, em particular, mas não necessariamente, a dispositivos de grampeamento. O dispositivo de grampeamento descrito no presente pedido é um grampeador cirúrgico portátil e totalmente energizado e controlado eletricamente.

[0002] Existem dispositivos médicos de grampeamento na arte. A Ethicon Endo-Surgery, Inc. (uma companhia da Johnson & Johnson; doravante denominada "Ethicon") fabrica e vende estes dispositivos de grampeamento. Os dispositivos de grampeamento circular fabricados pela Ethicon são conhecidos pelas marcas PROXIMATE® PPH, CDH, e ILS e os grampeadores lineares são fabricados pela Ethicon pelas marcas CONTOUR® e PROXIMATE®. Em cada um destes exemplos de grampeadores cirúrgicos, o tecido é comprimido entre o cartucho de grampo e uma bigorna e, quando os grampos são ejetados, o tecido comprimido também é cortado. Dependendo do tipo específico de tecido preso pelo médico, o tecido pode ser muito pouco comprimido (situação em que a cor vermelha do sangue ainda está presente no tecido), muito comprimido (situação em que o tecido está esmagado), ou corretamente comprimido (situação em que o líquido é removido do tecido, conhecida como dessecação ou descoloração).

[0003] Os grampos a serem usados possuem um determinado comprimento, e o cartucho e a bigorna precisam estar dentro de uma distância de disparo de grampo aceitável, de modo que os grampos se fechem adequadamente logo após o disparo. Por este motivo, estes grampeadores possuem dispositivos que indicam a distância relativa entre os dois planos e se esta distância está ou não dentro da faixa de disparo do grampo. Um indicador deste tipo é mecânico e possui a forma de uma barra deslizante atrás de uma janela tendo indicado nele uma faixa de disparo de grampo segura. Estes grampeadores são todos manuais, em outras palavras, eles requerem acionamento físico pelo usuário/medico para posicionar a bigorna e o cartucho do grampeador sobre o tecido a ser grampeado e/ou cortado, para fechar a bigorna e o cartucho do grampeador

com relação um ao outro, e acionar e prender os grampos no tecido (e/ou cortar o tecido). Nenhum dos grampeadores da arte anterior é acionado eletricamente para realizar cada uma destas operações, pois a força longitudinal necessária para efetuar o disparo do grampo normalmente fica na ordem de 113,40 kg no cartucho de grampo. Além disto, estes grampeadores não possuem qualquer tipo de indicador de compressão ativa que otimizaria a força que atua sobre o tecido que precisa ser grampeado, de modo que não ocorresse a degradação do tecido.

[0004] Um grampeador circular manual anastomótico intraluminal é descrito, por exemplo, na Patente Norte-Americana No. 5.104.025 de Main e outros, e que foi transferida para Ethicon. Main e outros está sendo incorporada integralmente neste documento como referência. Como pode ser observado mais claramente na vista deflagrada da FIG. 7 em Main e outros, um eixo do trocarte possui uma endentação distal, alguns recessos para o alinhamento do eixo do trocarte às serrações na bigorna e, assim, alinha os grampos com as bigornas. Uma ponta do trocarte é capaz de perfurar o tecido quando é aplicada pressão sobre ela. As FIGS. 3 a 6 em Main e outros mostram como o grampeador circular funciona para unir juntas duas peças de tecido. Na medida em que a bigorna é movida mais próxima à cabeça, o tecido interposto é comprimido entre eles, conforme mostrado particularmente nas FIGS. 5 e 6. Se este tecido for comprimido em excesso, o procedimento de grampeamento cirúrgico poderia não acontecer. Logo, é desejável que não se exceda a força de compressão de tecido máxima aceitável. O tecido interposto pode ficar sujeito a uma variedade de força compressora aceitável durante a cirurgia. Esta faixa de variação é conhecida e referida como uma compressão de tecido ótima ou OTC, e é dependente do tipo de tecido que está sendo grampeado. Embora o grampeador mostrado em Main e outros possua um indicador de barra que mostra ao usuário uma distância segura de disparo de grampo entre a bigorna e o cartucho de grampo, ele não pode indicar ao usuário todos os níveis de força compressora que estão sendo conferidas ao tecido antes do grampeamento. Seria desejável fornecer um tipo

de indicação que pudesse evitar o excesso de pressão sobre o tecido.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[0005] A invenção supera as deficiências mostradas acima e outras da arte anterior oferecendo um dispositivo de grampeamento cirúrgico elétrico que é energizado eletricamente para posicionar a bigorna e o cartucho grampeador um em relação ao outro sobre o tecido a ser grampeado e/ou cortado, para aproximar a bigorna e o cartucho grampeador um em relação ao outro e disparar e fixar os grampos no tecido (e/ou cortar o tecido). Além disto, o dispositivo de grampeamento cirúrgico elétrico pode indicar ao usuário um nível de força compressora pré-definida pelo usuário e que está sendo conferida sobre o tecido antes do disparo dos grampos. A presente invenção também oferece métodos para se operar o dispositivo de grampeamento cirúrgico elétrico quando existe uma situação de OTC.

[0006] Uma configuração de eixo de compensação para os dois subconjuntos de disparo de grampo e da bigorna cria um dispositivo que pode ser dimensionado para se adaptar confortavelmente na mão de um usuário. Ela também diminui as dificuldades de fabricação por meio da remoção das árvores ocas (co-axiais) embutidas exigidas anteriormente. Com o eixo do subconjunto da bigorna sendo compensado a partir do subconjunto de disparo de grampo, o comprimento da haste roscada para estender e retrain a bigorna pode ser aumentado por aproximadamente 2 polegadas, e assim economizando nos custos de fabricação e gerando um perfil longitudinal mais curto.

[0007] Um método de exemplo para usar os grampeadores elétricos inclui uma característica de *power-on* que permite entrar em um modo manual para se efetuar testes. Em um procedimento cirúrgico, o grampeador é um dispositivo unidirecional. Entretanto, no modo de teste, o usuário possui a possibilidade de mover o trocarte para trás e para frente conforme desejado. Este modo de teste pode ser desengatado e o grampeador reconfigurado para o modo de uso para fins de acondicionamento e despacho. Para as finalidades de acondicionamento, é desejável (mas não necessário) que a bigorna esteja a uma distância do

cartucho de grampo. Logo, uma sequência de *homing* pode ser programada para se colocar a bigorna a 1 cm (por exemplo) de distância do cartucho de grampo antes de ser desligado para acondicionamento e despacho. Antes do uso, o trocarte é estendido e a bigorna removida. Se o grampeador está sendo usado para dissecar o cólon, por exemplo, o trocarte é trazido para trás em direção da alavanca e a alavanca é inserida via trans-anal em direção ao cólon para o lado à jusante da dissecação enquanto a bigorna é inserida através de uma incisão laparoscópica a um lado à montante da dissecação. A bigorna é unida ao trocarte e duas partes são retraídas em direção da alavanca até que ocorra uma condição de pronto grampeamento. A sequência de disparo de grampo é iniciada, mas que pode ser interrompida, para grampear a dissecação e cortar simultaneamente o tecido no centro da dissecação e para fazer uma abertura no centro do anel circular de grampos. A sequência de disparo de grampo inclui uma medição de compressão de tecido ótima (OTC) e o mecanismo de controle de feedback que faz com que os grampos sejam disparados apenas quando a compressão está em uma faixa de pressão desejada, referida como faixa de OTC. Esta faixa ou valor é conhecida com antecedência com base nas características conhecidas do tecido a ser comprimido entre a bigorna e o cartucho de grampo.

[0008] Alguns exemplos de procedimentos em que o grampeador elétrico pode ser usado incluem a dissecação de cólon e as cirurgias de desvio gástrico. Existem muitos outros empregos para o grampeador elétrico em diferentes áreas tecnológicas. Levando-se em consideração os objetos da invenção, existe também um instrumento cirúrgico, incluindo um efector terminal cirúrgico com pelo menos um conjunto de atuação para realizar um procedimento cirúrgico quando acionado, um motor elétrico conectado operacionalmente a um efector terminal para operar pelo menos o conjunto de atuação, e uma fonte de energia eletricamente conectada ao motor e que energiza seletivamente o motor para acionar pelo menos um conjunto de atuação. A fonte de energia possui pelo menos uma célula de bateria com uma taxa de corrente crítica. Quando acionada

para energizar o motor e acionar pelo menos um conjunto de atuação, a fonte de energia opera pelo menos uma célula de bateria a uma taxa de corrente supercrítica.

[0009] Com os objetos da invenção em vista, existe também uma versão de instrumento cirúrgico, que inclui um efector terminal cirúrgico com pelo menos um conjunto de atuação para efetuar um procedimento cirúrgico quando acionado, um motor elétrico operacionalmente conectado ao efector terminal cirúrgico, para operar pelo menos um conjunto de atuação, e uma fonte de energia conectada eletricamente ao motor e que energiza de forma seletiva o motor para acionar pelo menos um conjunto de atuação. A fonte de energia possui pelo menos uma célula de bateria com uma taxa de corrente crítica, e, quando ativada para energizar o motor e acionar pelo menos um conjunto de atuação, a fonte de energia opera pelo menos uma célula de bateria a uma faixa de corrente média acima da taxa de corrente crítica.

[0010] Com os objetos da invenção em vista, existe ainda uma versão de um instrumento cirúrgico que inclui um efector terminal cirúrgico com pelo menos um conjunto de atuação para efetuar um procedimento cirúrgico quando acionado, um motor elétrico conectado eletricamente ao efector terminal cirúrgico para operar pelo menos um conjunto de atuação, e uma fonte de energia conectada eletricamente ao motor e que energiza seletivamente o motor para acionar pelo menos um conjunto de atuação por pelo menos 1 e menos de 16 vezes durante uma vida clínica de pelo menos um efector terminal cirúrgico, o motor e a fonte de energia. A fonte de energia possui pelo menos uma célula de bateria que, quando é ativada para acionar pelo menos um conjunto de atuação, opera apenas entre aproximadamente 0,5 segundos e aproximadamente 15 segundos de duração.

[0011] Com os objetos da invenção em foco, existe também uma versão de um instrumento cirúrgico que inclui um efector terminal cirúrgico com pelo menos um conjunto de atuação para realizar um procedimento cirúrgico quando acionado, um motor elétrico com uma tensão operacional nominal e estando

conectado operacionalmente ao efector terminal cirúrgico para operar pelo menos um conjunto de atuação, e uma fonte de energia conectada eletricamente ao motor e energizando de forma seletiva o motor para acionar pelo menos um conjunto de atuação. A fonte de energia possui pelo menos uma célula de bateria com uma taxa de corrente crítica. Quando ativada para energizar o motor e acionar pelo menos um conjunto de atuação, a fonte de energia opera pelo menos uma célula de bateria, a uma taxa de corrente supercrítica, a qualquer tempo durante pelo menos uma parte de um período de descarga de pulso supercrítica e opera o motor acima da tensão operacional nominal durante o período de descarga de pulso supercrítica.

[0012] Outras características que são consideradas características da invenção são descritas nas reivindicações anexas. Embora a invenção esteja ilustrada e descrita neste documento como embutida em um instrumento cirúrgico elétrico com fonte de energia otimizada e transmissão, ela, de forma alguma, pretende estar limitada aos detalhes mostrados, pois várias modificações e mudanças estruturais podem ser feitas nela sem se afastar do espírito da invenção e dentro do escopo e da faixa de equivalências das reivindicações.

[0013] A construção e o método de operação da invenção, entretanto, juntamente com as versões adicionais e suas vantagens, serão mais bem compreendidos a partir da seguinte descrição das versões específicas e quando lidas com o auxílio dos desenhos que acompanham este relatório.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0014] As vantagens das versões da presente invenção ficarão aparentes a partir da descrição detalhada seguinte de suas versões preferidas, cujas descrições devem ser consideradas em conjunto com os desenhos que acompanham este relatório em que:

[0015] A FIG. 1 é uma vista perspectiva de um lado de uma versão de exemplo de um grampeador elétrico de acordo com a invenção;

[0016] A FIG. 2 é uma vista elevada lateral e fragmentária do grampeador da

Fig. 1 com uma metade direita de um corpo de alavanca e com uma placa dorsal proximal removida;

[0017] A FIG. 3 é uma vista perspectiva e deflagrada de um conjunto de controle da bigorna do grampeador da FIG. 1;

[0018] A FIG. 4 é uma vista perspectiva, ampliada, fragmentária e deflagrada do conjunto de controle da bigorna do FIG. 3;

[0019] A FIG. 5 é uma vista perspectiva fragmentária de um conjunto de controle de disparo de grampo do grampeador da Fig. 1 a partir de sua lateral traseira;

[0020] A FIG. 6 é uma vista perspectiva deflagrada do conjunto de controle de disparo de grampo da FIG. 1;

[0021] A FIG 7 é uma vista perspectiva, deflagrada, fragmentária e ampliada do conjunto de controle de disparo de grampo da FIG. 6;

[0022] A FIG. 8 é uma vista transversal horizontalmente e fragmentária do conjunto de controle da bigorna a partir da parte de baixo do corpo da alavanca do grampeador FIG. 1;

[0023] A FIG. 9 é uma vista transversal horizontalmente, ampliada e fragmentária a partir da parte de baixo de uma parte proximal do conjunto de controle da bigorna da FIG. 8;

[0024] A FIG. 10 é uma vista transversal horizontalmente, ampliada e fragmentária a partir da parte de baixo de uma parte intermediária do conjunto de controle da bigorna da FIG. 8;

[0025] A FIG. 11 é uma vista transversal horizontalmente, ampliada e fragmentária a partir da parte distal do conjunto de controle da bigorna da FIG. 8;

[0026] A FIG. 12 é uma vista transversal verticalmente e fragmentária a partir da lateral direita de uma parte do corpo da alavanca do grampeador da FIG. 1;

[0027] A FIG. 13 é uma vista transversal verticalmente, ampliada e fragmentária a partir da lateral direita de uma parte do corpo da alavanca proximal do grampeador da FIG. 12;

[0028] A FIG. 14 é uma vista transversal verticalmente, ampliada e fragmentária a partir da lateral direita de uma parte do corpo da alavanca intermediária do grampeador da FIG. 12;

[0029] A FIG. 15 é uma vista transversal verticalmente, mais ampliada e fragmentária a partir da lateral direita da parte do corpo da alavanca intermediária do grampeador da FIG. 14;

[0030] A FIG. 16 é uma vista transversal verticalmente, ampliada e fragmentária a partir da lateral direita de uma parte do corpo da alavanca distal do grampeador da FIG. 12;

[0031] A FIG. 17 é uma vista perspectiva de uma parte de uma bigorna do grampeador da FIG. 1;

[0032] A FIG. 18 é uma vista transversal e fragmentária de um conjunto de grampeamento removível, incluindo a bigorna, um cartucho de grampeador, uma chave de força, e um conjunto que se conecta ao cartucho removível do grampeador da FIG. 1;

[0033] A FIG. 19 é uma vista transversal horizontalmente e fragmentária do conjunto de controle da bigorna a partir da parte de cima da parte do corpo da alavanca do grampeador da FIG. 1 com a haste da bigorna em uma posição totalmente estendida;

[0034] A FIG. 20 é uma vista elevada lateral e fragmentária da parte do corpo da alavanca do grampeador da FIG. 1 a partir da lateral esquerda da parte do corpo da alavanca com o corpo da alavanca esquerda e a placa de circuito removidos e com a haste da bigorna em uma posição totalmente estendida;

[0035] A FIG. 21 é uma vista elevada lateral e fragmentária da parte do corpo da alavanca do grampeador da FIG. 20 com a haste da bigorna em uma posição de fechamento de bigorna de 1-cm;

[0036] A FIG. 22 é uma vista lateral horizontal e fragmentária do conjunto de controle da bigorna a partir da parte superior da parte do corpo da alavanca do grampeador da FIG. 1 com a haste da bigorna em uma posição segura de disparo de grampo;

[0037] FIG. 23 é uma vista transversal horizontal e fragmentária do conjunto de controle da bigorna a partir da parte superior da parte do corpo da alavanca do grampeador da FIG. 1 com a haste da bigorna em uma posição totalmente retraída;

[0038] A FIG. 24 é uma vista transversal horizontal e fragmentária do conjunto de controle de disparo a partir da parte superior da parte do corpo da alavanca do grampeador da FIG. 1;

[0039] A FIG. 25 é uma vista transversal horizontalmente e fragmentária a partir da parte superior de uma parte proximal do conjunto de controle de disparo da FIG. 24;

[0040] A FIG. 26 é uma vista transversal horizontal, ampliada e fragmentária a partir da parte superior de uma parte intermediária do conjunto de controle de disparo da FIG. 24;

[0041] A FIG. 27 é uma vista transversal horizontal, ampliada e fragmentária a partir da parte superior de uma parte distal do conjunto de controle de disparo da FIG. 24;

[0042] As FIGs. 28 e 29 são vistas perspectivas transparentes parcialmente, ampliadas, fragmentadas e sombreadas de um conjunto de remoção do cartucho de grampo do grampeador da FIG. 1;

[0043] A FIG. 30 é um diagrama esquemático de circuito de um circuito de encriptação de exemplo para componentes intercambiáveis do dispositivo médico de acordo com a invenção;

[0044] A FIG. 31 é um gráfico de barra que ilustra uma velocidade que um carrete move uma cremalheira mostrada na FIG. 32 em várias cargas;

[0045] A FIG. 32 é uma vista perspectiva e fragmentária de um exemplo de parte simplificada de um trem de engrenagem de acordo com a presente invenção entre uma caixa de câmbio e uma cremalheira;

[0046] A FIG. 33 é uma vista transversal, longitudinal verticalmente e fragmentária de uma extremidade distal de uma parte articulada de uma versão de exemplo de um efector terminal cirúrgico com um tubo interno, o suporte da

haste do balanceio-lâmina, a bigorna, o anel de fechamento, e a metade próxima do martelo de grampo removidos;

[0047] A FIG. 34 é um diagrama esquemático de circuito de um conjunto de comutação de exemplo para uma fonte de energia de acordo com a invenção;

[0048] A FIG. 35 é um diagrama esquemático de circuito de um conjunto de comutação de exemplo para o controle dianteiro e reverso do motor de acordo com a invenção; e

[0049] A FIG. 36 é um diagrama esquemático de circuito de um outro conjunto de comutação de exemplo e o controle de avanço e de retorno do motor de acordo com a invenção.

MELHOR MODO DE REALIZAÇÃO DA INVENÇÃO

[0050] São divulgados aspectos da invenção na seguinte descrição e nos respectivos desenhos orientados para as versões específicas da invenção. Podem ser descritas versões alternativas sem se afastar do espírito ou do escopo da invenção. Além disto, os elementos bem conhecidos das versões de exemplo da invenção não serão descritos em detalhe ou serão omitidos com o objetivo de não ocultar os detalhes relevantes da invenção.

[0051] Antes que a presente invenção seja divulgada e descrita, deve-se compreender que a tecnologia nela usada destina-se somente a descrever as versões particulares e não pretende ser limitante. Deve-se observar que, conforme usado no relatório e nas reivindicações anexas, as formas no singular "uma," "uma," e "o" incluem as referências no plural, a menos que o contexto claramente defina em contrário.

[0052] Enquanto o relatório se completa com as reivindicações definindo as características da invenção que são consideradas novas, acredita-se que a invenção será mais bem compreendida levando-se em consideração a seguinte descrição em conjunto com as figuras dos desenhos, em que contém números de referência próximos de cada figura. As figuras dos desenhos não estão desenhadas em escala. Além disto, observa-se que as figuras foram criadas usando-se um programa de computador de desenho com suporte de

computador. Este programa às vezes remove certas linhas estruturais e/ou superfícies quando se permuta entre uma vista sombreada ou colorida para uma vista em arame. Assim, os desenhos devem ser tratados como aproximações e serem usados como ilustrativos das características da presente invenção.

[0053] Referindo-se agora em detalhes às figuras dos desenhos e primeiramente e particularmente às FIGS. 1 a 2, está exemplificada uma versão de um grampeador circular cirúrgico elétrico 1. A presente aplicação aplica a alavanca energizada eletricamente a uma cabeça de grampo cirúrgico circular somente para facilitar o entendimento. A invenção não está limitada aos grampeadores circulares e pode ser aplicada a qualquer cabeça de grampeamento cirúrgico como, por exemplo, um dispositivo de grampeamento linear.

[0054] O grampeador energizado 1 possui um corpo de alavanca 10 contendo três chaves: uma chave de abertura da bigorna 20, uma chave de fechamento da bigorna 21, e uma chave de disparo de grampo 22. Cada uma destas chaves está conectada eletricamente a uma placa de circuito 500 (veja FIG. 12) com o circuito programado para realizar as funções de grampeamento do grampeador 1. A placa de circuito 500 está conectada eletricamente a uma fonte de energia 600 contida dentro do corpo de alavanca 10. Um exemplo de versão utiliza 2 a 6 baterias de lítio CR 123 ou CR2 como a fonte de energia 600. Outras versões de fonte de energia são possíveis, como as baterias recarregáveis ou um conversor de força que fica conectado a rede elétrica (na última versão, o grampeador não deve ser autoenergizado ou autocontido). Conforme usados neste documento, os termos autoenergizado ou autocontido, quando são usados em relação à fonte de energia elétrica 600, são intercambiáveis, e isto significa que a fonte de energia é uma unidade completa e independente em e dela mesma, e pode operar com sua própria força sem o uso de fontes de energia externas. Por exemplo, uma fonte de energia com um fio elétrico que está ligado em uma linha elétrica durante o uso não é autoenergizada ou autocontida.

[0055] Os fios condutores isolados ou rastros do condutor na placa de circuito 500 conectam todos os componentes eletrônicos do grampeador 1 como, por exemplo, uma chave liga-desliga 12, um indicador de compressão de tecido 14, as chaves da bigorna e de disparo 20, 21, 22, a placa de circuito 500, e a fonte de energia 600. Mas estes fios condutores e rastros do condutor não são mostrados nas figuras dos desenhos para facilitar o entendimento e a clareza.

[0056] A extremidade distal do corpo de alavanca 10 está conectada a uma extremidade proximal de um braço rígido da bigorna 30. No lado oposto a esta conexão, na extremidade distal do braço da bigorna 30, existe um dispositivo de acoplamento 40 para conectar a ele, de forma removível, um cartucho de grampo 50 e uma bigorna 60. De forma alternativa, o cartucho de grampo 50 pode ser do tipo não removível em uma configuração simples de uso do grampeador 1. Estas conexões serão descritas com mais detalhes abaixo.

[0057] A FIG. 2 mostra o corpo de alavanca 10 com uma metade direita 13 do corpo da alavanca 10 e a placa de circuito 500 removidas. Como será abordada abaixo, uma placa dorsal proximal 70 também é removida da vista da Figura 2, de forma a permitir a visualização dos componentes internos dentro do corpo de alavanca 10 de sua lateral direita. O que pode ser observado da vista da FIG. 2 é que existem dois eixos do componente interno dentro do corpo da alavanca 10. Um primeiro destes eixos é o eixo de controle de grampo 80, que está na posição relativamente horizontal na vista da FIG. 2. O eixo de controle de grampo 80 é a linha dorsal em que se dispõem os componentes para controlar o acionamento de grampo. O segundo dos eixos é o eixo de controle da bigorna 90 e está disposto em um ângulo em relação ao eixo de controle de grampo 80. O eixo de controle da bigorna 90 é a linha dorsal em que se dispõem os componentes para controlar o acionamento da bigorna. É esta separação dos eixos 80, 90 que permite que o grampeador elétrico 1 seja energizado usando um corpo de alavanca 10 que é pequeno o suficiente para se encaixar na mão de um médico e que não ocupe espaço demais que venha a restringir os movimentos do médico em todas as direções e orientações.

[0058] Dentro do corpo de alavanca 10 se encontra a chave liga/desliga 12 (por exemplo, um pino granada) para controlar a energia (por exemplo, energia de bateria) para todos os componentes elétricos e para o indicador de compressão de tecido 14. O indicador de compressão de tecido 14 indica ao médico que o tecido a ser comprimido entre a bigorna 60 e o cartucho de grampo 50 foi ou não foi comprimido com força compressiva maior do que a pré-estabelecida, o que será descrito com mais detalhes abaixo. Este indicador 14 está associado à uma chave de força 400 que foi descrita no Pedido de Patente Provisório US Nº de Série 60/801.989, depositado em 19 de maio de 2006, e intitulado "Chave de Força" (cuja integridade está incorporada neste documento como referência).

[0059] Os componentes ao longo do eixo de controle da bigorna 90 formam o conjunto de controle da bigorna 100. Uma estrutura de controle da bigorna 110 está alinhada ao longo do eixo de controle da bigorna 90 para alojar e/ou fixar vários componentes do conjunto de controle da bigorna 100 à estrutura. A estrutura de controle da bigorna 110 possui um suporte proximal 112, um suporte independente 114, e um suporte distal 116. Cada um destes suportes 112, 114, 116 pode ser encaixado ou integrado na estrutura de controle 110. Na versão de exemplo, para facilitar a fabricação, o suporte proximal 112 possui duas metades e está separado da estrutura 110, e o suporte intermediário 114 está separado da estrutura 110.

[0060] Na extremidade proximal do conjunto de controle da bigorna 100 está um motor da bigorna 120. O motor da bigorna 120 inclui motor de acionamento e uma caixa de câmbio que talvez precise converter a velocidade original de revolução do motor a uma velocidade de revolução axial de saída desejada. No presente caso, o motor de acionamento possui uma velocidade original de aproximadamente 10.000 rpm e a caixa de câmbio reduz a velocidade para aproximadamente 50 a 70 rpm a um eixo de 122 estendendo-se a partir de uma extremidade distal do motor da bigorna 120. O motor da bigorna 120 está protegido tanto longitudinalmente como rotacionalmente dentro do suporte

proximal 112.

[0061] Um acoplador de eixo-motor 130 está fixado rotacionalmente a um eixo 122, de forma que a rotação do eixo 122 se converte em uma rotação correspondente do acoplador do motor 130.

[0062] Posicionada distalmente do acoplador 130 está um conjunto de rosca giratória 140. O conjunto de rosca 140 é, nesta versão, um dispositivo de duas partes com uma metade de rosca proximal 141 e uma metade de rosca distal 142 fixadas rotacionalmente e longitudinalmente à metade da rosca proximal 141. Observa-se que estas metades de rosca 141, 142 podem ser integradas, se necessário. Neste documento, elas estão ilustradas em duas metades para facilitar a fabricação. A extremidade proximal do conjunto de rosca 140 está fixada rotacionalmente à extremidade distal do acoplador 130. Um suporte longitudinal e rotacional ao longo de todo o comprimento destas duas partes conectadas é assistido por suportes intermediário 114 e distal 116.

[0063] Uma bucha de rosca proximal 150 (veja FIG. 3) é interposta entre o suporte intermediário 114 e a metade de rosca proximal 141, e uma bucha de rosca distal 160 é interposta entre o suporte distal 116 e a metade de rosca distal 142 para que estas partes possam girar de forma eficiente e substancialmente sem fricção dentro do corpo de alavanca 10 e da estrutura de controle da bigorna 110. As buchas 150, 160 podem ser de qualquer material de rolamento adequado, por exemplo, eles podem ser de metal, como o bronze, ou um polímero, como o nylon. Para aumentar mais a fricção longitudinal entre o conjunto de rosca rotativa 140 e o acoplador 130, uma arruela intercalar 170 está disposta entre a bucha proximal 150 e a metade da rosca proximal 141.

[0064] A rotação do acoplador 130 e do conjunto de rosca 140 é usada para avançar ou retrainir a haste rosqueada 180, que é o mecanismo através do qual a bigorna 60 é estendida ou retraída. A haste rosqueada 180 é mostrada com mais detalhe na vista deflagrada das FIGS. 3 a 4 e está descrita com mais detalhes abaixo. Um suporte de haste 190 está anexado a uma extremidade distal da estrutura de controle da bigorna 110 para estender as superfícies de suporte

dentro do conjunto de porca 140 que mantém a haste 180 alinhada ao longo do eixo de controle da bigorna 90. O suporte da haste 190 possui um formato interno macio que corresponde a um formato externo da parte da haste 180 que passa através dela. Este cruzamento de formatos permite que a haste 180 se mova proximalmente e distalmente através do suporte 190 substancialmente sem fricção. Para melhorar o movimento de fricção da haste 180 através do suporte 190, na versão de exemplo, é disposta uma bucha de haste cilíndrica 192 entre o suporte 190 e a haste 180. A bucha da haste 192 não está visível na FIG. 2 porque ela descansa dentro do suporte 190. Entretanto, a bucha da haste 192 está visível na vista deflagrada das FIGS. 3 a 4. Com a bucha da haste 192 no lugar, o formato interno do suporte 190 corresponde ao formato interno da bucha da haste 192 e o formato interno da bucha da haste 192 corresponde ao formato externo da parte da haste 180 que passa através dela. A bucha da haste 192 pode ser, por exemplo, de metal, como o bronze, ou um polímero, como o nylon.

[0065] Os componentes ao longo do eixo de controle de grampo 80 formam um conjunto de atuação 200. O conjunto de atuação 200 está ilustrado na FIG. 5 visualizado a partir de uma perspectiva superior e lateral proximais. A extremidade proximal do conjunto de controle de grampos inclui um motor elétrico de grampeamento 210. O motor elétrico de grampeamento 210 inclui o motor de acionamento e qualquer caixa de câmbio que poderia ser necessária para converter a velocidade de revolução original do motor a uma velocidade de revolução desejada. No presente caso, o motor de acionamento possui uma velocidade original de aproximadamente 20.000 rpm e a caixa de câmbio converte a velocidade para aproximadamente 200 rpm a um eixo de saída 212 na extremidade distal da caixa de câmbio. O eixo 212 não pode ser visto na vista da FIG. 5, mas pode ser visto na vista deflagrada das FIGS. 6 a 7.

[0066] O motor elétrico de grampeamento 210 está fixado rotacionalmente e longitudinalmente a um suporte de motor 220. Distal do suporte do motor 220 está um suporte de acoplamento intermediário 230. Este suporte de acoplamento 230 possui uma placa distal 232 que é mostrada, por exemplo, na

FIG. 6. A placa distal 232 é removível do suporte de acoplamento 230 de forma que um parafuso rotativo 250 possa ser retido entre eles. É este parafuso rotativo 250 que atua como o acionamento para ejetar os grampos para fora do cartucho de grampo 50. A eficiência na transferência do movimento rotacional do eixo 212 para o parafuso rotativo 250 é um fator que pode aumentar substancialmente a capacidade do grampeador 1 de liberar a força longitudinal de ejeção de grampo necessária até 113,40 kg. Assim, um exemplo de versão do parafuso 250 possui uma rosca de perfil trapezoidal.

[0067] Existem dois modos de exemplo descritos neste documento que permitem acoplar a rotação do eixo 212 ao parafuso 250. Primeiro, o motor elétrico de grampeamento 210 pode ser alojado "frouxamente" dentro de uma câmara definida pelo corpo de alavanca 10, de forma que seja estável rotativamente, mas possui jogo para mover radialmente e de tal forma que ele fique estável longitudinalmente, mas possua jogo para se mover. Neste tipo de configuração, o motor elétrico de grampeamento 210 "encontrará seu próprio centro" para alinhar o eixo 212 ao eixo do parafuso 250, que, na versão de exemplo, também é o eixo de controle de grampo 80.

[0068] Uma segunda versão de exemplo para o alinhamento do eixo 212 e do parafuso está ilustrada nas FIGS. 1 a 5, por exemplo. Nesta versão, uma extremidade proximal de um acoplamento flexível 240 é fixada (tanto rotacionalmente como longitudinalmente) ao eixo 212. Esta conexão é formada encaixando-se a extremidade distal do eixo 212 dentro de um orifício proximal 241 do acoplamento flexível 240. Veja a FIG. 12. O eixo 212 é, então, prendido nele com um parafuso trava proximal 213. O parafuso 250 possui uma extensão proximal 251 que se encaixa dentro do orifício distal 242 do acoplamento flexível 240 e fica seguro nele por um parafuso trava distal 252. Observa-se que as figuras dos desenhos mostram o acoplamento flexível 240 com sulcos em sua parte central. Em uma versão de exemplo do acoplamento 240, o componente é de alumínio ou plástico moldado e possui um recorte em espiral ou em forma de hélice em torno da circunferência de sua parte central. Neste tipo de

configuração, uma extremidade do acoplamento 240 pode se mover em uma direção radial (360 graus) em relação à outra extremidade (como em uma suspensão), e assim fornecer a flexão desejada para alinhar de forma eficiente os eixos centrais do eixo 212 e do parafuso 250.

[0069] A extensão proximal 251 do parafuso 250 é substancialmente menor em diâmetro do que o diâmetro do orifício 231 que existe em e através do suporte do acoplamento intermediário 230. Este orifício 231 possui dois passos ascendentes em diâmetro em sua lateral distal. O primeiro passo ascendente em diâmetro está dimensionado para encaixar um casquilho de rosca de raio proximal 260, que é formada de um material que é mais macio do que o suporte do acoplamento intermediário 230. A bucha do parafuso de raio proximal 260 somente mantém o parafuso 250 alinhado axialmente e não absorve ou transmite qualquer empuxo longitudinal. O segundo passo ascendente em diâmetro está dimensionado para encaixar um rolamento de empuxo proximal 270, para o parafuso 250. Em uma versão de exemplo do rolamento de empuxo 270, placas proximal e distal unem uma placa retentora de esfera do rolamento e as esferas do rolamento entre elas. Este rolamento de empuxo 270 absorve todo impulso longitudinal que é conferido em direção ao eixo 212 enquanto que até 113,40 kg de força longitudinal está sendo aplicada para ejetar os grampos do cartucho de grampo 50. A extensão longitudinal 251 do parafuso 250 possui diferentes diâmetros dimensionados para cada um dos interiores do casquilho de rosca 260 e do rolamento de empuxo 50. A extensão proximal 251 do parafuso 250 possui diferentes diâmetros dimensionados para cada um dos interiores do casquilho de rosca 260 e do rolamento de empuxo 270. O suporte do motor 220 e o suporte do acoplamento 230, assim, formam dois dispositivos que sustentam o acoplamento flexível 240 entre eles.

[0070] O parafuso rotativo 250 está retido dentro da placa distal 232 com um casquilho de rosca de raio distal 280, similar ao casquilho de rosca de raio proximal 260. Assim, o parafuso 250 gira livremente dentro da placa distal 232. Para converter a rotação do parafuso 250 em um movimento distal linear, o

parafuso 250 é rosqueado dentro de uma porca móvel 290. O movimento da porca 290 fica limitado a quantidade de movimento que é necessária para completar o acionamento dos grampos; em outras palavras, a porca 290 precisa apenas se mover por uma distância suficiente para conformar os grampos fechados entre o cartucho de grampo 50 e a bigorna 60 e estender a lâmina cortante, se aplicável, dentro do cartucho de grampo 50, e então retraí-la. Quando a porca 290 está na posição mais proximal (veja, por exemplo, a FIG. 12), os grampos ficam em posição de descanso e prontos para serem disparados. Quando a porca 290 está na posição mais distal, os grampos estão grampeados e em torno do tecido interposto entre o cartucho de grampo 50 e a bigorna, e a faca, se aplicável, está totalmente através do tecido a ser cortado. A posição mais distal da porca 290 está limitada pela localização da placa distal 232. Assim, o comprimento longitudinal das roscas do parafuso 250 e a localização da placa distal 232 limita o movimento distal da porca 290.

[0071] As perdas friccionais entre o parafuso 250 e a porta 290 contribuem para uma redução significativa nos pesos totais de força que pode ser transmitida para o cartucho de grampo 50 através do êmbolo do cartucho 320. Por isto, é desejável que se escolha os materiais do parafuso 250 e da porca 290 e o passo das roscas do parafuso 250 de uma forma otimizada. Concluiu-se que o uso de um polímero de baixa fricção para a fabricação da porca 290 diminuirá a fricção o suficiente para transmitir aproximadamente 113,40 kg de força longitudinal para a extremidade distal do êmbolo 320 - a quantidade de força que é necessária para dispor de forma efetiva os grampos. Dois particulares materiais de exemplo oferecem as características desejadas e são referidos na arte como Mistura de Acetal AF DELRIN® (um material termoplástico que combina fibras de TEFLON® dispersas uniformemente em resina acetal DELRIN®) e RULON® (uma forma composta de fluorocarbono TFE) ou outros polímeros de baixa fricção similares.

[0072] Um suporte de acoplamento de porca 300 está longitudinalmente fixado à porca 290 de forma que ele se mova juntamente com a porca 290. O

suporte de acoplamento da porca 300 oferece suporte para o material da porca relativamente macio e instável. Na versão de exemplo mostrada, o suporte 300 possui uma cavidade interna com um formato que corresponde ao formato exterior da porca 290. Assim, a porca 290 se encaixa confortavelmente no suporte de acoplamento 300 e o movimento da porca 290 se converte em um movimento correspondente do suporte de acoplamento da porca 300. O formato do suporte de acoplamento da porca 300 é, na versão de exemplo, ditada pelos componentes circundantes e pelas forças longitudinais que ele tem que suportar. Por exemplo, existe uma cavidade interior 302 distal da porca 290 que está conformada para receber nela a placa distal 232. O suporte de acoplamento de porca 300 possui ainda um alojamento distal 304 para receber nele uma haste de reforço 310. A haste de reforço 310 aumenta o suporte longitudinal e forma uma parte da conexão entre a porca 290 e um êmbolo do cartucho 320 (veja, por exemplo, a FIG. 5), que é a última ligação móvel entre os elementos no corpo de alavanca 10 e o cartucho de grampo 50. Um suporte de disparo 330, disposto entre a extremidade distal do suporte de acoplamento da porca 300 e a haste de reforço 310, prolonga a conexão entre o suporte de acoplamento da porca 300 e a haste 310.

[0073] Vários componentes do grampeador 1 são conectados um ao outro para formar uma linha dorsal ou espinha. Esta linha dorsal é uma estrutura que propicia estabilidade multidirecional e é construída em quatro partes principais (na ordem de proximal para distal): a estrutura de controle da bigorna 110, a placa dorsal proximal 70 (mostrada nas FIGS. 3 a 4 e 6 a 7), uma placa dorsal distal 340, e um colar da bigorna 30. Cada uma destas quatro partes está fixada longitudinalmente e rotacionalmente uma em relação à outra nesta ordem, e formam o esqueleto em que o restante dos componentes da alavanca está de alguma forma acoplado. O suporte lateral dos componentes é provido de contornos nas superfícies internas do corpo de alavanca 10, que em uma versão de exemplo, é formado de duas metades, uma metade esquerda 11 e uma metade direita 13. De forma alternativa, o suporte poderia ser uma estrutura

simples, prensada ou incorporada nas metades da alavanca 11, 13.

[0074] A funcionalidade do conjunto de controle da bigorna 100 está descrita em relação às FIGS. 17 a 27. Para realizar um procedimento de grampeamento com o grampeador 1, a bigorna 60 é removida totalmente do grampeador 1, conforme mostrado na FIG. 17. A chave de abertura da bigorna 20 é abaixada para estender a extremidade distal da ponta do trocarte 410 acoplada dentro do cartucho de grampo e que está conectada fixamente e longitudinalmente ao parafuso 250. O ponto da ponta do trocarte 410 pode, agora, passar ou perfurar o tecido que está sendo grampeado. O usuário pode, neste ponto, substituir a bigorna 60 sobre a ponta do trocarte 410 a partir da lateral oposta do tecido (veja FIG. 18) e, assim, travar a bigorna 60 sobre ele. A chave fechada da bigorna 22 pode ser acionada para iniciar o fechamento da bigorna 60 em relação ao cartucho de grampo 50 e perfurar o tecido entre eles dentro do da abertura bigorna-cartucho 62.

[0075] Para descrever como ocorre o movimento de controle da ponta do trocarte da bigorna 60, faz-se referência às FIGS. 8 a 10, 14 a 15, e 18. Conforme mostrado nas linhas tracejadas da FIG. 15, um pino guia da haste 143 fica posicionado dentro do orifício central 144 da metade da rosca distal 142. Na medida em que a haste rosqueada 180 é aparafusada na porca rotativa 140, 141, 142, o pino 143 alcança a extremidade proximal da rosca 182 para circundar o pino 143. Assim, a rotação da porca 40 com o pino 143 dentro da rosca 182 causará o movimento proximal e distal da haste 180, dependendo da direção de rotação da porca. A rosca 182 possui um passo variável, conforme mostrado nas FIGS. 14 a 15, para mover a bigorna 60 nas diferentes velocidades longitudinais. Quando o pino 143 está dentro da parte de rosca assentada mais longa (mais baixa) 183, a bigorna 60 se move longitudinalmente mais rápido. Em comparação, quando o pino 143 está dentro da parte de rosca assentada mais curta (mais alta) 184, a bigorna 60 se move longitudinalmente mais devagar. Pode ser observado que o pino 143 é a única parte que entra em contato com a rosca 182 quando está na parte de rosca assentada mais longa 183. Assim, o

pino 143 fica exposto à força total longitudinal que está atuando sobre a haste 180 neste momento. O pino 143 é forte o suficiente para reter estas forças, mas talvez não seja suficiente para suportar toda força longitudinal que poderia ocorrer com o fechamento da bigorna 60 sobre o tecido interposto.

[0076] Conforme mostrado na FIG. 14, a haste 180 dispõe de uma parte de rosca assentada mais curta 184 para se encaixar em uma rosca interna correspondente 145 na extremidade proximal do orifício central 144 da metade da porca proximal 141. Quando a parte de rosca assentada mais curta 184 engata a rosca interna 145, a superfície total transversa 184 entra em contato com a rosca interna 145. Este contato de superfície é bem maior do que o contato entre o pino 143 e qualquer parte da rosca 182 e, por isto, pode suportar toda força longitudinal que ocorre em relação ao fechamento da bigorna 60, especialmente quando a bigorna 60 está fechando sobre o tecido durante a posição de disparo do grampo. Por exemplo, na versão de exemplo, o pino 143 suporta aproximadamente 13 a 22 kg de força longitudinal. Isto é comparado às roscas, que podem suportar até 181 kg de força longitudinal – uma diferença de quase 10-por-1. Uma versão de exemplo alternativa de conjunto de controle da bigorna 100 pode remover totalmente o enroscamento complexo da haste 180. Nestes casos, a haste 180 possui um passo de rosca simples e o motor da bigorna 120 é acionado (através de programação correspondente na placa de circuito 500) a diferentes velocidades dependendo da posição longitudinal da haste de rosca simples 180.

[0077] Em qualquer versão para acionamento dos motores 120, 210, a programação de controle pode assumir muitas formas. Em uma versão de exemplo, o microcontrolador na placa de circuito 500 energizado por bateria pode aplicar modulação (por exemplo, largura de pulso, frequência de pulso) para acionar um ou ambos os motores. Ainda, devido ao grampeador 1 ser um dispositivo que possui um baixo ciclo de trabalho, ou ser um dispositivo de uso único, os componentes podem ser acionados para exceder as especificações aceitáveis dos fabricantes. Por exemplo, uma caixa de câmbio pode ser regulada

além de sua capacidade nominal. Ainda, um motor de acionamento, por exemplo, um motor de 6 volts, pode ser sobre energizado, por exemplo, para 12 volts.

[0078] O fechamento da bigorna 60 de uma posição estendida para uma posição em que o tecido não seja comprimido ou apenas levemente comprimido pode ocorrer rapidamente sem causar dano ao tecido interposto. Consequentemente, a parte da rosca torcida mais longa 183 permite ao usuário rapidamente fechar a bigorna 60 no tecido em um estado de tecido em pré-compressão. Posteriormente, é desejável comprimir o tecido lentamente de modo que o usuário possua controle para evitar o excesso de compressão do tecido. Como tal, a parte de rosca assentada mais curta 184 é usada sobre esta última faixa de movimento e oferece ao usuário um grau maior de controle. Durante este tipo de compressão, a chave de força 400 vista na FIG. 18 e descrita no Pedido Provisório de Patente US co-pendente N° 60/801.989 pode ser usada para indicar ao usuário através do indicador de compressão de tecido 14 (e/ou para o circuito de controle da placa de circuito 500) que o tecido está sendo comprimido com uma força que é maior do que a pré-carga da mola 420 dentro da chave de força 400. Pode ser observado que a FIG. 18 ilustra a versão da chave de força 400 na configuração normalmente aberta descrita como primeira versão de exemplo do Pedido de Patente Provisório US N° 60/801.989. É possível usar também um medidor de tensão para medir a compressão do tecido.

[0079] As FIGS. 19 a 23 ilustram o movimento da haste 180 de uma posição estendida da bigorna (veja FIGS. 19 a 20), para uma posição de distância de fechamento de 1 cm (veja FIG. 21), para uma posição de pronta para disparo de grampo (veja FIG. 22), e, finalmente, para uma posição totalmente fechada da bigorna (veja FIG. 23). O movimento da haste 180 é controlado eletricamente (por meio da placa de circuito 500) pelo contato entre a parte de um atuador da superfície do came 185 sobre a haste 180 e alavancas ou teclas acionadoras de uma série de microchaves posicionadas no corpo da alavanca 10.

[0080] Uma chave totalmente estendida da haste 610 (veja FIG. 19) está em posição distal no corpo de alavanca 10 para que o atuador 185 comprima a alavanca de acionamento da chave totalmente estendida da haste 610 quando a haste 180 (e, assim, a bigorna 60) está em uma posição totalmente estendida. Uma chave de 1 cm 612 está posicionada em uma posição intermediária dentro do corpo de alavanca 10 (veja FIGS. 20 a 21) para evitar que a parte de superfície do came de 1 cm 186 da haste 180 pressione a tecla de acionamento da chave de 1 cm 612 quando a haste 180 (e, assim, a bigorna 60) está dentro de 1 cm da posição de totalmente fechada. Após atingir a distância de fechamento de 1 cm, conforme mostrado na FIG. 22, o atuador da superfície do came 185 engata uma chave pronta para disparo de grampo 614. A extremidade inferior do atuador 185, conforme visualizado nas FIGS. 22 a 23, possui uma engrenagem cônica tanto nas laterais dianteiras como traseiras em relação à tecla da chave de pronto disparo de grampo 614 e a distância entre a parte sobre as duas engrenagens cônicas que acionam a tecla (ou, somente a sua parte plana) corresponde à faixa de formação de grampo aceitável (por exemplo, comprimento seguro de disparo) dos grampos no cartucho de grampo 50. Assim, quando o botão da chave de pronto disparo de grampo 614 é abaixado pela primeira vez, a distância entre a bigorna 60 e o cartucho de grampo 50 está na faixa mais longa para se atingir, de forma bem-sucedida, um disparo e fechamento de grampos. Enquanto a tecla está abaixada, a distância de separação 62 da bigorna (veja FIG. 18) permanece dentro de uma faixa segura de disparo de grampo. Entretanto, quando a tecla da chave de pronto disparo de grampo 614 não está mais abaixada – devido ao atuador 185 estar posicionado proximalmente à tecla, então os grampos não serão disparados, porque a distância é pequena demais para o grampeamento terapêutico. A FIG. 23 mostra a haste 180 na posição mais proximal, que está indicada pela extremidade superior do atuador 185 fechando a alavanca de uma chave totalmente retraída da haste 616. Quando esta chave 616 está ativada, a programação na placa de circuito 500 impede que o motor 120 gire em uma direção de retração da haste;

em outras palavras, ela é uma chave de interrupção para retrain a haste 180 na direção proximal.

[0081] Observou-se que as FIGS. 2 a 3, 11 a 12, e 16 ilustram a extremidade distal da haste 180 que não está conectada a nenhum outro dispositivo em sua extremidade distal (que contataria então a extremidade proximal da chave de força 400). A faixa de conexão ou faixas entre a extremidade distal da haste 180 e a extremidade proximal da chave de força 400 não são mostradas nos desenhos somente por questões de entendimento. Em uma versão de exemplo, as faixas de tração são planas e flexíveis para atravessar o lado inferior do êmbolo do cartucho 320 através do colar da bigorna 30 e até a extremidade proximal da chave de força 400. Naturalmente, se a chave de força 400 não está presente, as faixas seriam conectadas à extremidade proximal da ponta do trocarte 410 que se conecta livremente à extremidade proximal da bigorna 60.

[0082] A funcionalidade do conjunto de controle de grampos é descrita em relação às FIGS. 12 a 16 e 24 a 27, em particular, à FIG. 24. O motor elétrico de grampeamento 210 fica retido entre o rolamento do motor 222 e uma cobertura do eixo do motor 224. O eixo 212 do motor elétrico de grampeamento 210 está conectado rotativamente à extremidade distal do acoplamento flexível 240 e a extremidade distal do acoplamento flexível 240 está conectada rotativamente à extremidade proximal do parafuso 250, que gira sobre os rolamentos 260, 270, 280 que estão dispostos dentro do suporte de acoplamento intermediário 230 e a placa distal 232. A porca de translação longitudinalmente 290 é rosqueada no parafuso 250 entre o suporte de acoplamento 230 e a placa distal 232. Por isto, a rotação do eixo 212 se converte em uma rotação correspondente do parafuso 250.

[0083] O suporte de acoplamento da porca 300 é fixado longitudinalmente na porca 290 e na haste de reforço 310 e no suporte de disparo 330. O suporte de disparo 330 é fixado longitudinalmente ao êmbolo do cartucho 320, que se estende (através de um acionador de grampo não ilustrado) até o cartucho de grampo 50 (ou até os grampos). Com este tipo de conexão, o movimento

longitudinal da porca 290 se converte em um movimento longitudinal correspondente do êmbolo do cartucho 320. Assim, quando a chave de disparo de grampo 22 é ativada, o motor elétrico de grampeamento 210 gira um número suficiente de vezes de forma que os grampos são completamente disparados do cartucho de grampo 50 (e a lâmina de corte, se presente, é estendida para cortar completamente o tecido entre a bigorna 60 e o cartucho de grampo 50). A programação no circuito, conforme descrita abaixo, então faz com que o êmbolo de grampo 320 se retraia após o disparo e remova qualquer parte das partes do grampo e/ou da lâmina dentro do cartucho de grampo 50 a partir de uma abertura no cartucho-bigorna 62.

[0084] O controle deste movimento de grampeamento, novamente, ocorre através das microchaves conectadas à placa de circuito 500 através de conexões elétricas como, por exemplo, por fios. Uma primeira destas chaves de controle, a chave de grampo proximal 618, controla a retração do conjunto de controle de grampos e define a posição mais proximal deste conjunto. Para acionar esta chave, uma placa de acionamento 306 está anexada, de uma maneira ajustável, a um lado do suporte de acoplamento da porca 300. Veja, por exemplo, as FIGS. 6 e 24. Como tal, quando a porca 290 se move proximalmente para fazer com que a placa 306 sobre o suporte de acoplamento da porca 300 acione a chave de grampo proximal 618, a força para o motor elétrico de grampeamento 210 é removida para interromper demais movimento direcionado proximalmente do conjunto de controle de grampos. A segunda das chaves para controlar o movimento do conjunto de controle de grampos está localizada oposta a uma superfície oposta distal da haste de reforço 310. Veja, por exemplo, a FIG. 27. Na superfície está disposto um membro do came ajustável longitudinalmente 312 que contata uma chave de grampo distal 620. Em uma versão de exemplo, o membro do came 312 é um parafuso que está rosqueado em um orifício distal da haste de reforço 310. Assim, quando a porca 290 se move distalmente para fazer com que o membro do came 312 da haste de reforço ative a chave de grampo distal 620, a força para o motor elétrico de

grampeamento 210 é removida para interromper demais movimento direcionado distalmente do conjunto de controle de grampos.

[0085] As FIGS. 28 e 29 ilustram um conjunto de conexão removível que permite a substituição de um cartucho de grampo 60 diferente na extremidade distal da bigorna 30.

[0086] A câmara mais proximal do corpo da alavanca 10 define uma cavidade para reter dentro dela um suprimento de energia 600. Este suprimento de energia 600 está conectado através da placa de circuito 500 aos motores 120, 210 e aos outros componentes elétricos do grampeador 1.

[0087] Os componentes eletrônicos do grampeador 1 foram descritos em geral com relação ao controle através da placa de circuito 500. O grampeador elétrico 1 inclui, conforme descrito acima, dois motores de acionamento 120, 210 energizados por baterias e controlados por botões de pressão, 20, 21, 22. As faixas de movimento de cada motor 120, 210 são controladas pelas chaves de limite 610, 616, 618, 620 nas extremidades de movimento e nos locais intermediários 612 614 ao longo do movimento. A lógica pela qual os motores 120, 210 são controlados pode ser realizada de diversas formas. Por exemplo, relê ou linguagem tipo *ladder logic*, podem ser usadas para definir o algoritmo de controle dos motores 120, 210 e as chaves 610, 612, 614, 616, 618, 620. Este tipo de configuração é um método de controle simples, mas limitado. Um método mais flexível emprega um sistema de controle por microprocessador que capta as entradas na chave, bloqueia desligamento, aciona luzes indicadoras, registra dados, fornece retorno audível, aciona display visual, dispositivos de identificação de perguntas (por exemplo, dispositivos de identificação de frequência (RFIDs) ou dispositivos de identificação criptográfica), capta forças, se comunica com dispositivos externos, monitora a vida útil de baterias, etc. O microprocessador pode fazer parte de um circuito integrado construído especificamente para os fins de fazer interface com e controlar os sistemas eletromecânicos complexos. Entre os exemplos deste tipo de chip são aqueles oferecidos pela Atmel, como o Mega 128, e pela PIC, como o PIC 16F684.

[0088] Um programa de software é necessário para oferecer instruções de controle para este tipo de processador. Uma vez totalmente desenvolvido, o programa pode ser escrito ao processador e armazenado indefinidamente. Este tipo de sistema torna as mudanças no controle de algoritmo relativamente simples; as mudanças no software que são baixadas para o processador ajustam o controle e a interface do usuário sem alterar o layout da fiação ou mecânico do dispositivo.

[0089] Para um dispositivo descartável, uma situação de ligação é uma ocorrência de um tempo. Neste caso, a ligação pode ser realizada pressionando-se uma tecla ou uma liberação que é permanentemente removida do dispositivo.

[0090] A remoção permite o contato da bateria, e assim liga o dispositivo. Em qualquer versão do dispositivo, quando o dispositivo é ligado, o programa de controle começa a executar e, antes de deixar o dispositivo pronto para uso, segue através de uma rotina que permite a certificação das posições de extensão/ retração e dos subconjuntos de disparo, referida como uma rotina de *homing*. A rotina de *homing* pode ser executada pelo fabricante antes de ser despachado para o usuário. Nestes casos, a rotina de *homing* é realizada, as posições dos conjuntos são estabelecidas, e o dispositivo é despachado para o usuário em uma condição de pronto uso. Logo após a inicialização, o dispositivo verifica suas posições e está pronto para uso.

[0091] Os indicadores visuais (por exemplo, LEDs) são usados para oferecer resposta de retorno ao usuário. No caso das chaves tipo botão de pressão 20, 21, 22, elas podem estar acessas (ou luz traseira) quando ativadas e apagadas quando estão desativadas. Os indicadores podem piscar para transmitir informações adicionais para o usuário. No caso de uma resposta atrasada após o pressionamento de um botão, uma determinada luz pode piscar a uma velocidade cada vez maior, na medida em que a resposta se torne iminente, por exemplo. Os indicadores também podem iluminar com diferentes cores para indicar vários estados.

[0092] Os comes são usados em várias posições no grampeador 1 para

ativar as chaves de limite que fornecem informações de posição ao processador. Usando os cames lineares de vários comprimentos, as faixas de posição podem ser fixadas. De forma alternativa, os codificadores podem ser usados no lugar das chaves de limite (posicionamento absoluto e incremental). As chaves de limite são binárias. Liga ou desliga. Ao invés de entrada binária para informações de posição, os codificadores (tais como os codificadores óticos) podem ser usados para fornecer informações de posição. Um outro modo de fornecer feedback de posição inclui montar geradores de pulso na extremidade dos motores que acionam os subconjuntos. Por meio da contagem de pulsos e conhecendo a relação de giros do motor para o movimento linear, a posição absoluta pode ser definida.

[0093] O uso de um processador possibilita o armazenamento de dados. Por exemplo, informações vitais e pré-carregadas, tais como o número de série do dispositivo e a revisão de software. A memória pode também ser usada para registrar dados enquanto o grampeador 1 está em uso. Todo botão de pressão, toda transmissão de chave de limite, todo disparo abortado, todo disparo concluído, etc., podem ser armazenados para recuperação posterior e diagnóstico. Os dados podem ser recuperados através de uma porta de programação ou por meio de um sistema sem fio. Em uma versão de exemplo, o dispositivo pode ser colocado no modo de diagnóstico através de uma série de acionamentos de botão. Neste modo de diagnóstico, um médico pode acessar o grampeador 1 para determinados dados ou para transmitir/dar saída a determinados dados. A resposta do grampeador 1, como por exemplo, uma pergunta pode ser na forma de LEDs que piscam, ou, no caso de um dispositivo com um monitor, dados com caracteres visuais, ou podem ser também dados eletrônicos. Conforme descrito acima, um medidor de tensão pode ser usado para saída analógica e para fornecer uma faixa de tensão aceitável.

[0094] De forma alternativa, a adição de uma segunda mola e componentes de suporte podem fixar esta faixa mecanicamente.

[0095] Um algoritmo de controle de exemplo para um grampeador de disparo

simples 1 pode incluir as seguintes etapas:

- Ligar.
- Verificar a posição de home e ir para a posição de home, se necessário/desejado.
- Permitir a extensão /retração dos botões (acessos) e desabilitar (apagados) o botão de disparo de grampo.
- Permitir o botão de disparo de grampo somente após extensão total (remoção da bigorna) e retração subsequente com os botões de extensão/retração permanecendo habilitados.
- Logo após o acionamento do botão de disparo de grampo, retraindo a bigorna até que a chave de força seja ativada.
- Começar a contagem piscando o LED do botão de disparo e aumentando a velocidade de piscadas na medida em que o ciclo de disparo se torna iminente. Continue monitorando a chave de força e retraia a bigorna de forma que a chave de força permaneça ativada.
- Durante o ciclo de disparo de grampo, qualquer pressionamento de botão aborta a rotina de disparo de grampo.
- Se ocorrer o aborto antes que o motor de disparo de grampo seja ativado, o ciclo de disparo pára, a bigorna é estendida para a posição de home, e o botão de disparo de grampo permanece ativo e pronto para um re-disparo.
- De forma alternativa, se ocorrer o aborto durante o movimento do motor de disparo, o ciclo de disparo pára, o motor de disparo é retraído, a bigorna retorna a posição de home, e o botão de disparo se torna inativo; assim, o grampeador (ou o cartucho de grampo, não pode ser usado).
- Após a contagem para disparo estar completa, a chave de limite da faixa de grampo é indagada por posição. Se a chave de limite da faixa de grampo estiver ativada, isso significa que a bigorna está dentro de uma faixa de disparo de grampo aceitável, então o motor de disparo de grampo é ativado e o ciclo de disparo de grampo prossegue. Se a chave de limite

da faixa de grampo não estiver ativada, então o ciclo de disparo é abortado, a bigorna retorna à posição de home, e o botão de disparo de grampo permanece ativo e pronto para uma tentativa de re-disparo.

- Após um disparo de grampo completo, a bigorna permanece em posição fechada e somente o botão de extensão permanece ativo. Uma vez que a bigorna está estendida para pelo menos a posição de home, tanto os botões de extensão como de retração se tornam ativos. O botão de disparo de grampo permanece inativo após um disparo de grampo completo.

[0096] Ao longo de todo o ciclo de exemplo acima, os acionamentos de botão, as posições de chave, os abortos e os disparos podem ser registrados.

[0097] Em um procedimento cirúrgico, o grampeador é um dispositivo unidirecional. No modo de teste, entretanto, o usuário do teste precisa ter a habilidade de mover o trocarte 410 e a bigorna 60 para frente e para trás conforme desejado. A característica de ligação permite ao usuário entrar em um modo manual para fins de teste. Este modo de teste pode ser desengatado e o grampeador restabelecido para o modo de uso para fins de acondicionamento e despacho.

[0098] Para propósitos de acondicionamento, é desejado (mas não necessário) que a bigorna 60 fique disposta a uma distância do cartucho de grampo 50. Por isso, uma sequência de *homing* pode ser programada para posicionar a bigorna 60 um centímetro (por exemplo) distante do cartucho de grampo 50 antes do desligamento para acondicionamento e despacho.

[0099] Quando o grampeador elétrico está desembalado e pronto para ser usado numa cirurgia, o usuário liga o grampeador (chave 12). Os grampos não devem ser disparados de forma alguma antes de estarem em uma posição de disparo de grampo apropriada e em um estado de compressão de tecido desejado. Assim, a função de extensão/retração da bigorna/trocarte é a única função que está habilitada. Nesta situação, os botões de extensão e retração 20, 21 estão acesos e a chave de disparo de grampo 22 está apagada (ou seja,

desabilitada).

[0100] Antes de usar no paciente, o trocarte 410 fica estendido e a bigorna 60 é removida. Se o grampeador está sendo usado para anastomizar um colón, por exemplo, o trocarte 410 é retraído de volta para o colar da bigorna 30 e o cartucho de grampo 50 e o colar da bigorna 30 são inseridos via trans-anal no colón para uma lateral na direção da dissecação. A bigorna 60, ao contrário, fica inserida através de uma incisão laparoscópica em sentido contrário e colocada na lateral contra a dissecação. A bigorna 60 é engatada ao trocarte 410 e as duas partes são retraídas em direção ao cartucho da bigorna 50 até que ocorra uma condição de pronto grampeamento. Conforme descrito acima, a bigorna é movida a uma distância que não comprime substancialmente e, especialmente, não disseca, o tecido entre eles. Neste ponto o disparo de grampo pode ocorrer quando desejado.

[0101] A seqüência de disparo de grampo é iniciada ativando-se a chave de disparo de grampo 22. O disparo de grampo pode ser abortado a qualquer momento durante a seqüência de disparo, seja anterior ao movimento (durante o ciclo de descoloração) ou durante o movimento (tenham os grampos se formado ou não). O software é programado para iniciar uma seqüência de contagem de disparo de grampo, já que ele compreendeu que o tecido precisa ser comprimido e dissecado antes que o disparo de grampo possa ocorrer. Assim, após a chave de disparo de grampo 22 ser ativada, a bigorna 60 se fecha sobre o tecido interposto e começa a comprimir o tecido. A seqüência de disparo de grampo inclui uma ótima medição de compressão de tecido (OTC) e um mecanismo de controle de feedback que faz com que os grampos sejam disparados somente quando a compressão está em uma faixa de pressão desejada, referida como faixa de OTC, e um período de tempo suficiente tenha transcorrido que permita a remoção de fluido do tecido comprimido. A faixa de OTC é conhecida anteriormente baseada nas características conhecidas do tecido a ser comprimido entre a bigorna 60 e o cartucho de grampo 50 (a chave de força pode ser sintonizada para diferentes faixas de OTC de tecido). É a

chave de força 400 que fornece a medição de OTC e propicia ao microprocessador informações que indicam que a OTC para um determinado tecido foi atingida. O estado de OTC pode ser indicado ao usuário através, por exemplo, de um LED.

[0102] Quando a seqüência de disparo começa, a chave de disparo de grampo 22 pode vir a piscar a uma dada frequência e continuar piscando cada vez mais rápido, por exemplo, até que ocorra o disparo. Se não ocorrer qualquer aborto durante esse tempo de espera, o estado OTC permanecerá pela duração de dissecação pré-programada e o disparo de grampo ocorrerá após a conclusão da contagem. No exemplo de anastomose de colón com um grampeador circular, o grampeamento da dissecação ocorre simultaneamente com um corte de tecido no centro da dissecação. Este corte garante uma clara abertura no centro do anel circular dos grampos, suficiente para criar uma abertura para um comportamento normal do colón após a cirurgia ser concluída.

[0103] Na medida em que o líquido do tecido comprimido interposto é removido, a força compressiva sobre o tecido naturalmente se reduz. Em alguns casos, esta redução pode ficar fora da faixa de OTC. Por isso, o programa inclui um controle de compressão da bigorna de ciclo fechado que é dependente das medições contínuas fornecidas pela chave de força 400. Com este feedback, o tecido comprimido é mantido dentro da faixa de OTC ao longo de todo procedimento e mesmo após ser dissecado.

[0104] Durante o ciclo de disparo de grampo, qualquer acionamento de uma chave de controle pelo usuário pode ser programado para abortar a rotina de disparo de grampo. Se ocorrer um aborto antes do motor de disparo de grampo 410 ser ativado, o ciclo de disparo pára, a bigorna 60 é estendida para uma posição de home, e a chave de disparo de grampo 22 permanece ativa e pronta para uma tentativa de re-disparo, se necessário. De forma alternativa, se ocorrer o aborto durante o movimento do motor elétrico de grampeamento 210, o ciclo de disparo pára e o motor elétrico de grampeamento 210 faz com que a bigorna 60 se estenda para sua posição de home. Neste ponto, a chave de disparo de

grampo 22 se torna inativa. Assim, o grampeador (ou aquele cartucho de grampo específico) não pode mais ser usado (a menos que o cartucho de grampo seja substituído).

[0105] Observou-se que antes que um disparo de grampo possa ocorrer, uma chave de limite de faixa de grampo é indagada sobre a posição relativa do cartucho de grampo 50 e da bigorna 60. Se a chave de limite de faixa de grampo é ativada, isso significa que a bigorna 60 está dentro de uma faixa de disparo de grampo aceitável, então o motor elétrico de grampeamento 210 pode ser ativado e o ciclo de disparo pode prosseguir. Se a chave de limite de faixa de grampo não está ativada, então o ciclo de disparo é abortado, a bigorna 60 retorna para a posição de home, e a chave de disparo de grampo 22 permanece ativa e pronta para uma tentativa de re-disparo.

[0106] A energização (também referido como acionamento, energização, controle ou ativação) do motor e/ou do trem de acionamento de uma parte do efetor terminal cirúrgico (por exemplo, bigorna ou o grampeador/cortador) é descrita neste documento. Deve ser entendido que esta energização não precisa estar limitada a uma simples pressão de um botão de acionamento pelo usuário nem a energização de um motor limitado a uma energização simples do motor pela fonte de energia. O controle de qualquer motor no dispositivo pode exigir que o usuário pressione um botão de acionamento várias vezes, por exemplo, uma primeira vez para acionar uma parte do efetor terminal cirúrgico para um terço de movimento, uma segunda vez para um segundo terço de movimento, e uma terceira vez para um último terço de movimento. Mais especificamente para um grampeador cirúrgico, um primeiro acionamento de exemplo pode mover o martelo de grampo ou a lâmina além do travamento, um segundo acionamento de exemplo pode mover a parte até o tecido, e um terceiro acionamento de exemplo pode mover o martelo além de todos os grampos para a extremidade do cartucho de grampo. De forma similar, a energização de um motor não precisa ser constante, por exemplo, onde o motor é energizado constantemente desde o momento em que a lâmina começa o movimento até ela alcançar o ponto final

de seu movimento. Ao invés disso, o motor pode ser operado em um modo pulsado, um primeiro exemplo disto inclui ligar e desligar periodicamente a força fornecida pela fonte de energia para o motor durante o acionamento de uma função do efector terminal cirúrgico. Mais especificamente para um grampeador, o motor pode ser pulsado dez vezes por segundo na medida em que o grampeador/cortador se move de sua posição proximal/de partida para a sua posição mais distal. Esta pulsação pode ser controlada diretamente ou controlada por microprocessador, ambos controles podem ter uma faixa de pulso ajustável. Como alternativa, ou adicionalmente, o motor pode ser operado com uma modulação de pulso (largura de pulso ou frequência de pulso, com os pulsos acontecendo a intervalos de tempo muito curtos, por exemplo, décimos, centésimos, milésimos ou milionésimos de segundo). Assim, quando a fonte de energia, o motor e/ou o trem de acionamento são descritos neste documento como estando energizados, qualquer um destes e outros possíveis modos de operação são previstos e incluídos.

[0107] Após um disparo de grampo completo, a bigorna 60 permanece na posição fechada e somente a chave de extensão 20 permanece ativa (todas as outras chaves são desativadas). Uma vez que a bigorna 60 é estendida para pelo menos a posição de home, tanto as chaves de extensão e de retração 20/21 se tornam ativas, mas a chave de retração 21 não permite o fechamento da bigorna 60 além da posição de home. A chave de disparo de grampo 22 permanece inativa após um disparo de grampo completo.

[0108] Conforme descrito acima, o colar da bigorna 30 aloja uma chave de força linear 400 conectada ao trocarte 410. Esta chave 400 é calibrada para se ativar quando uma determinada carga tênsil é aplicada. A dada carga é ajustada para corresponder a uma pressão desejada que deve ser aplicada ao tecido específico antes que o grampeamento possa ocorrer. Criar interface desta chave 400 com o processador pode garantir que o disparo dos grampos somente ocorra dentro da faixa de OTC.

[0109] O texto seguinte é uma versão de exemplo de uma listagem de

programa para a realização dos métodos de acordo com a invenção descrita neste documento. O texto que se segue é apresentado somente como exemplo e aquelas pessoas especializadas na arte podem observar que a programação dos métodos de acordo com a invenção pode tomar diferentes formas para se atingir a mesma funcionalidade.

'Programa do grampeador circular usando a placa rev 3c (conjunto de chip cb280) V8.03 (CS-3C-080306.CUL)

'8-3-06

'Programa modificado para abortar somente com o botão de disparo, variável pbcount adicionada

'elevação de PWM adicionado

'7-28-06

' puxões finais – stan é agora um número inteiro

'7-17-06 Essa versão escrita para a placa 3c.

'7-14 VERSÃO LIMPARGING

'Programa escrito para placa 3c usando o conjunto de chip Cubloc 280

**Nota: este programa é uma versão modificada de uma observada abaixo. Todas as mudanças não relacionadas à adição das chaves de limite E/R*

'aplicar. Os programas abaixo foram escritos para usar a "lógica cinza" da chave de 1 cm. Esta versão usa 'uma chave de limite em cada extremidade do estágio de extensão/retração.

'Versão Final do Programa de Lógica Cinza V6.20 conforme usada no protótipo 0, número de série 100

'V6.05

'modificadas as rotinas de extensão para 1 cm e de retração para 1 cm para se certificar que quando elas são chamadas, elas movem o motor até o centímetro 'chave está fechada; ou seja: quando a bigorna está toda fora e o botão de retração está pressionado, retraia a bigorna até a chave de limite de centímetro 'está fechada independente do botão de retração estar liberado antes da chave

de centímetro estar fechada. A mesma mudança quando a bigorna está, estendida da posição de 1 cm

'efetuar mudanças nos comentários nas rotinas de extensão e retração

'

'V6.02

'ciclo adicionado que requer a liberação de ambos os botões para sair da rotina de mudança de orientação, e um segundo de atraso no final da sub-rotina de mudança de orientação antes

'de voltar para a rotina principal

'reformadas as etiquetas de datadump

'variáveis adicionadas para valores de pwm de alta e baixa velocidade

'extensão adicionada somente capacidade no final do disparo completado para impedir compressão do tecido grampeado

'FORA DE FUNCIONAMENTO - REMOVIDAS verificações adicionadas para assegurar que a chave de 1 cm é feita quando se estende ou se retrai de 1 cm e posições totalmente estendidas respectivamente

'V6.01

'Todas as versões anteriores foram feitas para testar o programa na placa de desenvolvimento cubloc. Todas as saídas foram puxadas para BAIXO. O dispositivo real

'requer que todas as saídas sejam puxadas para cima (+5V). Esta versão é estabelecida para funcionar no dispositivo real.

'limitados os valores dos dados EEPROM para 255 max

'atrasos adicionados antes das mudanças na direção do motor, faz o programa funcionar de forma mais suave

'removidos comandos pwnoff. Eles não permitem que os motores fiquem ligados quando se altera as sub-rotinas (por alguma razão)

'V5.27

'adicionado o registro de acionamento do botão de rotina de mudança de direção

'adicionado o registro de pedidos de datadump

'V5.26

'adicionado o registro de acionamento de botão de extensão/retração

'adicionado o campo de número de série em eeprom

'a rotina datadump agora mantém funcionando todos os dados na medida em que são lidos do eeprom

'V5.25 (grampeador-circular-5-25.cul)

'código adicionado para permitir o adionamento de dados de cada ciclo de ligação em eeprom

'V5.24 trabalha bem, nenhum erro conhecido (grampeador-circular-5-24.cul)

'

'KMS Medical LLC (c) 2006

'MAP

'Botão de Extensão P10

'Botão de Retração P11

'Botão de Disparo P12

'Limite de Extensão P13

'Limite de Retração P14

'Limite Dianteiro de Disparo P 15

'Limite Traseiro de Disparo P16

'Chave de Limite de 1 cm P 17

'Chave de Limite de Faixa de Grampo P 18

'Chave de Força P 19

'LED do Botão de Extensão P20

'LED do Botão de Retração P21

'LED do Botão de Disparo P22

'LED de Força (azul) P23

'Não USADO P24

'Não USADO P25

'Não USADO P26

'Não USADO P27

'Não USADO P28

'LED de Faixa de Grampo (verde) P29

Dispositivo de const = cb280 'Comfile Tech. Conjunto de chip CB280 Cubloc

*Dim ver As String*7*

ver="3C-8.03" 'estabelecer a versão do software aqui

Dim extendbutton As Byte

Dim retractbutton As Byte

Dim firebutton As Byte

Dim firstout As Byte

Dim firstback As Byte Dim status As Byte 'posição da chave de limite de 1cm

Dim srstatus As Byte 'status da chave de limite da faixa de grampo

Dim x As Integer

Dim powerons As Byte 'armazenar em endereço eeprom 2

Dim cycnumfires As Byte 'armazenar em eeprom (powerons 5) Dim*

*cycabortfires As Byte 'armazenar em eeprom (powerons*5)+1*

Dim cycers As Byte 'armazenar em eeprom, número de acionamentos do ciclo de extensão/retração

Dim cycjogs As Byte

Dim arm As Byte

Dim completefire As Byte Dim staplerangestatus As Byte

Dim bail As Byte

Dim ds As Integer 'localização do início dos dados eeprom para escritura dos dados de ciclo individual

Dim fast As Integer

Dim slow As Integer Dim extendonly As Byte

Dim extlimit As Byte

Dim retlimit As Byte

Dim speed As Integer

Dim dracula As Byte

'Iniciar saídas

'LED do botão de extensão de saída 20,0

'LED do botão de retração de saída 21,0

'LED do botão de disparo de saída 22,0

'LED do botão de força de saída 23,0

'LED de faixa de grampo de saída 29,0

'Iniciar variáveis

firstout=0

firstback=0

completefire=0

arm=0

bail=0

cycnumfires=0

cycabortfires=0

cycers=0

cycj ogs=0

extendonly=0

'ALTERAR VALORES PWM AQUI

rápido=60000 'valor de pwm em alta velocidade

lento=60000 'valor de pwm de baixa velocidade

velocidade=0

Saída 5 'ligar saída pwm para PERFURAR

Saída 6 'ligar saída pwm para DISPARAR

'ler totais do eeprom

powerons=Eeread (2, 1)

Incr powerons 'incrementar número de ligação total

Se powerons>=255, então powerons=255 número limite de powerons registrados para um número inteiro de um máximo de byte

*Eewrite 2, powerons,l 'escrever o total de número de ligação para o eeprom ds=powerons*5*

'verificação de JOG e DATADUMP

'pressionar qualquer botão dentro de 2 segundos (ou equivalente) para ir para a rotina de mudança de direção

"retenha todos os três botões ligados na inicialização para descarregar os dados

Para x=1 a 50

Se Keyin(10,20)=0 e Keyin(11,20)=0 e Keyin(12,20)=0 e descarregue os dados 'registre todos os dados armazenados para a tela de limpeza

Saída para

Elseif Keyin(10,20)=0 ou Keyin(11,20)=0 ou Keyin(12,20)=0, então 'tanto o botão de e/r ou o botão de disparo pressionado

Mudança de direção

Saída para

Final se

Atraso 20

Próximo

'-----

'SEQUÊNCIAS DE HOMING

'-----

cmstatus=Keyin(17,20) 'ler a posição da chave de limite de 1 cm

Se cmstatus=0, então

homeretract

Elseif cm status=1, então

homeextend

Final se

'Retorne o motor de disparo para a posição traseira

*homefire 'isto retorna o motor de disparo para a condição de totalmente retraída
(chave de limite P6)*

Ciclo Principal

Do

'Limpar " Ciclo Principal ",Cr

'Atraso 1000

cmstatus=Keyin(17,20) 'leia a chave de 1 cm

*'staplerangestatus=Keyin(5,20) 'leia a chave de limite de faixa de grampo
botão de extensão=Keyin(10,20)*

botão de retração=Keyin(11,20)

botão de disparo=Keyin(12,20)

Se cmstatus=0 e Keyin(13,20)<>0, então

'ligar led de extensão de saída 20,1

'ligar led de retração de saída 21,1

Elseif cmstatus=0 e Keyin(13,20)=0, então

*'desligar led de extensão porque o limite de extensão foi alcançado
de saída 20,0*

'ligar limite de retração de saída 21,1

' Elseif cmstatus=1, então

Saída 20,1

Saída 21,0

Final se

'verificar posição do led do botão de disparo

Se firstout=1 e firstback=1 e arm=1 e completefire<>1 e cmstatus<>0, então

'Ligar led do botão de disparo de saída 22,1

Diferente

'Desligar led de disparo de saída 22,0

Final se

'verifique a extensão de acionamento do botão de retração

Se =0 e cmstatus=0, então

estender

Elseif cmstatus=1 e extendbutton=0, então

estender

Final se

Se retractbutton=0 e cmstatus=0, então 'And extendonly=0

retrair

Final se

'verifique o acionamento do botão de disparo

Se firebutton=0 e firstout=1 e firstback=1 e arm=1 e completefire<>1 e cmstatus=0, então o disparo inicial

Ciclo 'manter o ciclo até powerdown

Final 'Final de programa

SUBROTINAS

'HOME: retrair para chave de cm=não pressionada

Sub homeretract() 'retrair até a chave de 1 cm estar aberta

'Limpar "Homeretract",Cr

'Atraso 1000

Pwm 0, lento, 60000

Fazer até Keyin(17,20)=1 'retrair até que a chave de 1 cm esteja aberta

'reversão do motor ER de saída 31,1

Ciclo

'motor desligado er de saída 31,0

'led de retração desligado de saída 21,0

'led de extensão ligado de saída 20,1

Pwmoff 0 'pwm desligado

Final de Sub

'HOME: estender para a chave de cm =pressionada

Sub homeextend() 'estender até que a chave de 1 cm esteja fechada

'Limpar 'Homextend",Cr

'Atraso 1000

Pwm 0,lento,60000

Se Keyin(17,20)=1, então

Fazer até Keyin(17,20)=0 'agora a chave de 1 cm está pressionada

"DDD dianteiro do motor ER de saída 30,1

Ciclo

Final de

'DDD de saída 30,0

Pwmoff 0

Atraso 300

homeretract 'uma vez que a chave é feita, chame homeretract

Final Sub

'rotina roming do motor de disparo'

Sub homefire ()

'Limpar "Homefire",Cr

'Atraso 1000

Pwm 1,lento,60000

Fazer até Keyin(16,20)=0 'retrair o estágio de disparo até que a chave traseira esteja fechada

Saída de 33,1

Ciclo

Saída 33,0 , Pwmoff 1

End Sub

'Rotina de MUDANÇA DE DIREÇÃO'

Sub jog ()

Saída 20,1

Saída 21,1

Fazer

Atraso 25

Se Keyin(10,20)=0 e Keyin(11,20)=0, então saída fazer 'se ambos os botões pressionados, sair da rotina de mudança de direção e da rotina de home após 1 segundo de atraso

Se Keyin(10,20)=0 e Keyin(11,20)<>0 e Keyin(12,20)<>0, então

Pwm 0,lento,60000

'estender motor para frente de saída 30,1

Fazer até Keyin(10,20)<>0 ou Keyin(13,20)=0

'estender o motor em DDD dianteiro de saída 30,1

Ciclo

'Estender o motor para frente DDD

Pwmoff 0

Incr cycjogs

Se cycjogs>=255, então cycjogs=255

Eewrite ds +3,cycjogs,1

Final se

Se Keyin(11,20)=0 e Keyin(10,20)<>0 e Keyin(12,20)<>0, então

Pwm 0,lento,60000

Fazer até Keyin(11,20)<>0 ou Keyin(14,20)=0

'estender reversão do motor de saída 31,1

Ciclo

'extend motor off reverse de saída 31,0

Pwmoff 0

Incr cycjogs

Se cycjogs>=255 Então cycjogs=255

Eewrite ds+3,cycjogs,1

Final se

Se Keyin(12,20)=0 e Keyin(10,20)=0 Então 'mude a direção do motor de disparo para frente

Pwm 1,lento,60000

Fazer até Keyin(10,20) ou Keyin(12,20)<>0 ou Keyin(15,20)=0

'motor de disparo para frente de saída 32,1

Ciclo

'motor de disparo desligado para frente de saída 32,0

Pwmoff 1

Incr cycjogs

Se cycjogs>=255 Então cycjogs=255

Eewrite ds+3,cycjogs,1

Final se

Se Keyin (12,20)=0 e Keyin(11,20)=0 Então 'jog a reversão do motor de disparo

Pwm 1,lento,60000

Fazer até Keyin(11,20)<>0 ou Keyin(12,20)<>0 ou Keyin(16,20)=0

'reversão do motor de disparo de saída 33,1

Ciclo

'reversão do motor de disparo desligado

Pwmoff 1

Incr cycjogs

Se cycjogs >= 255, então cycjogs = 255

Eewrite ds+3, cycjogs, 1

Final se

Ciclo

Fazer até Keyin(10,20)=1 e Keyin(11,20)=1 'desligar ambos os botões antes de sair da rotina de mudança de direção

Atraso 10

Ciclo

'ligar e/r os leds de botão de saída 20,0

Saída 21,0

Atraso 1000

End Sub

'Estender até que o limite de extensão seja alcançado

Sub extend()

'desligar led do botão de disparo enquanto estende de saída 22,0

'desligar led de botão de retração enquanto estende de saída 21,0

Pwm 0, rápido, 60000

Fazer até Keyin(10,20)=1 ou Keyin(13,20)=0 'estender até que ou o limite de extensão esteja fechado ou o botão de extensão esteja liberado

'DDD dianteiro do motor ER de saída 30,1

Ciclo

'DDD de saída 30,0

Se firstout=0, então 'isto manterá o motor de extensão ligado na primeira extensão até que a bigorna esteja toda fora

Fazer até Keyin(13,20)=0

'DDD de saída 30,1

Ciclo

Final se
'DDD de saída 30,0
Pwmoff 0
Incr cycers
Se cycers>=255 Então cycers=255
Eewrite ds+2, cycers, 1
Se Keyin(13,20)=0, então
firstout=1 'fixe a bandeira firstout para permitir o botão de disparo
'desligue o led de extensão de saída 20,0
End Sub

'Retrair até que a chave de cm esteja aberta

Sub retract()
'desligar o led do botão de disparo enquanto estiver retraindo de saída 22,0
'desligar o led do botão de extensão enquanto estiver retraído de saída 20,0
Pwm 0,rápido,60000
Fazer até Keyin(11,20)=1 ou Keyin(17,20)=1 'retrair até que ou a chave de 1 cm
se abra ou que o botão de extensão seja liberado
 'reversão do motor ER de saída 31,1
Ciclo
Saída 31,0
Pwmoff 0
Incr cycers
Se cycers>=255 Então cycers=255
Eewrite ds+2, cycers, 1
Se Keyin(17,20)=1, então
firstback=1
'desligar o led de retração de saída 21,0
Final se

Se firstout=1 e firstback=1 Então arm=1 'fixe a bandeira do braço para abraçar o botão de disparo

End Sub

'Rotina DATADUMP

Sub datadump()

Dim chef As Byte

Dim if As Byte 'disparos totais

Dim if As Byte 'abortos totais

Dim ers As Integer

Dim tf As Byte

Dim tdd As Byte

Dim stan As Integer

Dim kyle As Byte

Dim token As Byte

Dim ike As Byte

Dim kenny As Byte

Dim sn As Byte

tf=0

ta=0

ers=0

tj=0

tdd=0

Eewrite ds+4,1,1 'write 1 para o ds+4 registrador de eeprom significando que o datadump foi acessado

Atraso 1000

sn=Eeread(0,1)

Limpar "Dados Armazenados do Grampeador Circular",Cr

Limpar "Versão",ver,Cr

Limpar "KMS Medical LLC",Cr
 Limpar ".....",Cr
 Limpar Cr
 Limpar "Número de Série: ",Dec sn,Cr
 powerons=Eeread(2,1)
 Se powerons>=255 Então powerons=255
 Limpar "Ciclos Totais: ",Dec powerons,Cr
 Limpar Cr
 Limpar ".....",Cr
 Limpar Cr
 Para stan=5 a (powerons*5) Etapa 5
 Limpar "Ciclo",Dec (stan/5),Cr
 Limpar ".....",Cr
 chef=Eeread(stan, 1)
 tf=chef+tf
 Limpar "Disparos completados: ",Dec chef,Cr
 kyle=Eeread(stan+ 1,1)
 ta=kyle+ta
 Limpar "Disparos Abortados: ",Dec kyle,Cr
 token=Eeread(stan+2 ,1) ers=token+ers
 Limpar "E/Rs: ",Dec token, Cr
 ike=Eeread(stan+3 ,1)
 tj=ike+tj
 Limpar "Jogs:",Dec ike,Cr
 kenny=Eeread(stan+4,1)
 tdd=kenny+tdd
 Limpar "Datadumps: ",Dec kenny,Cr
 Limpar Cr
 Próximo 'stan
 Limpar ".....",Cr

Limpar " Totais de Ciclo",Cr

Limpar Cr

Limpar "Disparos Completados: ",Dec tf,Cr

Limpar "Disparos Abortados: ",Dec ta,Cr

Limpar "Pressionamentos E/R: ",Dec ers,Cr

Limpar "Pressionamentos Jog: ",Dec tj,Cr

Limpar "Datadumps: ",Dec tdd,Cr

Limpar Cr

Atraso 1000

Para x=1 a tf 'pisca o número de ciclos de disparos completados

Saída 22,1

Atraso 500

Saída 22,0

Atraso 500

Próximo 'x

Fazer até Adin(0)>800 e Keyin(3,20)=1 'esperar até que os botões datadump estejam liberados

Ciclo

End Sub

'Disparo inicial

Sub disparo inicial()

Dim f As Integer

Dim p As Integer

Dim t As Integer

Dim y As Integer

Dim z As Integer

Dim q As Integer

Dim timmy As Integer

Dim butter As Integer

Dim numblinks As Integer

Dim fbcount As Integer

Limpar clr,Cr

'desligar botões de extensão e retração para mostrar que eles não estão ativos para aborto?

'botão de extensão de saída 20,0

'botão de retração de saída 21,0

baü=0 t=15 'tempo de lampejo total

p=3 'número de períodos de lampejo

Pwm 0,rápido,60000

'iniciar piscagem e ajustar o motor de perfuração para força

*f=(t*1000)/p*

fbcount=0

Se Keyin(12,20)=1 Então fbcount=1

Para y=1 a p

*numblinks= (t*y)/p*

Para z=1 para numblinks

timmy=f/numblinks

butter=timmy/50 'calibrar este para segundos

Se timmy=0 Então timmy=1

Se Keyin(12,20)=0 e fbcount=1 Então

bail=1 'fixar bandeira de disparo de aborto

Saída para

Final se

Se Keyin(12,20)=1 Então fbcount=1

Fazer até Keyin(19,20)=0 ou Keyin(14,20)=0 'retrair até que a chave de força atenda ou a chave de retração

atenda

Saída 31,1

*Se Keyin(12,20)=0 e fbcoun= 1,
então*

*bail=1 'Fixar bandeira do disparo
de aborto*

Saída para fazer

Final se

*Se Keyin(12,20)=1 Então
fbcoun=1*

Ciclo

Se bail=1 Então saída para

Saída 31,0

Saída 23,1 'led de força

Saída 22,1 'Led do botão de disparo

Para q=0 a butter

Atraso 10

Se Keyin(12,20)=0 e fbcoun=1 Então

*bail=1 'fixar bandeira de disparo de
aborto*

Saída para

Final se

Se Keyin(12,20)=1 Então fbcoun=1

If Keyin(19,20)=1 Então Saída 23,0

Próximo 'q

Se bail=1 Então Saída para

*Fazer até Keyin(19,20)=0 ou Keyin(14,20)-0 'retrair até que a chave
de força atinja ou o limite de retração atinja*

Saída 31,1

Se Keyin(12,20)=0 e fbcoun=1 Então

bail=1 'fixar bandeira de disparo de aborto

Sair para fazer

Final se

Se Keyin(12,20)= Então fbcount=1

Ciclo

Saída 31,0

Saída 23,1

Se Keyin(12,20)=0 e fbcount=1, então

bail=1 'fixar bandeira de disparo de aborto

Saída para

Final se

Se Keyin(12,20)= 1 Então fbcount= 1

Saída 22,0

Para q=0 para butter

Atraso 10

Se Keyin(12,20)=0 e fbcount=1 Então

bail=1 'Fixar bandeira de disparo de aborto

Saída para

Final se

Se Keyin(12,20)=1 Então fbcount=1

Se Keyin(19,20)=1 Então Saída 23,0

Próximo 'q

Se bail=1, então Saída para

Próximo 'z

'Limpar Dec? fbcount,Cr

Se bail=1, então Saída para

Próximo 'y

Pwmoff 0

Se bail=1 Então

disparo de aborto

Diferente

'verificação de faixa de grampo

Disparo final

Final se

End Sub

'Rotina de Verificação de Faixa de Grampo

Verificação de faixa de grampo Sub ()

srstatus=Keyin(29,20) 'ler a chave de limite de faixa de grampo

Se srstatus=0 Então

Disparo final

Diferente

Disparo de aborto

Final se

End Sub

'Rotina de Disparo Final

Sub Disparo final ()

'Desligar led de força de saída 23,0

'Desligar led de extensão de saída 20,0

'Desligar led de retração de saída 21,0

'Ligar o led de disparo para indicar que está pronto o aborto de disparo final de saída 22,1

Pwmoff 1

'Pwm 1,rápido,60000

'DDD dianteiro do motor de disparo de saída 32,1

disparo completo=1

Fazer até Keyin(15,20)=0 'disparo dianteiro até que o limite dianteiro seja

alcançado

Se velocidade >= 60000, então velocidade = 60000

Se velocidade < 60000, então

Velocidade = velocidade + 10000

Final se

Pwm 1, velocidade, 60000

Saída 32, 1

Atraso 50

Se Keyin(12, 20) = 0 Então ou Keyin(10, 20) = 0 ou Keyin(11, 20) = 0

bail = 1

Saída para fazer

Final se

Ciclo

'Desligar motor dianteiro DDD de saída 32, 0

velocidade = 0

Atraso 250

Fazer até Keyin(16, 20) = 0 'retrair motor de disparo

Se velocidade >= 60000, então velocidade = 60000

Se velocidade < 60000, então

velocidade = velocidade + 10000

Final se

Pwm 1, velocidade, 60000

Saída 33, 1

Atraso 50

Ciclo

velocidade = 0

Saída 33, 0

Pwmoff 1

'Desligar led de disparo de saída 22, 0

'Desligar led de retração de saída 21, 0

extendonly=1

Incr cycnumfires

Se cycnumfires>=255 Então cycnumfires=255

Eewrite ds,cycnumfires,1 'registrar o número do ciclo atual de disparos para o eeprom

Atraso 200

End Sub 'retornar a rotina principal

'Disparo de aborto

Sub Disparo de Aborto ()

'Limpar "Disparo abortado antes do disparo!!",Cr

'Desligar motor de retração de saída 31,0

'Desligar disparo dianteiro DDD de saída 32,0

'Desligar led de força de saída 23,0

Pwm 1,rápido,60000

Atraso 250

Fazer até Keyin(16,20)=0 'retrair motor de disparo

Saída 33,1

Ciclo

Saída 33,0

Pwmoff 1

'Desligar led de disparo de saída 22,0

Incr cycabortfires

Se cycabortfires>=255 Então cycabortfires=255

Eewrite ds+1, cycabortfires, 1 'registrar os disparos de aborto de ciclo atual para eeprom

Atraso 200

homeextend 'estender a 1 cm

End Sub

[0110] Também mencionado acima existe a possibilidade de usar dispositivos de identificação com porções removíveis e/ou intercambiáveis do efector terminal cirúrgico. Este tipo de dispositivo de identificação, por exemplo, pode ser usado para rastrear uso e inventário.

[0111] Um dispositivo de identificação de exemplo emprega radiofrequência e é referido como RFID. Em uma versão de exemplo onde um grampeador cirúrgico usa cartuchos de grampo recarregáveis e intercambiáveis como, por exemplo, o grampeador 1 descrito neste documento, um RFID pode ser colocado no cartucho de grampo para garantir compatibilidade com o grampeador particular e um leitor de RFID para captar cartuchos de grampo compatíveis pode estar ligado à alavanca. Nesse tipo de configuração o leitor interroga o RFID instalado no cartucho. O RFID responde com um código único que o grampeador verifica. Se o cartucho do grampeador está etiquetado como verificado, o grampeador se torna ativo e pronto para uso. Se o cartucho for rejeitado, entretanto, o grampeador dá uma indicação de rejeição (por exemplo, um led pisca-pisca, um sinal audível, um indicador visual). Para evitar leitura acidental ou imprópria de um cartucho de grampo próximo, a antena do leitor RFID pode ser construída para ler somente o RFID quando o cartucho de grampo está instalado no grampeador ou está muito próximo (de forma ótima, na extremidade distal do dispositivo). O uso do RFID pode ser combinado com um lockout mecânico para garantir que somente um ciclo de disparo seja permitido por cartucho de grampo. Os RFIDs possuem desvantagens, porque os leitores são caros, as antenas precisam ser relativamente grandes e a distância para leitura é relativamente próxima, normalmente medida em centímetros.

[0112] Outras medidas de autenticação sem fio podem ser empregadas. Os RFIDs ativos podem ser usados. De forma similar, os dispositivos de transmissão de infravermelho (IR) podem ser usados. Entretanto, ambos requerem a geração de força na extremidade receptora, o que é uma desvantagem tanto de custo quanto de tamanho.

[0113] Outro dispositivo de identificação de exemplo emprega encriptação. Com a encriptação vem a necessidade de processamento de números e, associado com estes cálculos, o uso de chips de processamento (por exemplo, um microprocessador), um dos quais deve ser colocado na componente intercambiável como, por exemplo, um cartucho de grampo ou um eixo do efector terminal cirúrgico substituível. Estes chips de encriptação possuem certas características que podem ser analisadas para a otimização com o instrumento cirúrgico da presente invenção. Primeiro, uma fonte de energia independente para a componente intercambiável não é necessária. Não somente essa fonte acarretaria mais custos, como também adicionaria um peso indesejável e tomaria espaço que é necessário para outras características ou que simplesmente não está disponível. Assim, a fonte de energia para o componente deve vir de uma fonte de energia já existente dentro da alavanca. E a fonte de energia deve ser garantida o tempo todo. Devido a que o componente intercambiável ser relativamente pequeno, o chip de encriptação deverá ser correspondentemente pequeno. Ainda, tanto a alavanca quanto o componente intercambiável são configurados para serem descartáveis, por isso, ambos os processadores de encriptação devem ter um custo que permita o descarte. Finalmente, as conexões entre o dispositivo de encriptação no componente intercambiável e o dispositivo de encriptação correspondente na alavanca deverão ser minimizados. Como será discutido abaixo o dispositivo de encriptação, de acordo com a presente invenção, oferece todas essas características desejáveis ao mesmo tempo em que limita as indesejáveis.

[0114] Dispositivos para identificação codificada estão disponíveis comercialmente. Um destes dispositivos de encriptação é produzido pela Dallas Semiconductor e é referido como um chip DS2432. O chip DS2432 não só oferece identificação codificada entre um leitor e um transponder, mas também possui uma memória que pode ser usada para armazenar informações específicas do dispositivo, cujas informações de usos serão descritas com mais detalhes abaixo. Uma característica positiva do DS2432 é que ele é um

dispositivo de um fio. Isso significa que a energia e tanto os sinais de entrada como de saída viajam na mesma linha. Com um dispositivo de um fio, como por exemplo o DS2432, só existe a necessidade de um fio simples para atravessar a distância do corpo da alavanca 10 através do colar da bigorna 30 para o cartucho de grampo intercambiável 50 para criar uma conexão entre a alavanca e o efector terminal cirúrgico. Esta configuração satisfaz a característica de ter uma quantia mínima de conexões elétricas e possui um custo correspondentemente reduzido de fabricação. É verdade que o chip DS2432 requer aterramento, entretanto, o colar da bigorna metálica 30 é eletricamente condutor e está conectado ao terra do dispositivo 1, por isso, uma versão de exemplo para uma conexão de aterramento do chip DS2432 é feita mediante contato elétrico direto através de um fio ao colar da bigorna 30 ou conectando diretamente o terra do chip ao colar da bigorna 30.

[0115] Uma configuração de circuito de encriptação de exemplo coloca um primeiro chip de encriptação sobre o componente intercambiável (por exemplo, o cartucho de grampo). O terra para o primeiro chip de encriptação está conectado eletricamente a uma parte metálica do componente intercambiável que, por sua vez, está conectado eletricamente ao terra do dispositivo, por exemplo, ao colar da bigorna 30. A conexão de um fio do chip DS2432 está conectada eletricamente a uma almofada de contato que está em algum ponto do componente intercambiável, mas está desconectada do terra. Por exemplo, se o componente intercambiável for um cartucho de grampo linear de 60 mm, o DS2432 pode ser acoplado ou embutido dentro da extremidade distal isolada eletricamente do cartucho distal do último conjunto de grampos. O chip de encriptação pode ser embutido em um lado do cartucho oposto à ejeção de grampo, faceado de tal forma que ele não fique nem exposto às superfícies de trabalho e nem ao tecido exposto quando em uso. O fio terra do chip DS2432 pode ser conectado eletricamente a estrutura externa metálica do cartucho de grampo, que está eletricamente conectado ao terra do grampeador. O condutor de um fio está conectado eletricamente ao primeiro dispositivo condutivo (tais

como uma almofada, um fio ou um botão) que está isolado eletricamente da estrutura metálica do cartucho. Um fio condutivo eletricamente simples, mas isolado, está conectado na extremidade proximal em relação à placa de circuito ou aos componentes eletrônicos de controle apropriados dentro da alavanca do dispositivo. Este fio está isolado de contato elétrico com qualquer outra parte do grampeador, especialmente da estrutura aterrada, e atravessa a alavanca através do colar e até a câmara receptora para o componente intercambiável. Na extremidade distal, o fio isolado é exposto e eletricamente conectado a um segundo dispositivo condutivo (tais como uma almofada, um fio, ou um botão.) que está configurado para contatar positivamente o primeiro dispositivo condutivo no cartucho quando o cartucho é travado no local ao efetor terminal cirúrgico. Neste tipo de configuração, os dois dispositivos condutivos formam uma conexão elétrica direta sempre que o componente intercambiável (por exemplo, o cartucho de grampo) é inserido dentro do efetor terminal, em uma versão específica, somente pode ser feito contato quando a parte está corretamente inserida.

[0116] O DS2432 também possui somente uns poucos milímetros quadrados de área, tornando o chip fácil de instalar em uma pequena faixa intercambiável, tais como um cartucho de grampo, enquanto que simultaneamente satisfaz a exigência mínima de tamanho. É de se observar que o chip DS2432 é relativamente barato. Para manter toda comunicação com o chip DS2432 protegido de exame externo, um DS2460 (também fabricado pela Dallas Semiconductor) pode ser usado para executar uma comparação de uma transmissão codificada recebida de uma DS2432 com um resultado esperado calculado internamente. As características de ambos os chips são esclarecidas, por exemplo, pela Nota de Aplicação No. 3675 da Dallas Semiconductor que estão incorporadas em sua integralidade neste documento por referência. O chip DS2460 custa bem mais que o chip DS2432, mas ainda é barato o suficiente para ser colocado ao longo da alavanca. É de se observar que o número de componentes intercambiáveis descartáveis de dispositivos cirúrgicos (tais como

o instrumento cirúrgico da presente invenção) normalmente excede em número a alavanca que recebe os componentes intercambiáveis por uma quantia significativa. Assim, se o chip DS2432 é colocado no componente intercambiável e o chip DS2460 é colocado na alavanca, a característica de encriptação de baixo custo é satisfeita. Existe uma configuração alternativa de circuito usando dois chips DS2432 que está explicado na figura 2 da Nota de Aplicação 3675, cujo circuito elimina a necessidade do chip DS2460 mais caro mediante a execução da comparação com um microprocessador local (por exemplo, microprocessador 2000). Neste tipo de configuração, o custo para adicionar encriptação no dispositivo 1 é reduzido, entretanto, conforme explicado, a configuração deixa de lado alguns aspectos de segurança tornando disponível à inspeção ambos os números que devem ser comparados.

[0117] O processo de se verificar eletronicamente a identidade de um componente intercambiável em um dispositivo médico usando a encriptação está descrito em uma versão de exemplo tendo um chip DS2432 e um chip DS2460. O circuito de controle de exemplo para o dispositivo de encriptação é mostrado na FIG. 30. Esta versão de exemplo está descrita usando um grameador linear com uma alavanca contendo nela uma placa de circuito com microprocessador 2000. Um pino livre de entrada e saída 2010 do microprocessador 2000 está conectado a um primeiro fio 2110 do DS2460 e outro pino de entrada e saída 2020 está conectado a um segundo fio 2120. Cada componente intercambiável 2200 está provida de um chip DS2432 e o condutor de um fio está conectado a um terceiro pino de entrada e saída 2030 do microprocessador 2000.

[0118] Para iniciar o processo, uma componente intercambiável 2200 está conectada ao dispositivo, fazendo contato elétrico com o terra e com o condutor de um fio. Quando o microprocessador 2000 detecta que um novo componente 2200 foi conectado ao dispositivo 1, ele aciona uma rotina de autenticação. Primeiro, o microprocessador 2000 inicia um pedido de número aleatório para o DS2460 além do primeiro pino de comunicação 2010. O DS2460 possui um número secreto pré-programado que é o mesmo que os números secretos pré-

programados armazenados em cada um dos chips DS2432 contido nos componentes intercambiáveis 2200. Por isso, quando o mesmo número aleatório é fornecido a ambos os chips DS2432 e DS2460, o resultado de saída para cada um dos dois chips será idêntico. O DS2460 gera um número aleatório e o fornece, por meio do segundo pino 2020, para o microprocessador 2000 para acompanhar, por meio do pino 2030, sobre o DS2432 além do condutor de um fio. Quando o DS2432 recebe um número aleatório ele aplica o seu algoritmo SHA-1 (desenvolvido pelo Instituto Nacional de Normas e Tecnologia (em inglês, NIST)) para gerar criptograficamente uma resposta de código embaralhado. Esta resposta de código embaralhado é transmitida de volta pelo condutor de um fio para o microprocessador 2000 e é acompanhada por meio do pino 2010 ou 2020 até o DS2460. Durante esse período de tempo, o DS2460 também está calculando a sua própria resposta de código embaralhado. Primeiro, o DS2460 aplica internamente o mesmo número aleatório enviado ao DS2432 para seu próprio algoritmo SHA-1 e armazena, internamente, a resposta de código embaralhado gerada. O DS2460 também armazena a resposta de código embaralhado transmitida do DS2432 através do microprocessador 2000. Ambas respostas de código embaralhado são comparadas e, se elas forem idênticas, o componente intercambiável 2200 é confirmado como autenticado. Se existe uma diferença entre as respostas de código embaralhado, então o componente 2200 é rejeitado e o dispositivo é colocado em uma posição onde o componente 2200 ou não pode ser usado ou pode ser usado, mas somente após serem satisfeitas certas salvaguardas. Por exemplo, dados referentes ao tempo, data, meio ambiente, etc. e as características do componente não autenticado podem ser armazenadas para transmissão futura ou simultânea ao fabricante (ou ao seu agente) para informar ao fabricante que o usuário está tentando usar ou usou um componente não autorizado 2200 com o dispositivo. Se não houve encriptação nas mensagens, as mensagens de autenticação podem ser interceptadas e falsificadas, pirateada, ou os componentes não autorizados 2200 poderiam ser usados sem ter que comprar os componentes 2200 de um

distribuidor autorizado. Na versão de encriptação de exemplo descrita neste documento, a única informação que é transmitida através das linhas e que pode ser examinada é um número aleatório simples e uma resposta de código embaralhado simples. Fica entendido que levaria centenas de anos para decodificar esta resposta gerada SHA-1, reduzindo assim qualquer incentivo de uma engenharia de retorno.

[0119] Em decorrência de cada um dos chips usados neste exemplo possuir memórias de segurança que somente podem ser acessadas após a autenticação, eles podem ser programados para empregar múltiplas chaves secretas, cada uma delas armazenada dentro da memória. Por exemplo, se o DS2460 possui múltiplas chaves armazenadas dentro dele e os componentes 2200 cada um deles somente uma chave selecionada deste conjunto armazenado de chaves múltiplas, o DS2460 pode agir como uma chave “mestra” em relação às chaves simples “gerais” dos componentes 2200.

[0120] Autenticando-se o componente intercambiável do instrumento cirúrgico da presente invenção, são obtidos muitos resultados positivos. Primeiro, o fabricante do instrumento pode impedir que um usuário utilize componentes não autorizados, garantindo assim o uso de somente componentes autorizados. Isso não só garante que o fabricante possa receber royalties de vendas do componente intercambiável, mas isso também permite que o fabricante garanta que a qualidade dos componentes cirúrgicos permaneça alta. Com o circuito de encriptação contendo memória, melhora dramaticamente os benefícios fornecidos pela presente invenção. Por exemplo, se o efector terminal simples de um grampeador linear pode receber cartuchos de grampo de 30 mm, 60 mm, e 120 mm, por exemplo, cada tamanho de cartucho poderia ser fornecido com uma chave individualizada e a alavanca poderia ser programada para armazenar e usar cada uma dessas três chaves. Ao receber uma resposta de código embaralhado que corresponde a uma, mas não as outras duas respostas de código embaralhado calculadas internamente, a alavanca conheceria que tipo de cartucho foi inserido no dispositivo. Cada

cartucho poderia conter também em sua memória parâmetros específicos de cartucho, por exemplo, comprimento do movimento do martelo de grampo, que são diferentes entre os vários cartuchos dimensionados e, por isso, faz com que a alavanca se comporte diferentemente dependente do cartucho detectado. Os parâmetros examinados também podem ser tomados por base para os níveis de revisão no componente específico. Por exemplo, uma revisão do cartucho 1 poderia ter certos parâmetros de uso e, detectando que cartucho em especial, a programação poderia fazer com que a alavanca não permitisse o uso dos cartuchos de revisão 1, mas permitisse o uso dos cartuchos de revisão 2, ou vice-versa.

[0121] Com memória nos chips de encriptação o cartucho pode também manter rastro de outros tipos de dados. Por exemplo, o cartucho pode armazenar a identidade de cada alavanca a que foi conectado, a identidade da alavanca que disparou o cartucho, o horário, a data e outras informações de tempo quando ocorreu o uso e/ou a conexão, quanto tempo levou para disparar o cartucho, quantas vezes o disparador foi acionado durante o disparo de grampo, e muitos outros parâmetros similares. Um parâmetro em particular poderia registrar dados de quando o cartucho disparou por engano. E isso permitiria ao fabricante determinar se o cartucho estava com falha ou se ocorreu um erro do usuário, por exemplo, neste último caso, sendo investigado para auxiliar o usuário com relação a medidas de prevenção e outros treinamentos. Tendo memória disponível na alavanca, outros parâmetros relevantes da alavanca poderiam ser armazenados, por exemplo, duração de cada procedimento, velocidade de cada disparo de grampo, o torque gerado em cada disparo, e/ou a carga experimentada ao longo de cada disparo. A memória poderia ser energizada por anos simplesmente a partir de baterias de lítio já presente na alavanca. Assim, pode ser garantida a longevidade dos dados da alavanca. A memória pode ser usada para armazenar todas as aplicações de uma determinada alavanca, e os dados de calendário relevantes. Por exemplo, se uma alavanca só é certificada para uso em um procedimento cirúrgico simples, mas a alavanca possui dados

indicando que os cartuchos de grampo foram acionados dias ou semanas além, então, quando ele finalmente retornar ao fabricante para reciclagem, o fabricante poderia detectar que o usuário (hospital, consultório médico, clínica, etc.), usou a alavanca de forma inapropriada e possivelmente de forma insegura. A autenticação codificada também pode ser usada com conjuntos de bateria removíveis. Além disto, os sensores podem ser incluídos em cada parte do dispositivo para comunicar informações a serem armazenadas dentro da memória dos chips de encriptação. Por exemplo, os sensores de temperatura podem transmitir a temperatura operacional da sala existente quando o cartucho foi disparado. Essa leitura de temperatura pode ser usada para estabelecer se infecções posteriores foram causadas pelo controle de temperatura impróprio existente durante o procedimento (por exemplo, em países onde não há sistema de condicionamento de ar disponível).

[0122] Na situação improvável de que o grampeador se torne inoperável durante o uso, é fornecido uma proteção mecânica ou ejeção que permite remoção manual do dispositivo do paciente. Todos os usos de ejeção podem ser registrados com a memória existente nestes chips de encriptação. Além disso, os dados que poderiam indicar porque a ejeção foi necessária poderiam ser armazenados para exame futuro. Para garantir a qualidade, quando a ejeção é detectada, a alavanca pode ser programada para indicar que uma carta certificada poderia ser enviada ao cliente/usuário informando a eles sobre o uso de ejeção.

[0123] Conforme descrito acima, a presente invenção não está limitada a um grampeador circular, que foi usado como uma versão de exemplo acima, e pode ser aplicado a qualquer cabeça de grampeamento cirúrgico, como por exemplo um dispositivo de grampeamento linear. Assim, um grampeador linear está sendo usado no teste que segue para várias versões de exemplo. Entretanto, o uso de um grampeador linear neste contexto não deverá ser considerado como limitado somente a estas versões.

[0124] Descritos acima estão os componentes existentes ao longo do eixo

de controle de grampo 80 dos grampeadores circulares e lineares, e esses componentes formam o conjunto de controle de grampos. Conforme expresso neste documento, a força requerida para ejeção adequada de grampo e corte de tecido pode ser acima de 90 kg e, possivelmente, acima de 113 kg. Ficou determinado que as exigências mínimas para a realização das funções de grampeamento e corte desejadas com um grampeador cirúrgico elétrico linear para tecido humano (tais como o tecido do cólon) são:

- 1) Liberação de aproximadamente 54,5 Kg (120 libras) de força sobre um trajeto de aproximadamente 60 mm (~2.4") em aproximadamente 3 segundos; ou
- 2) Liberação de aproximadamente 82 Kg (180 libras) de força sobre um trajeto de cerca de 60 mm (~2.4") em aproximadamente 8 segundo.

[0125] O dispositivo de grampeamento cirúrgico linear portátil e energizado eletricamente da presente invenção pode atender a estes requisitos porque ele é otimizado de uma maneira nova conforme expresso abaixo.

[0126] Para gerar a força necessária para se atingir as exigências acima mencionadas, a força máxima (em watts) do conjunto mecânico precisa ser calculada com base nos limites máximos dessas exigências: 82 kg sobre 60 mm em 3 segundos. A conversão matemática destes números gera um máximo aproximado de 16 watts de força mecânica necessária na saída do trem de acionamento. A conversão da força elétrica em força mecânica não é 1:1 porque o motor possui menos de 100% de eficiência e porque o trem de acionamento também tem menos do que 100% de eficiência. O produto dessas duas estimativas de eficiência forma a eficiência geral. A energia elétrica requerida para produzir os 16 watts de força mecânica é maior do que os 16 watts por um produto inverso da eficiência geral. Uma vez que a energia elétrica requerida pode ser determinada, pode ser feito um exame dos suprimentos de energia disponíveis para atender os requisitos de energia mínimos. Posteriormente, pode ser feito um exame e a otimização das diferentes fontes de energia. Esta análise está descrita em detalhes no texto seguinte.

[0127] Equiparar ou otimizar a fonte de energia e o motor envolve observar as características individuais de ambos. Quando se examinam as características de um motor elétrico, os motores maiores podem realizar um dado número de trabalho com eficiência maior do que os motores menores. Também os motores com materiais magnéticos de terras raras ou com construção sem núcleo podem fornecer a mesma potência em um tamanho menor, mas possuem um custo mais alto. Além disso, em geral, os motores maiores custam menos do que os menores, se ambos estão projetados para fornecer a mesma potência num dado período de tempo. Os motores maiores, entretanto, possuem uma característica indesejável quando usados em dispositivos de grampeamento cirúrgico, porque a alavanca em que eles estão dispostos está limitada pelo tamanho da mão de um operador. Os médicos desejam usar dispositivos que são menores e mais leves e não os maiores e mais pesados. Levando em consideração estes pontos, o custo, o tamanho e o peso são fatores que podem ser otimizados para o uso na alavanca de grampeador cirúrgico da presente invenção.

[0128] Os motores disponíveis para uso que cabem na mão de um médico incluem motores com magnetos cerâmicos relativamente baratos e motores com materiais magnéticos de terras raras relativamente cara (por exemplo, neodímio). Entretanto, o aumento de potência do último em comparação com o primeiro não é suficientemente grande para garantir o aumento substancial no custo do último. Assim, os motores com magneto de cerâmica podem ser selecionados para uso na alavanca. Os motores de exemplo vêm em tamanhos padrão (diâmetro) de 27,5 mm ou 24 mm, por exemplo. Estes motores possuem uma eficiência nominal de aproximadamente 60% (que diminui para 30% ou abaixo dependendo do tamanho da carga). Esses motores operam a velocidades de aproximadamente 30.000 rpm (entre 20.000 e 40.000 rpm) quando descarregados.

[0129] Muito embora estes motores convencionais possam ser usados, seria desejável reduzir o tamanho ainda mais. Com este objetivo, os inventores descobriram que os motores CC do tipo escova e sem núcleo produzem saída

de potência similar, mas com uma redução significativa no tamanho. Por exemplo, um motor sem núcleo com diâmetro de 17 mm pode gerar aproximadamente a mesma potência de um motor padrão com diâmetro de 24 mm. Diferente de um motor padrão, o motor sem núcleo pode ter uma eficiência de até 80%. Quase todos os motores sem núcleo usam materiais magnéticos de terras raras.

[0130] Com este tipo de volume limitado e potência mecânica disponível, é aconselhável escolher um trem de engrenagem mecânica com uma eficiência maior. Colocando um conjunto de roda dentada cremalheira como estágio de controle do trem de acionamento final dispõe-se um estágio final de alta eficiência no trem de acionamento em comparação com um fuso de comando porque, em geral, a roda dentada cremalheira possui uma eficiência aproximada de 95%, e o fuso de comando possui um máximo de aproximadamente 80% de eficiência. Para o grampeador elétrico linear, existe uma faixa de percurso de 60 mm para o mecanismo de grampeamento/corte quando o grampeador possui um cartucho de 60 mm (cartuchos compreendendo entre 30 mm a 100 mm podem ser usados, mas a faixa de 60 mm é usada nesse exemplo para fins de ilustração). Com esta faixa de percurso, uma duração de percurso total de 3 segundos coloca o índice de extensão da roda dentada cremalheira a 0,8 polegadas por segundo. Para realizar isto com um conjunto de roda dentada cremalheira dimensionada de forma razoável, um trem de engrenagem deverá reduzir a saída do motor para aproximadamente 60 rpm. Com uma velocidade de saída do motor de aproximadamente 30.000 rpm, a redução em velocidade para o trem de acionamento se torna aproximadamente 500:1. Para atingir esta redução com o motor, um trem de acionamento de cinco estágios é escolhido. Sabe-se que estes trens de acionamento possuem uma eficiência aproximada de 97% para cada estágio. Assim, combinada com uma eficiência aproximada de 95% da roda dentada cremalheira, a eficiência geral do trem de acionamento é $(0,95) (0,97)^5$ ou 82%. Combinando a eficiência do motor de 60% com a eficiência do trem de acionamento de 82% gera-se uma eficiência elétrica geral

para mecânica final de aproximadamente 49,2%. Conhecendo esta estimativa de eficiência geral, quando se determina a quantidade de energia elétrica necessária para operar o grampeador dentro dos critérios desejados, a energia elétrica real necessária é quase duas vezes o valor que é calculado para produzir a força de grampeamento/corte.

[0131] Para gerar a força necessária para atender os requisitos acima mencionados, a potência (em watts) do conjunto mecânico pode ser calculada, com base em 82 kg sobre 60 mm em 3 segundos como sendo aproximadamente 16 watts. Sabe-se que a eficiência mecânica geral é de 49,2%, assim, 32,5 watts é necessário para o fornecimento de energia (16 watts mecânicos \sim 32,5 watts elétricos \times 0,492 de eficiência geral, assim que 32,5 watts são necessários de fornecimento de energia (16 watts mecânicos \sim 32,5 watts elétricos \times 0,492 de eficiência geral). Com esta exigência mínima de energia elétrica, o tipo de células para energizar o grampeador pode ser identificado, que, neste caso, inclui baterias primárias de lítio de alta potência. Uma característica conhecida das baterias de lítio de alta potência (por exemplo, baterias CR123 ou CR2) é que elas produzem em torno de cinco picos de watts de potência por bateria. Assim, pelo menos seis células em série gerarão a quantidade aproximada necessária de 32,5 watts de energia elétrica, que se converte em 16 watts de potência mecânica. Isto não finaliza o processo de otimização, porque cada tipo de bateria de lítio de alta potência fabricada possui características diferentes de abastecimento de energia de pico e estas características diferem com relação a carga que está sendo aplicada.

[0132] Várias características de bateria existem que diferenciam uma bateria de um primeiro fabricante de uma outra bateria de um segundo fabricante. As características significativas de bateria de comparação são aquelas que limitam a potência que pode ser obtida de cada bateria, algumas das quais se incluem:

- tipo de eletrólito na bateria;
- concentração de eletrólito e química;
- como o anodo e catodo são fabricados (tanto na sua química quanto na

construção mecânica); e

- o tipo de construção do dispositivo PTC (coeficiente de temperatura positiva de resistência).

[0133] Testando uma ou mais destas características se obtém informações valiosas na escolha da bateria mais desejável para uso no dispositivo de grampeamento. Descobriu-se que um exame da última característica – comportamento do dispositivo PTC – permite uma otimização do tipo de bateria para realizar o trabalho desejado.

[0134] A maioria das fontes de energia são requeridas a funcionar, com relativa certeza e eficiência, durante um longo período de tempo. Quando se projeta e se constrói uma fonte de energia, não é normal escolher a fonte de energia para uso de curta duração combinado com um número baixo de usos. Entretanto, a fonte de energia de um dispositivo de grampeamento elétrico somente é usada durante um curto período e por pequenos intervalos de tempo. Em cada uso, o motor precisa estar pronto para uma carga de pico e precisa funcionar sem problemas. Isto quer dizer que, para os grampeadores cirúrgicos, a característica de grampeamento/corte será realizada durante somente um procedimento médico, que possui contagens de ciclo entre 10 e 20 usos no máximo, com cada uso precisando atingir uma carga de pico possível do dispositivo. Após o procedimento 1, o dispositivo deixa de ser utilizado e é descartado. Por isso a fonte de energia para a presente invenção precisa ser construída diferente de qualquer outra fonte de energia tradicional.

[0135] O dispositivo de acordo com a presente invenção é construído para ter uma vida útil limitada de uma bateria de energia em comparação com a vida útil esperada de uma bateria de energia quando não usada no dispositivo. Quando assim configurado, espera-se que o dispositivo trabalhe poucas vezes após esse “ciclo de vida” definido. Sabe-se que as fontes de energia autocontidas, como as baterias, possuem a capacidade de recuperação após algum tipo de uso. Para a otimização da presente invenção, o dispositivo é construído dentro de certos parâmetros que, por um procedimento definido,

executará de acordo, mas estará limitado ou incapaz de continuar a execução se o tempo de uso se estender após o procedimento. Muito embora o dispositivo possa se recuperar e possivelmente ser usado novamente em um procedimento diferente, o dispositivo está projetado para usar as baterias de energia de tal forma que elas muito provavelmente não estarão aptas a funcionar a um nível melhorado muito acima da faixa dos períodos de uso simples pretendidos ou fora da faixa agregada de tempo de uso. Levando isto em consideração, uma vida útil ou vida clínica da fonte de energia ou do dispositivo está definida, cuja vida pode também ser descrita como um uso pretendido. Fica entendido que esta vida útil/clínica não inclui períodos ou ocorrências de uso durante um período de teste para se certificar que o dispositivo funciona conforme pretendido. A vida útil também não inclui outros períodos em que o dispositivo é ativado fora do procedimento pretendido, ou seja, quando ele não é ativado de acordo com um procedimento cirúrgico.

[0136] As baterias convencionais disponíveis no mercado são projetadas para serem usadas de duas maneiras: (1) fornecer uma quantidade significativa de energia por um curto espaço de tempo (por exemplo, em um dispositivo digital de alta drenagem tipo câmeras) ou (2) fornecer uma pequena quantidade de energia durante um longo período de tempo (como por exemplo backup de relógio de computador). Se uma dessas operações não for seguida, então a bateria começa a esquentar. Se deixada sem verificação, a bateria pode esquentar a um ponto que os elementos químicos poderiam vir a causar danos significativos, como por exemplo uma explosão. Como é aparente, uma explosão de bateria deve ser evitada. Esses extremos são prevenidos nas baterias convencionais pela presença do dispositivo PTC – um dispositivo que é construído para limitar a condução da bateria na medida em que a bateria aumenta em temperatura (por exemplo, um coeficiente de temperatura positiva de resistência). O dispositivo PTC protege as baterias e/ou circuitos de excesso de corrente e de temperatura. De forma significativa, o dispositivo PTC protege uma bateria de curtos-circuitos internos enquanto que permite ainda que a

bateria continue funcionando após o curto circuito ser removido. Algumas baterias possuem proteção de curto-circuito e/ou de excesso de temperatura usando um fusível de um tempo. Entretanto, um curto-circuito acidental de uma bateria com um fusível desse tipo faz com que o fusível se abra tornando a bateria inutilizável. As baterias protegidas por PTC possuem uma vantagem sobre as baterias com fusível, porque elas são capazes de “restabelecer” automaticamente quando o curto-circuito é removido, permitindo que a bateria retorne a sua operação normal. O entendimento das características do dispositivo PTC é particularmente importante na presente invenção, porque o motor irá atrair muitas vezes corrente maior do que teria sido observada em uma aplicação normal de auto drenagem.

[0137] O dispositivo PTC é fornecido em séries com o anodo e o catodo, e é feito de uma camada condutora parcialmente em forma de sanduíche entre duas camadas condutivas, por exemplo. O dispositivo fica em uma condição de baixa resistência a uma temperatura durante uma operação normal (dependendo das condições de circuito em que o dispositivo é usado, por exemplo da temperatura da sala a 40° C). Uma exposição a alta temperatura devido, por exemplo, a uma grande corrente incomum resultante da formação de um curto-circuito ou de descarga excessiva (dependendo das condições do circuito em que o dispositivo é usado, por exemplo, de 60° a 130° C), o dispositivo PTC comuta para um modo de resistência extremamente alta. Falando de forma simples, quando um dispositivo PTC é incluído num circuito e uma corrente anormal passa através do circuito, o dispositivo entra na condição de temperatura mais alta e, assim, comuta para a condição de resistência mais alta para aumentar a corrente que passa através do circuito para um nível mínimo e, assim, proteger os elementos elétricos do circuito e a bateria(s). No nível mínimo (por exemplo, em torno de 20% da corrente de pico), a bateria pode esfriar a um nível de “segurança” em que pode ser fornecido um tempo de energia maior. A camada condutora parcialmente do dispositivo PTC é, por exemplo, um compósito de pó de carbono e plástico de poliolefina. Demais descrição destes dispositivos é desnecessária,

já que estes dispositivos estão descritos e são bem conhecidos na arte.

[0138] Devido aos circuitos PTC de diferentes fabricantes operarem com características de comportamento diferentes, a presente invenção tira vantagem desta característica e oferece um processo de otimização da escolha de uma bateria particular para alinhar um motor específico e um uso específico. Um exame do tempo quando o dispositivo PTC se comuta a condição de resistência mais alta pode ser usado como este indicador para otimizar um motor particular e um trem de acionamento para uma bateria. É desejável saber quando o dispositivo PTC faz essa comutação, de modo que, durante o uso normal do grampeador, o dispositivo PTC não faça esta troca.

[0139] As baterias de exemplo foram carregadas com vários níveis de aproximadamente 3 Amperes a aproximadamente 8 Amperes. Na extremidade alta, o dispositivo PTC alterou para o estado de alta resistência quase imediatamente, tornando este nível de corrente muito alto para as baterias padrão CR123. Ficou determinado que, entre 4 e 6 Amperes, uma bateria de fabricante teve ativação PTC mais breve do que uma bateria de um outro fabricante. A duração de modificação de PTC mais longa para o segundo fabricante foi >3 minutos para 4 Amperes, aproximadamente 2 minutos para 5 Amperes, e quase 50 segundos para 6 Amperes. Cada uma dessas durações foi significativamente maior do que a exigência de carga de pico de 8 segundos. Assim, ficou determinado que as baterias do segundo fabricante seriam ótimas para uso nos amperes de pico comparadas com as baterias do primeiro fabricante.

[0140] Inicialmente, supôs-se que os ampères mais altos de contenção mais baixa ou constante geraria uma perda mais alta de potência das baterias. Baseado na configuração de seis baterias em série, a tensão de pico poderia ser de 18 volts com uma corrente de pico de somente 6 volts. Dispondo as baterias em paralelo, em teoria, deveria permitir uma amperagem de pico mais alta e uma configuração 3 x 2 (dois conjuntos paralelos de três baterias em séries) poderia ter um pico de 9 volts com um pico de até 12 volts.

[0141] Foram investigadas diferentes baterias simples e ficou confirmado que uma tensão relativamente baixa (em torno de 1,5 a 2 volts) e aproximadamente 4 a 6 A produzem a potência mais alta em volts. Foram examinados dois sextos de configurações de bateria: uma conexão de series 6x1 e uma conexão paralela de 3x2. A configuração 3x2 produziu os ampères de pico mais altos de aproximadamente 10 A. A configuração 6x1 produziu em torno de 6 A de pico e a bateria simples foi capaz de atingir 5 a 6 A de pico antes que o dispositivo PTC mudasse de estado. Estas informações indicaram o estado em que qualquer bateria simples no grupo de séries estaria ativando o seu dispositivo PTC e assim, limitando corrente através do grupo total de baterias. Então, a conclusão de tentativa de gerar ampères de pico em tensão mais baixa com uma configuração 3x2 foi mantida.

[0142] Foram testadas três configurações de bateria CR123 diferentes: 4x1, 6x1, e 3x2 para ver qual velocidade o carrete moveria a cremalheira (em polegadas por segundo (“IPS”)) para as cargas número 120 e 180 e para uma engrenagem normal. Os resultados deste teste de carregamento dinâmico no mundo real foram mostrados no gráfico da FIG. 31, tanto para a carga número 120:

- o conjunto de bateria 4x1 foi capaz de mover a carga a aproximadamente 0.6 IPS a aproximadamente 2,5 A, mas a aproximadamente 8 volts;
- o conjunto de bateria 6x1 foi capaz de mover a carga a aproximadamente 0.9 IPS a aproximadamente 2,5 A, mas a aproximadamente 13 volts;
- o conjunto de bateria 3x2 foi capaz de mover a carga a aproximadamente 0.4 IPS a aproximadamente 2,5 A, mas a aproximadamente 6 volts;

e para a carga número 180:

- o conjunto de bateria 4x1 foi capaz de mover a carga a aproximadamente 0,65 IPS a aproximadamente 4 A, mas a aproximadamente 7,5 volts;
- o conjunto de bateria 6x1 foi capaz de mover a carga a aproximadamente 0,9 IPS a aproximadamente 4 A, mas a aproximadamente 12 volts;
- o conjunto de bateria 3x2 foi capaz de mover a carga a aproximadamente

0,4 IPS a aproximadamente 4 A, mas a aproximadamente 7 volts.

[0143] Claramente, a corrente de pico foi limitada, e este limite era dependente da carga. Essa experiência revelou que o motor atraiu uma corrente similar independente do fornecimento de energia para uma dada carga, mas que a tensão mudou dependendo da configuração da célula de bateria. Com respeito a cada uma das cargas, a saída de força foi a maior na configuração 6x1 e não na configuração 3x2, como era esperado. A partir disto, ficou determinado que a potência total do conjunto de bateria é direcionada pela tensão e não pela corrente e, por isso, a configuração paralela (3x2) não foi o caminho a seguir na otimização da fonte de energia.

[0144] Tradicionalmente, quando se projeta as especificações para o motor, os rolamentos do motor são alinhados para a tensão antecipada a que o motor trabalhará. Este alinhamento leva em conta a duração dos ciclos individuais e a vida útil geral desejada do produto. Em um caso de um dispositivo de grampeamento elétrico o motor somente será usado para ciclos muito curtos e por uma vida útil muito curta, os métodos de alinhamento tradicionais geram resultados que estão abaixo de ótimo. Os fabricantes dos motores dão uma tensão nominal para o motor que corresponde ao número de rotações dos rolamentos. Quanto mais baixo o número de rotações mais baixa a tensão estimada. Dentro de um dado tamanho de rolamento de motor, um número mais baixo de rotações permite usar fios maiores, de forma que um número mais baixo de rotações resulta em uma resistência mais baixa no rolamento, e um número mais alto de rotações resulta em uma resistência maior. Estas características limitam a corrente máxima que o motor irá atrair, que é o que cria a maioria das situações de calor e de danos quando o motor está com excesso de velocidade. Para a presente invenção, uma configuração desejável terá a resistência de rolamento mais baixa para atrair a maioria da corrente do fornecimento de energia (por exemplo, um jogo de bateria). Operando o motor a uma tensão muito mais alta do que a tensão nominal do motor, uma potência significativamente maior pode ser atraída dos motores de tamanho similar. Este

caráter foi verificado com testes de motores sem núcleo bastante idêntico que somente variavam na resistência de rolamento (e, conseqüentemente, no número de rotações). Por exemplo, motores estimados para 12 volts e 6 volts operaram com baterias de 6 (por exemplo, a 19,2 volts). Os motores estimados para 12 volts tiveram uma saída de potência de pico de 4 volts com a tensão da bateria caindo apenas levemente para 18 volts quando atraía 0,7 A. Em comparação, os motores estimados para 6 volts com saída de 15 watts de força com a tensão caindo para 15 volts, mas atraindo 2 A de corrente. Por isso os rolamentos de resistência mais baixa foram selecionados para atrair potência suficiente das baterias. Observou-se que os rolamentos do motor deveriam ser balanceados com relação ao jogo de bateria particular de forma que em uma condição de perda, o motor não atraia corrente das baterias suficiente para ativar o PTC, cuja condição atrasaria de forma não permissível o uso de um grampeador cirúrgico elétrico durante uma operação.

[0145] A configuração de bateria de força 6x1 pareceu ser muito mais do que eficiente para atender os requisitos do dispositivo de grampeamento elétrico. Apesar disto, neste ponto, a bateria de força pode ser otimizada ainda mais para determinar se são necessárias seis baterias para realizar o trabalho exigido. Foram testadas então quatro baterias e concluiu-se que, com relação a carga número 120, o trem do motor/acionamento não podia mover a cremalheira sobre um espaço livre de 60 mm dentro de 3 segundos. Foram testadas seis baterias e concluiu-se que, com relação a carga número 120, o trem do motor/acionamento poderia mover a cremalheira em um espaço livre de 60 mm em 2,1 segundos – bem mais rápido do que a exigência de 3 segundos. Concluiu-se ainda que, com relação a carga número 180, o trem do motor/acionamento poderia mover a cremalheira em um espaço livre de 60 mm em menos de 2,5 segundos – muito mais rápido que os 8 segundos de exigência. Neste ponto, é desejável otimizar a fonte de energia e o layout mecânico para se assegurar que não existe grampeamento/corte “fuga”; em outras palavras, se a carga for significativamente menor do que a carga máxima requerida para o

número 180, ou mesmo para a carga máxima do número 120, então não seria desejável que a cremalheira se movesse tão rápido.

[0146] A relação de redução de engrenagem e o sistema de acionamento precisam estar otimizados para manter a eficiência de pico próxima do motor durante o curso de disparo. O curso desejado de 60 mm em 3 segundos significa uma velocidade da cremalheira mínima de 20 mm/s (~0.8 polegadas/segundo). Para reduzir o número de variáveis no processo de otimização, uma redução básica de 333:1 é fixada na caixa de câmbio. Isso leva a redução final a ser realizada pelas engrenagens presentes entre o eixo de saída 214 da caixa de câmbio e a cremalheira 217, cuja engrenagens incluem, por exemplo, uma engrenagem cônica 215 e um carrete 216 (que aciona a cremalheira), um exemplo simplificado disto está ilustrado na FIG. 32.

[0147] Estas variáveis podem ser combinadas nos números de polegadas de movimento da cremalheira com uma revolução simples do eixo de saída 214 da caixa de câmbio 333:1. Se a saída da caixa de câmbio (em rpm) nunca se alterou, isso seria uma função simples para alinhar as polegadas de movimento da cremalheira pela revolução do eixo de saída ("IPR") para a saída em rpm alcançar uma velocidade desejada conforme segue:

- (60 rpm -> 1 revolução/segundo (rps); 1 rps @ 0,8 IPR -> 0,8 pol/s).

[0148] Neste caso idealizado, se o IPR é contra a velocidade, uma linha reta seria produzida. A Velocidade sobre uma distância fixada pode ser reduzida mais para o tempo de disparo. Assim, uma unidade de tempo de disparo versus o IPR seria também uma linha reta neste caso idealizado. Entretanto, a saída do motor (em rpm) e, por isso, da caixa de câmbio, não é fixada porque essa velocidade varia com a carga. O grau de carga determina a quantidade de energia que o motor pode descartar. Na medida em que a carga aumenta, as rpm diminuem e a eficiência muda. Baseado em um exame de eficiência com cargas diferenciadas, conclui-se que a eficiência chega a picos de quase acima de 60%. Entretanto, a tensão correspondente e os ampères deste pico de eficiência não são os mesmos no ponto de potência de pico. A potência continua a aumentar

na medida em que a carga aumenta até que a eficiência caia mais rápido do que a potência está aumentando. Na medida em que o IPR aumenta, espera-se um aumento na velocidade, mas um aumento correspondente em IPR diminui a vantagem mecânica e com isso aumenta a carga. Esta carga aumentada, com o decréscimo correspondente na eficiência a cargas progressivamente mais altas, significa que existirá um ponto quando velocidades mais altas fora da cremalheira não será mais possível com IPR maiores. Este comportamento é refletido como um desvio de uma linha reta prevista na unidade de tempo de disparo (em segundos) versus o IPR. Experiências do sistema da presente invenção revelam que o limite entre a vantagem mecânica desnecessária e a vantagem mecânica insuficiente ocorre a aproximadamente 0,4 IPR.

[0149] A partir deste valor de IPR, é possível, agora, escolher o coeficiente de engrenagem final da engrenagem cônica 215 para ser aproximadamente três vezes maior (3:1) do que da roda dentada do eixo de saída. Esta relação se converte em um IPR aproximado de 0,4.

[0150] Agora que a engrenagem cônica 215 foi otimizada, o jogo de bateria pode ser reexaminado para determinar se as seis baterias poderiam ser reduzidas para cinco ou mesmo para quatro, o que poderia poupar custos e aumentar consideravelmente o volume necessário de fornecimento de energia dentro da alavanca. Uma carga constante de aproximadamente número 120 foi usada com o motor otimizado, o trem de acionamento, a engrenagem cônica, e a roda denta e cremalheira e descobriu-se que as quatro baterias resultaram em um período de tempo de quase 5 segundos para mover a cremalheira de 60 mm. Com as cinco baterias, o tempo foi reduzido a cerca de 3,5 segundos. Com a configuração de 6 baterias, o tempo foi de 2,5 segundos. Assim, interpolando esta curva resultou em uma configuração de bateria mínima de 5,5 baterias. Devido ao fato de que as baterias somente podem ser fornecidas em quantidades inteiras, descobriu-se que a configura de seis baterias era necessária para satisfazer as exigências requeridas pelo dispositivo de grampeamento elétrico.

[0151] A partir disto, o volume mínimo de fonte de energia poderia ser calculado como um valor fixo, a menos que as baterias de diferentes tamanhos pudessem ser usadas e que fornecessem as mesmas características de energia elétrica. As baterias de lítio referidas como CR2 possuem características similares de energia elétrica como as características que tem as baterias CR123, mas são menores. Por isso, usando uma fonte de energia de seis baterias de CR2 reduziu-se a exigência de espaço para mais do que 17%.

[0152] Conforme expresso em detalhes acima, a fonte de energia (por exemplo, as baterias), o trem de acionamento, e o motor são otimizados para total eficiência com fim de liberar a potência de saída desejada dentro da janela de tempo requerida para completar o processo cirúrgico. A eficiência de cada tipo de fonte de energia, do trem de acionamento e do motor foi examinada e posteriormente o tipo de fonte de energia, trem de acionamento e o motor foi selecionado baseado neste exame de se liberar o máximo de potência em um período de tempo desejado. Em outras palavras, a condição de potência máxima (tensão e corrente) é examinada que possa existir para um dado período de tempo sem ativar o PTC (por exemplo, em cerca de 15 segundos). A presente invenção localiza o valor de potência de tensão-corrente que otimiza a forma em que a potência é extraída das baterias para acionar o motor. Mesmo após essa otimização, outras mudanças podem ser feitas para melhorar essas características do grampeador elétrico 1.

[0153] Um outro tipo de fonte de energia pode ser usado e é referido neste documento como uma bateria "híbrida". Neste tipo de configuração, uma bateria de íon de lítio recarregável ou polímero de lítio é conectada a uma ou mais das baterias otimizadas mencionadas acima (ou talvez a outra bateria primária de dimensão menor, mas de uma tensão similar ou mais alta). Nesse tipo de configuração, a bateria de íon de lítio poderia energizar o motor elétrico de grampeamento/corte, porque a energia total contida em uma bateria CR2 é suficiente para recarregar a bateria de íon de lítio muitas vezes, entretanto, as baterias primárias estão limitadas a partir da entrega. As baterias de íon de lítio

e de polímero de lítio possuem resistência interna muito baixa e são capazes de correntes muito altas em curtos espaços de tempo. Para capturar este comportamento benéfico, uma bateria primária (CR123, CR2 ou outra bateria) poderia levar de 10 a 30 segundos para carregar a bateria secundária, o que formaria uma fonte de energia adicional para o motor durante o disparo. Uma versão alternativa da bateria de íon de lítio é o uso de um capacitor; entretanto, os capacitores são ineficientes em volume. Mesmo assim, um supercapacitor pode ser colocado no sistema de energização do motor; ele pode ser conectado eletricamente a partir deste sistema até que o operador defina se é necessário potência adicional. Neste momento, o operador poderia conectar o capacitor para um “melhoramento” adicionado de energia.

[0154] Conforme mencionado acima, se a carga no motor aumentar além de um determinado ponto, a eficiência começa a decrescer. Nesse tipo de situação, uma transmissão de multi-relação pode ser usada para mudar a energia liberada ao longo do período de tempo desejado. Quando a carga se torna muito grande de tal forma que a eficiência diminui, uma transmissão de multi-relação pode ser usada para comutar a relação de câmbio para retornar o motor ao ponto de eficiência mais alto, em que, por exemplo, pelo menos uma força de número 180 possa ser aplicada. Observou-se, entretanto, que o motor da presente invenção precisa operar tanto na direção dianteira como de marcha ré. No modo operacional mencionado por último, o motor precisa ser capaz de desengatar o instrumento de grampeamento/corte de fora de uma situação de grampeamento de tecido “bloqueado”. E assim, seria benéfico para a engrenagem reversa gerar mais força do que a engrenagem dianteira.

[0155] Com cargas significativamente variáveis, por exemplo, de baixo peso até 81 kg, existe a possibilidade de o conjunto de transmissão estar energizado demais na extremidade inferior da faixa de carga. Assim, a invenção pode incluir um dispositivo de orientação de velocidade. Possíveis dispositivos de orientação incluem reguladores dissipativos (ativos) e reguladores passivos. Um regulador passivo de exemplo é um circuito compensador, como o elemento de

armazenagem de energia 56, 456 divulgado no pedido de patente norte-americano Nº 2005/0277955 para Palmer e outros. Um outro regulador passivo que também pode ser usado é um arejador de pá "fly". Esse tipo de conjunto usa resistência do vento para regular a velocidade, porque ele absorve mais força já que ele gira mais rápido e com isso propicia uma característica de regulação de velocidade quando o motor está girando muito rápido. Um outro tipo de regulador pode ser uma mola de compressão que o motor comprime lentamente para um estado comprimido. Quando é desejado acionamento, a mola comprimida é liberada, permitindo que toda energia a seja transferida para a transmissão em um intervalo de tempo relativamente curto. Uma outra versão de regulador de exemplo pode incluir uma chave de multi-estágio com estágios que são conectados respectivamente aos vários subconjuntos das células de bateria. Quando se deseja baixa força, uma primeira chave ou primeira parte de uma chave pode ser ativada para dispor somente um pouco das baterias no circuito de fornecimento de energia. Na medida em que mais energia é desejada, o usuário (ou um dispositivo de computação automatizada) pode dispor outras baterias sucessivas no circuito de fornecimento de energia. Por exemplo, em uma configuração de seis baterias, as primeiras quatro baterias podem ser conectadas ao circuito de fornecimento de energia com uma primeira posição de uma chave, a quinta bateria pode ser conectada com uma segunda posição da chave, e a sexta bateria pode ser conectada com uma terceira posição da chave.

[0156] Os motores elétricos e a caixa de câmbio associada produzem uma determinada quantidade de ruído quando usados. O grampeador da presente invenção isola o motor e/ou o trem de acionamento do motor com relação a alavanca para diminuir as características acústicas e de vibração e com isso, o ruído geral produzido durante a operação. Em uma primeira versão um material de umidificação é disposto entre o corpo da alavanca e o motor e o trem de acionamento. O material pode ser espuma, como o látex, poliéster, baseado em planta, poliéter, polieterimida, poliimida, poliolefina, polipropileno, fenólico, poliisocianatos, poliuretano, silicone, vinil, etileno copolímero, polietileno

expandido, fluoropolímero ou estiroespuma. O material pode ser um elastômero, como o silicone, poliuretano, cloropreno, butil, polibutadieno, neopreno, borracha natural, ou isopreno. A espuma pode ser celular fechada, celular aberta, flexível, reticular ou sintática, por exemplo. O material pode ser disposto a dadas posições entre a alavanca e o motor/caixa de câmbio ou pode estar totalmente inserido na câmara que circunda o motor/caixa de câmbio. Em uma segunda versão, o motor e o trem de acionamento estão isolados dentro de uma configuração de caixa embutida, as vezes referida como uma “Caixa Chinesa” ou “Boneca aninhada Russa”. Neste tipo de configuração, o material de umidificação é disposto em torno do motor/caixa de câmbio e os dois são colocados dentro de uma primeira caixa com o eixo da caixa de câmbio sobressaindo-se a partir deles. Então, a primeira caixa é montada dentro da “segunda caixa” – o corpo da alavanca – e o material de umidificação é disposto entre a primeira caixa e o interior da alavanca.

[0157] O grampeador elétrico da presente invenção pode ser usado em aplicações cirúrgicas. A maioria dos dispositivos de grampeamento são usados uma vez. Eles podem ser descartados após um procedimento médico, porque o custo é relativamente baixo. O grampeador cirúrgico elétrico, entretanto, possui um custo maior e pode ser desejável usar pelo menos a alavanca por mais de um procedimento médico. Assim, a esterilização dos componentes da alavanca após o uso se torna uma questão a ser considerada. A esterilização antes do uso também é importante. Devido ao grampeador elétrico incluir componentes eletrônicos que normalmente não passam pelos processos de esterilização padrão (por exemplo, vapor ou radiação gama), o grampeador precisa ser esterilizado por outros meios (possivelmente mais caros), como por exemplo, com o gás dióxido de etileno. Seria desejável, entretanto, que o grampeador passasse pela esterilização com radiação gama para reduzir os custos relacionados com a esterilização a gás. Sabe-se que os componentes eletrônicos podem ser usados em espaços em que esses componentes eletrônicos são expostos a radiação gama. Nestas aplicações, entretanto, os

componentes eletrônicos precisam funcionar enquanto estão expostos. Em contraste a isso, o grampeador elétrico não precisa funcionar quando exposto à radiação por esterilização gama. Quando são empregados semicondutores, mesmo quando a energia para os componentes eletrônicos está desligada, a radiação gama afetará de forma adversa a memória armazenada. Estes componentes precisam somente resistir a esta radiação e, somente após a exposição cessar, precisam estar prontos para uso. Sabendo disso, existem várias medidas que podem ser tomadas para aquecer de gama os componentes eletrônicos dentro da alavanca. Primeiro, ao invés de usar memória MOSFET, por exemplo, as memórias com ligação fusível podem ser usadas. Para estas memórias, uma vez que os fusíveis estão programados (por exemplo, queimado), a memória se torna permanente e resistente a esterilização gama. Segundo, a memória pode ser programada em máscara. Se a memória está fortemente programada para usar máscaras, a radiação gama no nível de esterilização médica não afetará de forma adversa a programação. Terceiro, a esterilização pode ser realizada enquanto a memória volátil está vazia e, após a esterilização, a memória pode ser programada por meio de várias medidas, por exemplo, pode ser usado um link sem fio que inclua comunicação por infravermelho, de rádio, ultrassom ou Bluetooth. Como alternativa ou adicionalmente, os eletrodos externos podem ser conectados em um ambiente limpo e estes condutores podem programar a memória. Finalmente, uma proteção radiopaca (feita de molibdênio ou tungstênio, por exemplo) pode ser fornecida em torno dos componentes sensíveis a radiação gama para impedir a exposição destes elementos a radiação potencialmente danosa.

[0158] Conforme descrito neste documento, as características da bateria, do trem de acionamento e do motor são examinadas e otimizadas para uma aplicação de grampeamento elétrico. O design particular (por exemplo, a química e o PTC) de uma bateria determinará a quantidade de corrente que pode ser aplicada e/ou a quantidade de energia que pode ser gerada durante um período de tempo. Estabeleceu-se que as baterias alcalinas padrão não possuem a

capacidade de gerar a alta potência necessária durante um curto período de tempo para afetar o acionamento do dispositivo de grampeamento elétrico. Também se constatou que algumas baterias de dióxido de manganês-lítio também foram incapazes de atender às necessidades de acionamento do dispositivo de grampeamento. Por isso, as características de certas configurações de bateria de dióxido de manganês-lítio foram examinadas, tais como o eletrólito e o coeficiente de temperatura positiva do dispositivo.

[0159] Entendeu-se que as baterias de dióxido de manganês-lítio convencionais (por exemplo, CR123 e CR2) são projetadas para cargas durante um longo período de tempo. Por exemplo, lâmpadas pisca-pisca comerciais SUREFIRE® e estas mencionadas baterias, e afirma que as baterias durarão de 20 minutos a algumas horas (3 a 6) na saída máxima de lúmen da luz pisca-pisca. A carga sobre a bateria(s) durante esse período de tempo não é próxima da capacidade de energia da bateria(s) e, por isso, a taxa crítica de corrente da bateria(s) não é alcançada e não há perigo de sobreaquecimento ou explosão. Se este tipo de uso não for contínuo, as baterias podem durar por muitos ciclos (por exemplo, centenas) com esta mesma saída total de potência.

[0160] Colocando de forma simples, estas baterias não estão projetadas para cargas acima de um período de 10 segundos ou menos, por exemplo, 5 segundos, e também não estão projetadas para um número pequeno de uso, por exemplo, 10 a 15. O que a presente invenção faz é configura o fornecimento de energia, o trem de acionamento e o motor para otimizar o fornecimento de energia (a bateria) por um número pequeno de usos com cada uso ocorrendo em um período de menos do que 10 segundos e uma carga que é significativamente mais alta do que a estimada.

[0161] Todas as baterias de lítio primárias que foram examinadas, possuem uma taxa crítica de corrente definida pelo respectivo dispositivo PTC e/ou pela química e a construção interna. Se usadas acima da taxa crítica de corrente por um período de tempo, as baterias podem aquecer demais e possivelmente explodir. Quando expostas a uma demanda de energia muito alta (próximo da

entrada PTC) com um número baixo de ciclos, os perfis de tensão e amperagem não se comportam da mesma forma como nos usos padrão da arte anteriores. E descobriu-se que algumas baterias possuem dispositivos PTC que impedem a geração de força requerida pelo grampeador da presente invenção, mas que outras baterias podem gerar a potência desejada (pode fornecer a corrente em tensão) para energizar o dispositivo de grampeamento elétrico. Isso significa que a taxa crítica de corrente é diferente dependendo da química particular, da construção e/ou do PTC da bateria.

[0162] A presente invenção configura o abastecimento de energia para operar em uma faixa acima da faixa crítica de corrente, referido neste documento como “Taxa de Corrente Supercrítica”. Observou-se dentro da definição de Taxa de Corrente Supercrítica que também é uma média de uma corrente modulada fornecida pelo fornecimento de energia que está acima da taxa de corrente crítica. Em virtude de as baterias não durarem muito enquanto estão fornecendo energia a uma Taxa de Corrente Supercrítica, o período de tempo do seu uso é encurtado. Este período de tempo encurtado onde as baterias podem operar na Taxa de Corrente Supercrítica é referido neste documento como “Período de Descarga de Pulso Supercrítico”, enquanto que o tempo total quando o fornecimento de energia é ativado é referido como um “Período de Descarga de Pulso”. Em outras palavras, o Período de Descarga de Pulso Supercrítico é um intervalo que é menor ou equivalente ao período de descarga de pulso, durante cujo tempo a taxa de corrente é maior do que a taxa de corrente crítica das baterias. O Período de Descarga de Pulso Supercrítico para a presente invenção é menos do que cerca de 16 segundos, em outras palavras, em uma faixa de em torno da metade a 15 segundos, por exemplo, entre 2 e 4 segundos, e mais particularmente, a em torno de 3 segundos. Durante a vida útil do dispositivo de grampeamento, o fornecimento de energia pode estar sujeito a Taxa de Corrente Supercrítica durante o período de descarga de pulso por pelo menos um intervalo e menos do que 20 vezes o tempo de um procedimento clínico, por exemplo, entre aproximadamente 5 e 15 vezes, em particular, entre 10 e 15 vezes dentro

de um período de 5 minutos. Por isso, em comparação com as horas de uso para aplicações padrão de fornecimento de energia, a presente invenção terá um uso agregado, referido como Tempo de Pulso Agregado, de, no máximo, aproximadamente 200 a 300 segundos, e em particular, aproximadamente 225 segundos. Observou-se que, durante uma ativação, o dispositivo talvez não precise exceder ou sempre exceder a Taxa de Corrente Supercrítica em um dado procedimento, porque a carga apresentada ao instrumento é dependente da aplicação química específica (por exemplo, alguns tecidos são mais densos do que outros e a densidade de tecido aumentada aumentará a carga apresentada ao dispositivo). Entretanto, o grampeador está projetado para ser capaz de exceder a Taxa de Corrente Supercrítica por um número de vezes durante o uso pretendido do procedimento cirúrgico. Atuando neste período de Descarga de Pulso Supercrítico, o dispositivo pode operar uma quantidade suficiente de vezes para completar o procedimento cirúrgico desejado, mas não muito mais, porque o fornecimento de energia é solicitado a atuar em uma corrente aumentada.

[0163] Quando executando na faixa aumentada, a força gerada pelo dispositivo, por exemplo, o grampeador elétrico 1, é significativamente maior que a que existe em um grampeador manual. De fato, a força é tão maior que ela poderia danificar o próprio grampeador. Em um uso de exemplo, o motor e os conjuntos de acionamento podem ser operados em detrimento da característica de travamento da lâmina da faca – a segurança que impede que a lâmina da faca 1060 avance quando não existe cartucho de grampo ou um cartucho de grampo disparado anteriormente no suporte de cartucho de grampo 1030. Esta característica é ilustrada na FIG. 33. Conforme abordado, a lâmina da faca 1060 somente poderá se mover distalmente quando o martelo do grampo 102 está presente na posição de pronto disparo, ou seja, quando o martelo 102 está na posição ilustrada na FIG. 33. Se o martelo 102 não está presente nesta posição, isto pode significar uma das duas coisas, ou não existe qualquer cartucho de grampo no suporte 1030 ou o martelo 102 já se moveu distalmente – em outras palavras, um disparo parcial ou total já ocorreu com o cartucho de grampo

carregado. Assim, a lâmina 1060 não deverá se mover ou deverá ter seu movimento restrito. Então, para garantir que o martelo 102 possa propelir a lâmina 1060 quando em estado de disparo, o martelo 102 dispõe de uma superfície de contato de travamento 104 e a lâmina 1060 é provida com um nariz de contato formado de forma correspondente 1069. Observou-se nesse ponto, que as asas de guia inferiores 1065 não descansam contra um piso 1034 no suporte de cartucho 1030 até que a lâmina 1060 tenha se movido distalmente além de o bordo 1035. Com este tipo de configuração, se o martelo 102 não está presente na extremidade distal da lâmina 1060 para propelir o nariz 1069, então as asas de guia inferiores 1065 seguirá a depressão 1037 bem proximal do bordo 1035 e, ao invés de se adiantar sobre o piso 1034 alcançará o bordo 1035 e impedirá outros movimentos para frente da lâmina 1060. Para ajudar neste contato, quando o martelo 102 não está presente (referido como um “travamento”), o cartucho de grampo 1030 possui uma mola de placa 1090 (anexa ao cartucho por pelo menos um rebite 1036) para inclinar a lâmina 1060. Com a mola de placa 1090 flexionada para cima e pressionada para baixo contra o flange 1067 (pelo menos até que o flange 1067 esteja distal da extremidade distal da mola de placa 1090), uma força direcionada para baixo é conferida contra a lâmina 1060 para pressionar as asas 1065 para baixo no sentido da depressão 1037. Assim, na medida em que a lâmina 1060 avança distalmente sem o martelo 102 estar presente, as lâminas 1065 seguem a curva inferior da depressão 1037 e são interrompidas de demais movimento distal quando o bordo distal das asas 1065 alcança o bordo 1035.

[0164] Esta característica de segurança opera conforme descrito enquanto a força transmitida pelas lâminas da faca 1062 para lâmina 1060 não é grande o suficiente para tirar as asas de guia inferiores 1067 da lâmina 1060. Com as forças capazes de serem geradas pelo fornecimento de energia, o motor e o trem de acionamento da presente invenção, a lâmina 1060 pode ser empurrada distalmente tão fortemente que as asas 1065 são lançadas para fora. Se isso ocorrer, não existe forma de impedir o movimento distal da lâmina 1060 ou do

martelo 102. Então, a presente invenção oferece um modo de diminuir as forças capazes de serem conferidas sobre as asas 1065 antes de sua passagem além do bordo 1035. Em outras palavras, o limite de força superior capaz de ser aplicado à lâmina 1060 é reduzido na primeira parte de movimento da lâmina (além do bordo 1035) e aumenta após as asas 1065 terem aberto o bordo 1035 e descansado sobre o piso 1034. Mais especificamente uma primeira versão de exemplo deste limitadora de geração de força em duas partes toma a forma de um circuito em que somente uma ou algumas baterias para fornecimento de energia são conectadas ao motor durante a primeira parte do percurso de grampeamento/corte e, na segunda parte do percurso de grampeamento/corte, a maioria ou todas as baterias de fornecimento de energia estão conectadas ao motor. Uma primeira forma de exemplo deste tipo de circuito está ilustrada na FIG. 34. Nesta primeira versão, quando a chave 1100 está na posição "A", o motor (por exemplo, o motor elétrico de grampeamento 210) somente é energizado com uma bateria de força 602 (de possíveis quatro nesta versão de exemplo). Entretanto, quando a chave 1100 está na posição "B", o motor é energizado com todas as quatro baterias 602 da fonte de energia 600, aumentando assim o montante de força que pode ser aplicada à lâmina 1060. O controle da chave 1100 entre as posições A e B pode ocorrer posicionando-se uma segunda chave em alguma parte ao longo do conjunto de controle da lâmina ou ao longo do martelo 102, em que a segunda chave envia um sinal para um controlador após as asas 1065 terem passado pelo bordo 1035. Observou-se que esta primeira versão do circuito de controle é somente como exemplo e qualquer conjunto de execução de forma similar pode fornecer a proteção de travamento para o dispositivo, veja por exemplo, a segunda versão de exemplo ilustrada na FIG. 36.

[0165] Uma primeira forma de exemplo de um circuito de controle do motor dianteiro reverso está ilustrada na FIG. 35. Esta primeira versão de exemplo usa uma chave de pólo dupla de duas direções 1200. A chave 1200 é normalmente inclinada por mola para uma posição central em que ambos os pólos estão

desligados. O motor M ilustrado pode, por exemplo, ilustrar o motor elétrico de grampeamento 210 da presente invenção. Conforme pode ser visto, a chave power-on 2110 precisa estar fechada para ligar o dispositivo. Claro, que essa chave é opcional. Quando se deseja um movimento para frente do motor M, a chave 1200 é colocada na posição direita, conforme mostrado na FIG. 35, em que é fornecido energia ao motor para operar o motor em uma primeira direção, definida aqui como direção dianteira, porque o "+" da bateria está conectado "+" do motor M. Nesta posição de comutação dianteira, o motor M pode energizar a lâmina 1060 em uma direção distal. É possível a colocação de um sensor apropriado ou chave para indicar a posição desejada mais dianteira da lâmina 1060 ou do martelo 102 visando controlar uma chave de limite de movimento dianteiro 1220 que interrompe a alimentação de energia para o motor M e impede outros movimentos dianteiros, pelo menos enquanto a chave 1220 permanece aberta. O circuito pode ser programado para nunca permitir que essa chave 1220 feche e complete o circuito ou para somente permitir o restabelecimento da chave 1220 quando um novo cartucho de grampo, por exemplo, está carregado.

[0166] Quando se deseja um movimento reverso do motor M, a chave 1200 é colocada na posição esquerda, conforme visualizado na FIG. 35, em que a energia fornecida para o motor operar o motor em uma segunda direção, definida aqui como a direção reversa, porque a "-" da bateria está conectada ao "+" do motor M. Nesta posição de comutação reversa, o motor M pode energizar a lâmina 1060 em uma direção proximal. É possível a colocação de um sensor apropriado ou chave para indicar a posição desejada mais traseira da lâmina 1060 ou do martelo 102 visando controlar uma chave de limite de movimento traseiro 1230 que interrompe a alimentação de energia para o motor M e impede outros movimentos traseiros, pelo menos enquanto a chave 1230 permanece aberta. Observou-se que outras chaves (indicado com setas pontilhadas) podem ser fornecidas no circuito para impedir de forma seletiva movimento em ambas direções independente das chaves de limite 1220, 1230.

[0167] Observou-se que o motor pode energizar o trem de engrenagem com

uma quantidade significativa de força que se converte em uma alta inércia rotacional. E assim, quando qualquer chave mencionada com respeito as FIGs 34 e 35 é usada para desligar o motor, as engrenagens talvez não parem simplesmente. Ao invés disso, a inércia rotacional continua a propelir, por exemplo, a cremalheira 217 na direção que ele estava se movimentando quando a energia do motor se extinguiu. Este movimento pode ser desvantajoso por muitas razões. Configurando alimentação de energia e o motor de forma apropriada, um circuito pode ser formado para eliminar substancialmente este tipo de movimento pós-desligamento, dando assim, ao usuário mais controle sobre o acionamento.

[0168] A FIG. 36 ilustra uma versão de exemplo onde o motor (por exemplo, o motor elétrico de grampeamento 210) é impedido de demais rotação quando o controle dianteiro ou reverso está desligado. A FIG. 36 também ilustra as versões alternativas do controle dianteiro/reverso e da fonte de energia de multi-estágio. O circuito da FIG. 36 possui um subcircuito de interrupção do motor que utiliza uma propriedade de curto circuito de um motor elétrico. Mais especificamente, o motor elétrico M é colocado em um curto circuito de forma que um campo magnético gerado eletricamente é criado em oposição ao campo magnético permanente, desacelerando assim o motor que ainda gira a uma taxa que previne substancialmente a sobre-corrente induzida pela inércia. Para explicar como o circuito da FIG. 36 pode interromper o motor M, é dada aqui uma explicação da chave de avanço/ de retorno 1300. Como pode ser visto, a chave de avanço/ de retorno 1300 possui três posições, exatamente como a chave 1200 da FIG. 35. Quando colocada na posição direita, o motor M é acionado em uma direção de rotação dianteira. Quando colocada em uma posição esquerda, o motor M é acionado em uma direção de rotação traseira. Quando a chave 1300 não é acionada – conforme mostrado na FIG. 36 – o motor entra em curto circuito. Este curto circuito está ilustrado em forma de diagrama pela parte superior da chave 1300. Notou-se que é preferível que os processos de comutação em uma chave de emergência ocorram de uma maneira com retardo

de tempo, que também é referida como uma configuração de comutação feita antes da interrupção. Quando se comuta da operação do M para interromper o motor M, a parte de dupla direção de pólo duplo, a parte da chave de avanço/retorno 1300 é aberta antes do curto-circuito do motor ser efetivado. No sentido contrário, quando se comuta da interrupção do motor M para operar o motor M, o curto-circuito é aberto antes da chave 1300 poder acionar o motor. Por isso, em operação, quando o usuário libera a chave de três vias 1300 tanto da posição dianteira como reversa, o motor entra em curto circuito e se interrompe rapidamente.

[0169] Outras características do circuito na FIG. 36 foram explicadas na FIG. 35. Por exemplo, é fornecida uma chave de liga/desliga 1210. Também presente está a chave de travamento de força 1100 que somente energiza o motor com uma bateria de força 602 em uma dada parte do acionamento (que pode ocorrer no começo ou em qualquer outra parte desejada do percurso) e energiza o motor M com todas as baterias de força 602 (aqui, por exemplo, seis baterias de força) em outra parte do acionamento.

[0170] Uma nova característica das chaves de limite reversa e dianteira 1320, 1330 impede qualquer outro movimento dianteiro do motor M após a chave de limite dianteira 1320 ser ativada. Quando este limite é alcançado, a chave de limite dianteira 1320 é acionada e a chave se move para a segunda posição. Neste estado, nenhuma energia consegue alcançar o motor para movimento dianteiro, mas o motor pode ser energizado para movimento reverso. A chave de limite dianteira pode ser programada para inverter ou ser de uso de um tempo para um dado cartucho de grampo. Mas especificamente, a chave 1320 permanecerá na segunda posição até que ocorra um restabelecimento substituindo-se o cartucho de grampo por um novo. Então, até que ocorra a substituição, o motor M somente pode ser energizado na direção reversa. Se a chave for meramente uma alavanca articulada, então a energia pode ser restaurada para outros movimentos somente quando o movimento recuperou o componente a partir da atuação da chave 1320.

[0171] A chave de limite de retorno 1330 pode ser configurada de forma similar. Quando o limite reverso é alcançado, a chave 1330 se move para a segunda posição e permanece lá até ocorrer um restabelecimento. Observou-se que, nesta posição o motor M está em um curto circuito, o que impede o movimento do motor em ambas direções. Com este tipo de configuração, a operação do grampeador pode ser limitada a uma simples recuperação ao limite de avanço e uma recuperação simples ao limite de retorno. Quando ambos aconteceram, o motor M foi desabilitado até que as duas chaves 1320 estivessem restabelecidas.

[0172] A presente descrição e os desenhos em anexo ilustram os princípios, as versões preferidas e os modos de operação da invenção. Mas especificamente, a alimentação de força otimizada, o motor e o trem de acionamento de acordo com a presente invenção foram descritos com respeito a um grampeador cirúrgico. Entretanto, a invenção não deverá ser interpretada como estando limitada as versões particuladas abordadas acima. Outras variações das versões abordadas acima serão analisadas por aqueles que são versados na arte assim como para aplicações, não relacionadas aos dispositivos cirúrgicos, que requer uma saída de potência ocorrente avançada para durações curtas e limitadas como uma bateria de força com uma saída de potência ou de corrente limitada. Conforme mostrado e descrito, quando otimizado de acordo com a presente invenção, um fornecimento de energia limitado pode produzir elevação, empuxo, tração, arraste, retenção e outros tipos de forças suficientes para mover um volume substancial de peso, por exemplo, acima de 82 kg.

[0173] As versões acima descritas deverão ser consideradas mais como ilustrativas do que como restritivas. Assim, espera-se que à estas versões possam ser feitas variações por aqueles que são versados na arte sem se afastar do escopo da invenção, conforme definido pelas seguintes reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. INSTRUMENTO CIRÚRGICO COM OTIMIZAÇÃO DE POTÊNCIA, o qual compreende um efector terminal cirúrgico, tendo ao menos um conjunto de atuação (200) para realizar um procedimento cirúrgico quando ativado, caracterizado por compreender ainda:

- um motor elétrico (210) com uma voltagem operacional nominal, estando operacionalmente vinculado ao referido efector terminal para operar ao menos um conjunto de atuação (200); e
- uma fonte de energia (600) eletricamente conectada ao referido motor elétrico (210) e energizando, seletivamente, o citado motor (210) para ativar ao menos um conjunto de atuação (200) ao menos 1 e menos do que 16 vezes durante uma vida clínica de ao menos um dos referidos: efector terminal, motor elétrico (210) e fonte de energia (600), sendo que a referida fonte de energia (600):
 - possui ao menos uma célula de bateria com uma taxa de corrente crítica;
 - possui um circuito de controle de fonte de energia que, quando ativado para energizar o citado motor elétrico (210) e ativar ao menos um conjunto de atuação (200), opera ao menos uma da referida célula de bateria a uma taxa de corrente supercrítica durante um período de descarga de pulso supercrítico não-zero, durando menos do que aproximadamente 16 segundos; e
 - opera o referido motor elétrico (210) acima da citada voltagem operacional nominal durante o citado período de descarga de pulso supercrítico citado.

2. INSTRUMENTO CIRÚRGICO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o referido período de descarga de pulso supercrítico citado durar ao menos:

- entre aproximadamente 0,5 segundos e aproximadamente 15 segundos;
- entre aproximadamente 1,5 segundos e aproximadamente 4 segundos; e

- aproximadamente 3 segundos.

3. INSTRUMENTO CIRÚRGICO, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por a referida fonte de energia (600) operar ao menos uma referida célula de bateria a uma taxa de corrente supercrítica durante o referido período de descarga de pulso supercrítico.

4. INSTRUMENTO CIRÚRGICO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por ao menos uma referida célula de bateria ser:

- ao menos uma célula de bateria baseada em lítio; ou
- uma célula de lítio-dióxido de manganês.

5. INSTRUMENTO CIRÚRGICO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a referida célula ser selecionada para operar na citada taxa de corrente supercrítica por um tempo de pulso agregado para a dita vida clínica que não é superior a aproximadamente 300 segundos.

6. INSTRUMENTO CIRÚRGICO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por:

- a referida célula possuir um dispositivo de coeficiente de temperatura positivo com um limiar PTC; e
- a referida célula operar na referida taxa de corrente supercrítica e abaixo do citado limiar PTC durante o citado período de descarga de pulso supercrítico.

7. INSTRUMENTO CIRÚRGICO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o referido motor (210) ser modulado por pulsos.

8. INSTRUMENTO CIRÚRGICO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o referido motor (210) possuir uma eficiência entre aproximadamente 60% e aproximadamente 90%.

9. INSTRUMENTO CIRÚRGICO, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado por o referido motor (210) operar a uma velocidade sem carga entre aproximadamente 20.000 e aproximadamente 40.000 rpm.

10. INSTRUMENTO CIRÚRGICO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a referida fonte de energia (600) gerar aproximadamente 32

watts de energia elétrica para o referido motor (210).

11. INSTRUMENTO CIRÚRGICO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender adicionalmente, um atuador intermediário, conectando o citado motor (210) a ao menos um mencionado conjunto de atuação (200), sendo que o dito atuador intermediário gera aproximadamente 16 watts de energia mecânica para ao menos um conjunto de atuação mencionado e, onde as referidas fonte de energia (600), motor (210) e atuador intermediário geram uma força de saída suficiente para mover aproximadamente 82 kg por aproximadamente 60 mm em aproximadamente 3 segundos.

12. INSTRUMENTO CIRÚRGICO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o citado motor (210) e fonte de energia (600) terem uma eficiência combinada suficiente para fornecer aproximadamente 16 watts de força mecânica para ao menos um conjunto de atuação (200) citado.

13. INSTRUMENTO CIRÚRGICO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o referido motor (210) possuir um trem de engrenagens com uma eficiência entre aproximadamente 85% e aproximadamente 99% e, onde o referido motor (210) e o referido trem de engrenagens possuem uma eficiência global elétrica final mecânica de aproximadamente 49%.

14. INSTRUMENTO CIRÚRGICO, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por o referido trem de engrenagens possuir um acionador final e o referido acionador final ser um conjunto de cremalheira e pinhão que está diretamente ligada ao menos a uma seção do referido efector terminal cirúrgico.

15. INSTRUMENTO CIRÚRGICO, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado por o referido motor (210) acionar o citado conjunto de cremalheira e pinhão a aproximadamente 0,8 polegadas por segundo.

16. INSTRUMENTO CIRÚRGICO, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por o referido trem de engrenagens reduzir a velocidade do citado motor (210) para aproximadamente 60 rpm.

17. INSTRUMENTO CIRÚRGICO, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por o referido trem de engrenagens possuir uma redução

aproximada de 500:1.

18. INSTRUMENTO CIRÚRGICO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por:

- ao menos um conjunto de atuação (200) citado constituir o primeiro e segundo conjunto de atuação; e
- a referida fonte de energia (600) gerar duas vezes mais energia elétrica do que energia mecânica para atuar um dos referidos conjuntos de atuação.

19. INSTRUMENTO CIRÚRGICO, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado por a referida fonte de energia (600) gerar aproximadamente 32 watts de energia elétrica e um dos citados conjuntos de atuação (200) gerar aproximadamente 16 watts de energia mecânica por aproximadamente 3 segundos.

20. INSTRUMENTO CIRÚRGICO, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado por a citada energia para atuar um citado conjunto de atuação (200) estar configurada para mover aproximadamente 82 kg por aproximadamente 60 mm em aproximadamente 3 segundos.

21. INSTRUMENTO CIRÚRGICO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a referida fonte de energia (600) possuir uma conexão em série entre quatro e seis células de energia, selecionadas do grupo consistindo de células de energia CR123 e CR2.

22. INSTRUMENTO CIRÚRGICO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por ao menos uma célula de bateria possuir uma ativação de PTC de ao menos:

- 3 minutos para aproximadamente 4 amperes;
- aproximadamente 2 minutos para 5 amperes; e
- aproximadamente 50 segundos para 6 amperes.

23. INSTRUMENTO CIRÚRGICO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por:

- o referido motor (210) possuir eficiência de pico e um trem de

engrenagens; e

- o referido trem de engrenagens ser selecionado para reter o referido motor (210) aproximadamente na referida eficiência de pico em todo o período de descarga do pulso supercrítico.

24. INSTRUMENTO CIRÚRGICO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por:

- o referido motor (210) possuir um trem de engrenagens;
- o citado trem de engrenagens possuir:
 - um eixo de saída, girando a uma taxa de revolução; e
 - um acionador final, na forma de um conjunto de cremalheira e pinhão;
- e
- o referido eixo de saída girar a uma taxa de revolução para otimizar um número de polegadas de deslocamento da referida engrenagem de cremalheira para uma única revolução do referido eixo de saída durante o referido período de descarga de pulso supercrítico.

25. INSTRUMENTO CIRÚRGICO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a referida fonte de energia (600) ser uma célula híbrida, incluindo células de bateria de lítio primárias e secundárias, eletricamente ligadas entre si, onde as células primárias de bateria energizam o referido motor (210), e a citada célula secundária recarrega a citada célula primária.

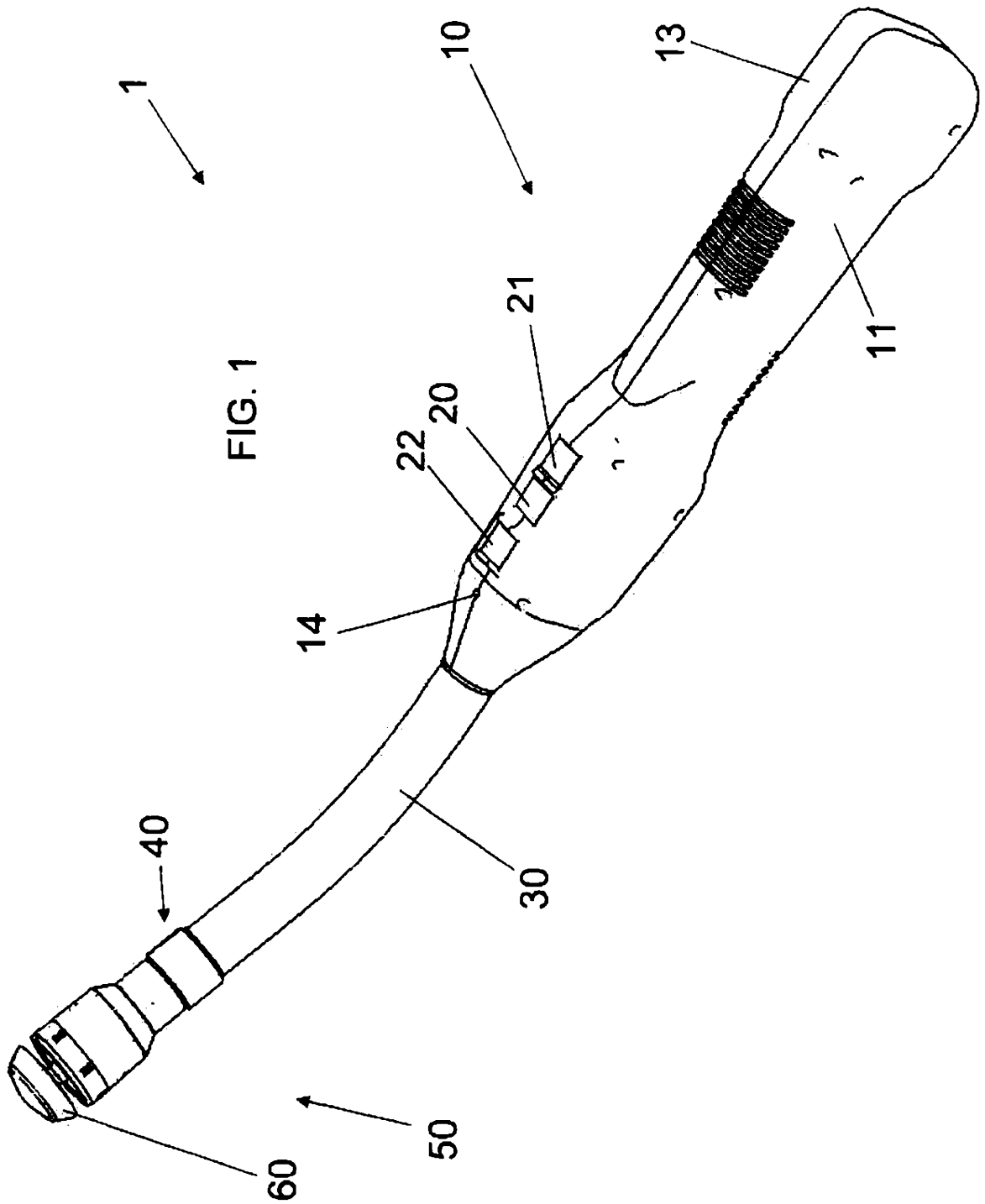


FIG. 1

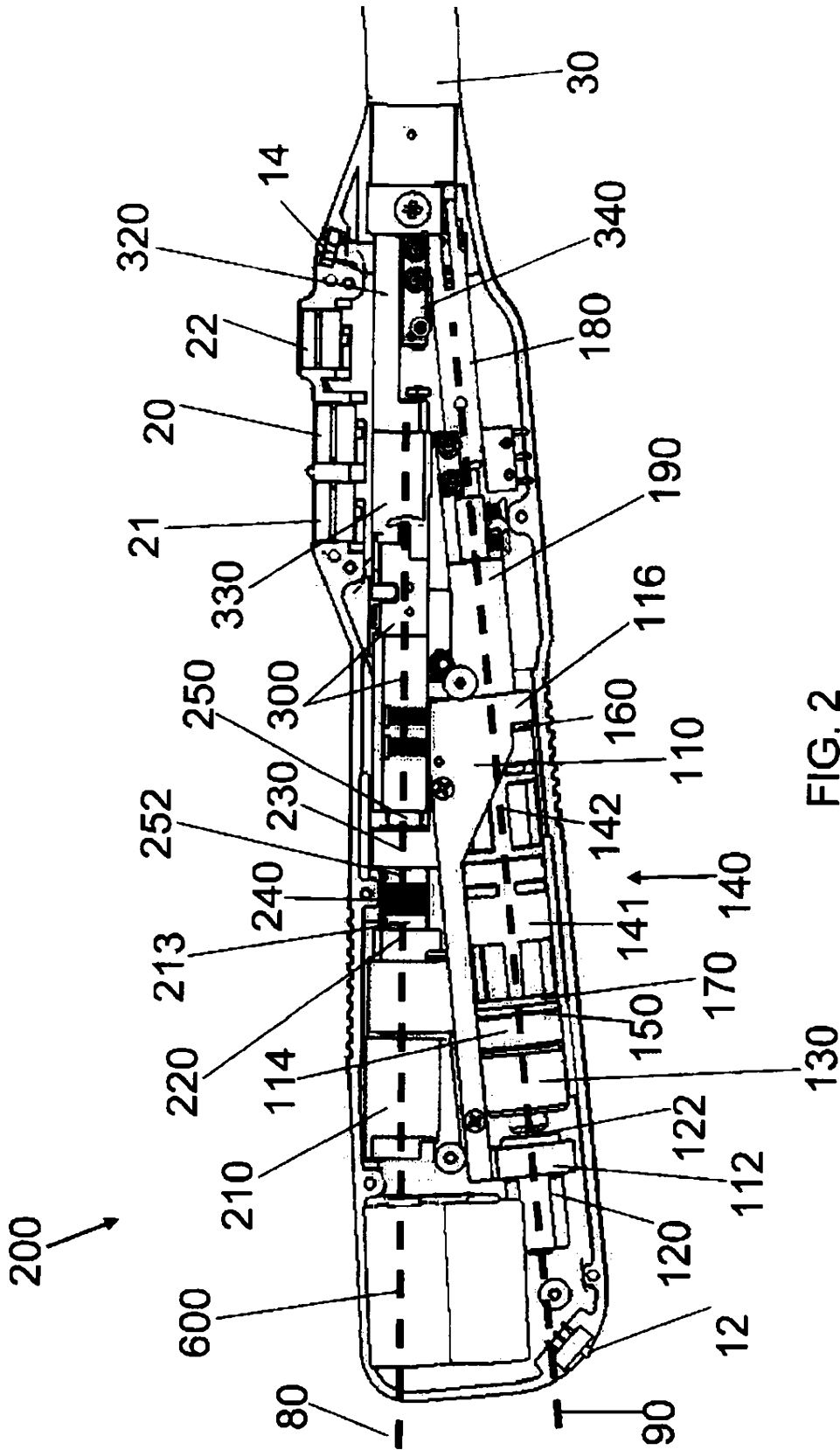


FIG. 2

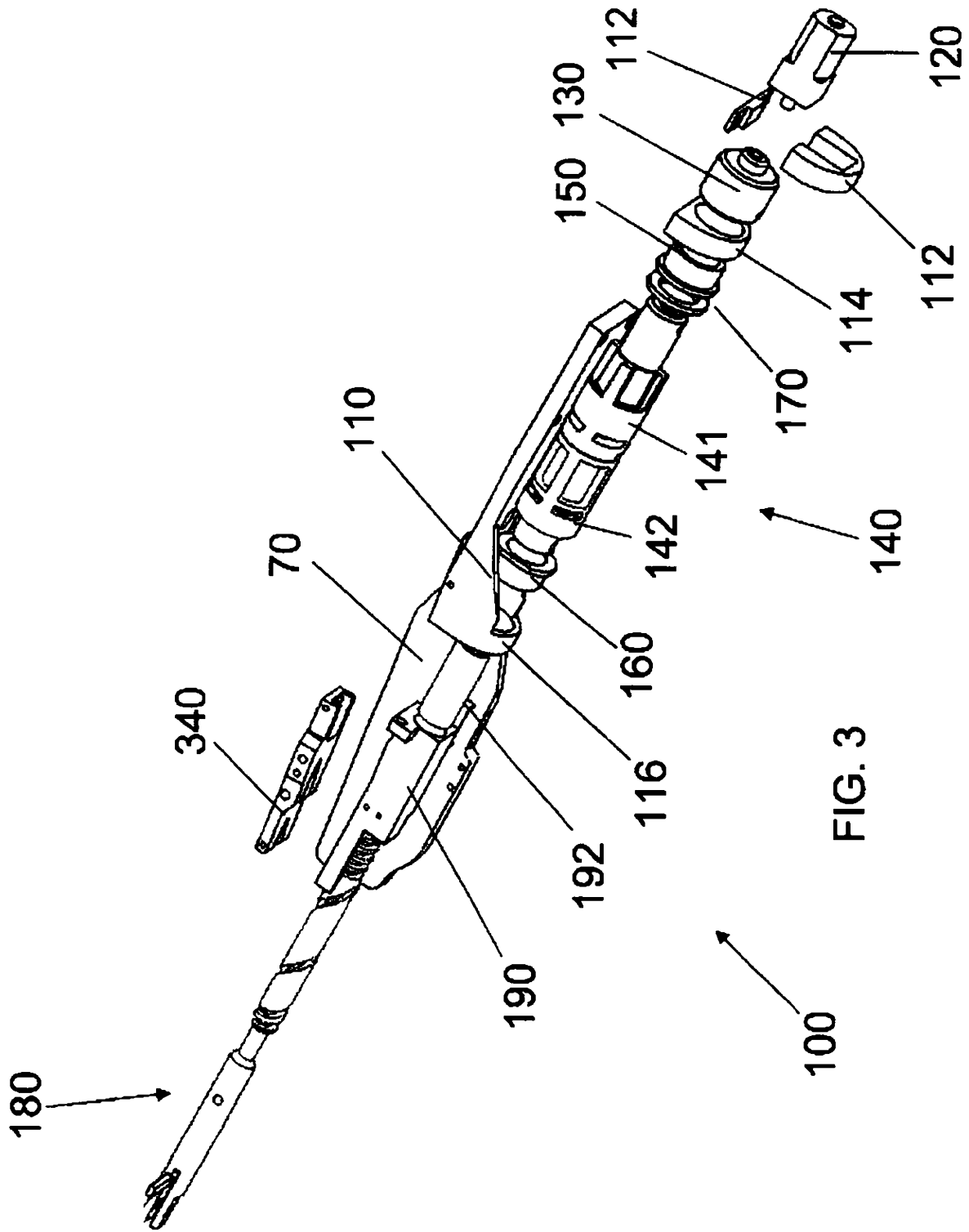


FIG. 3

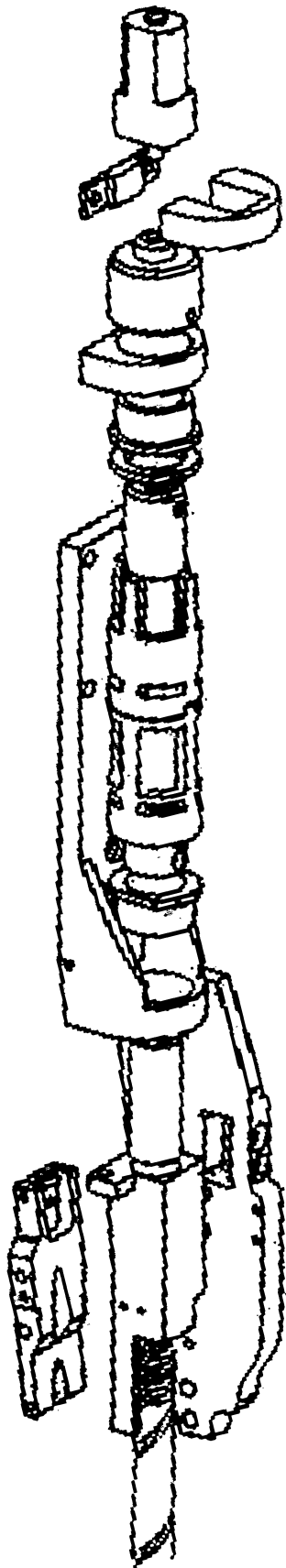


FIG. 4

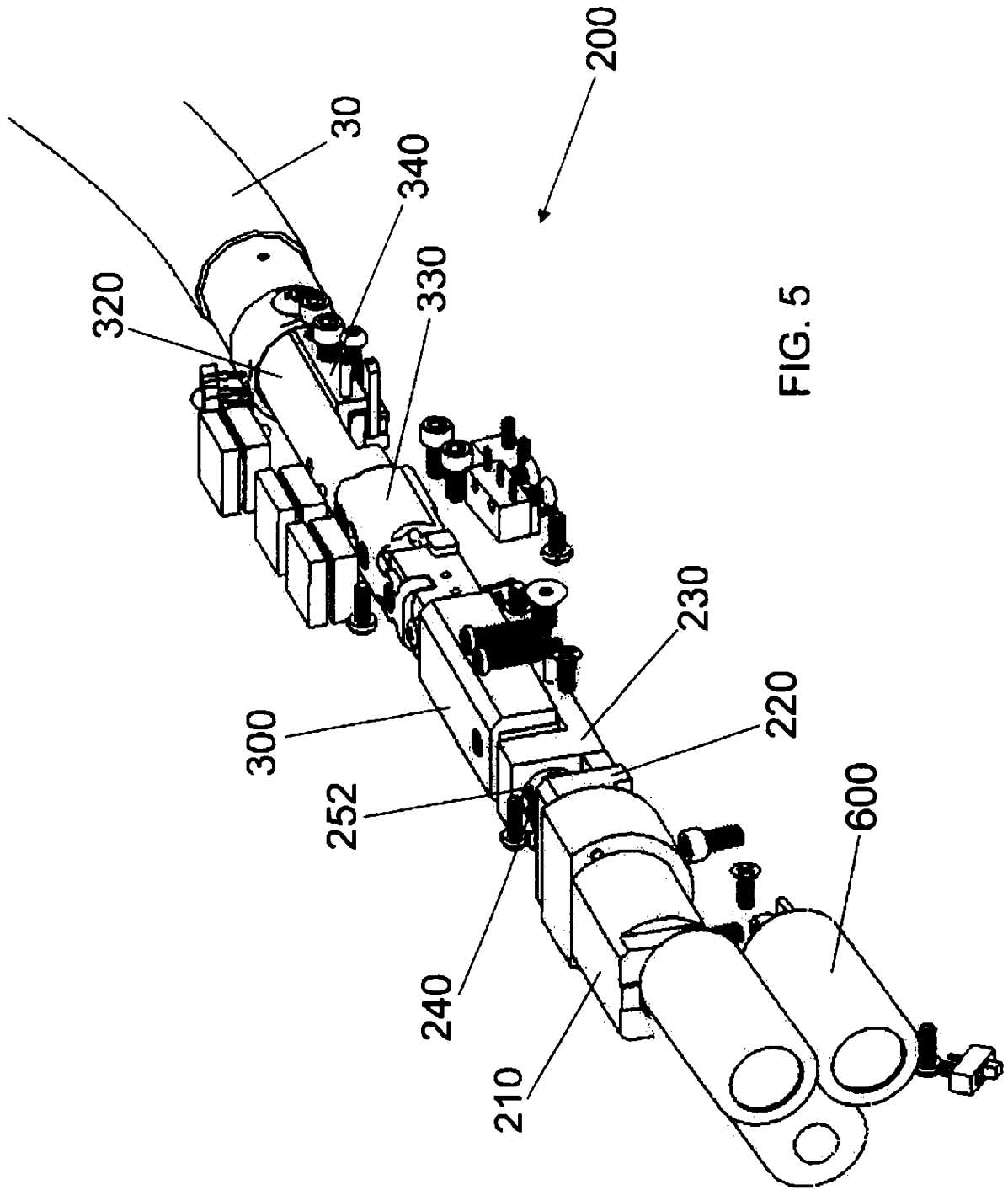


FIG. 5

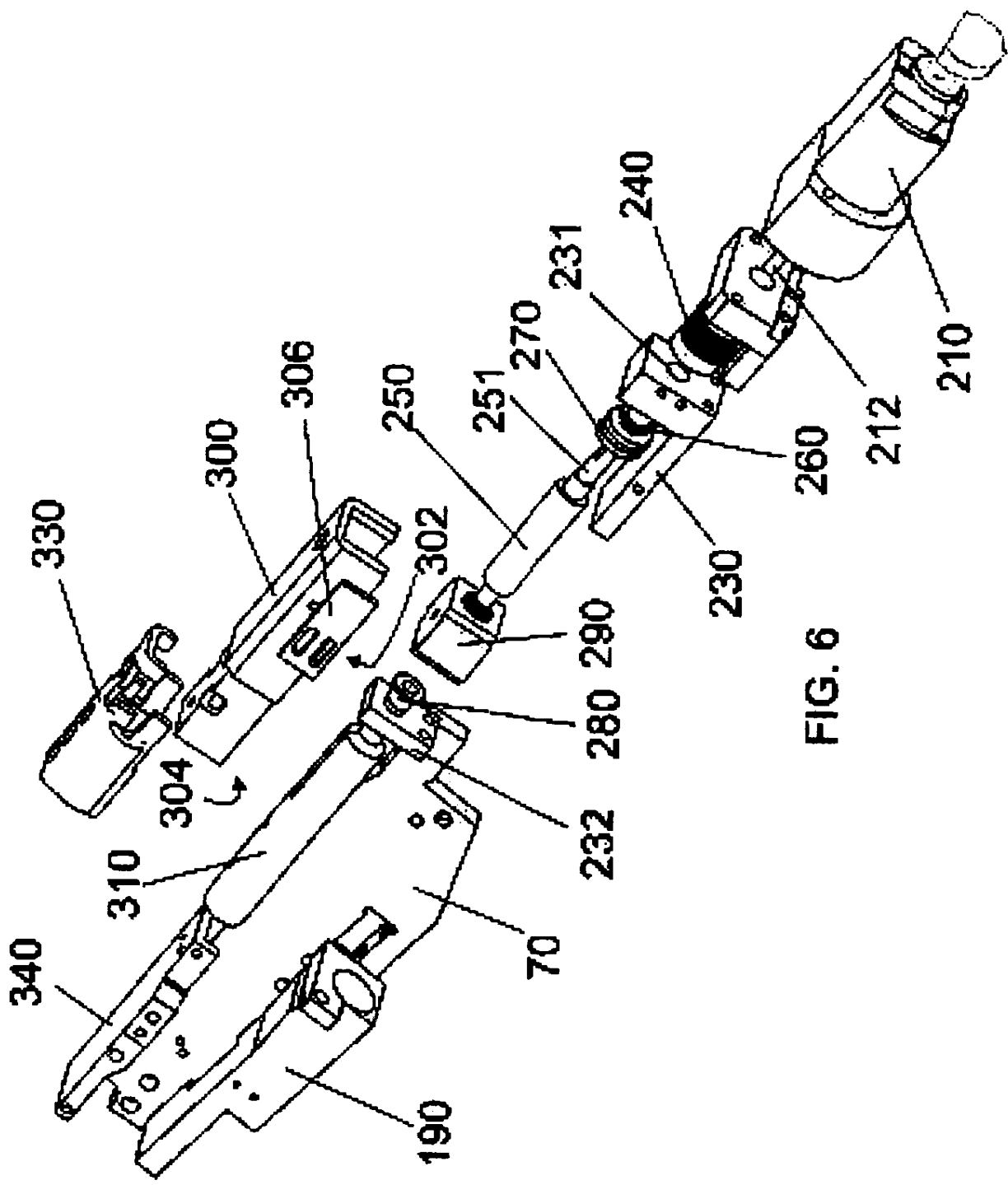
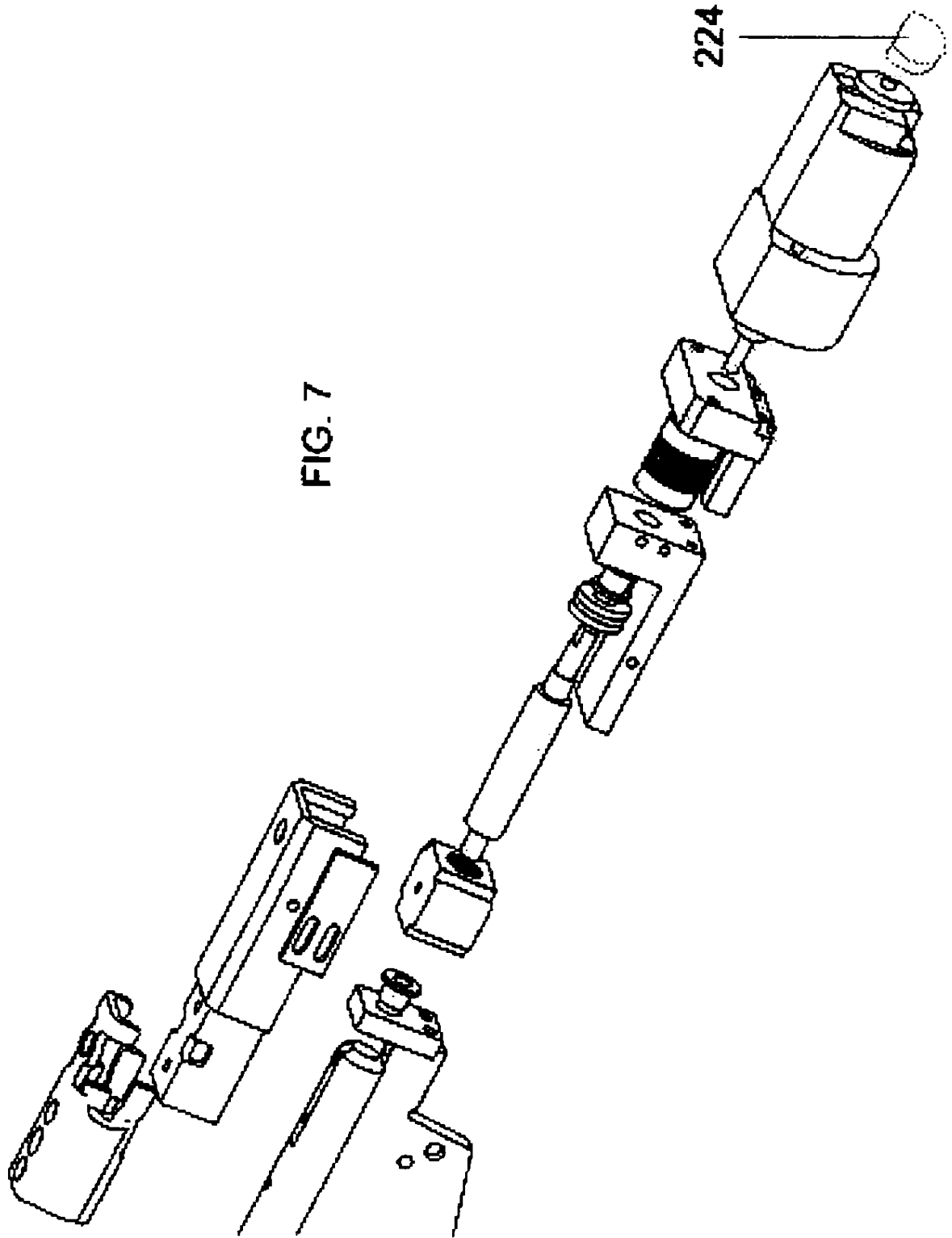


FIG. 6

FIG. 7



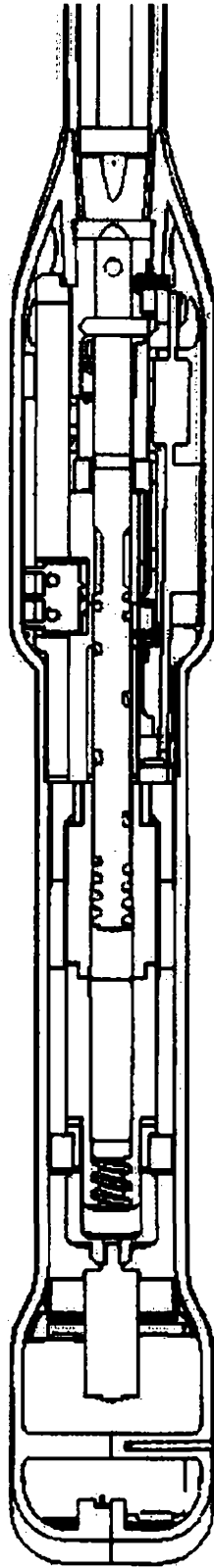


FIG. 8

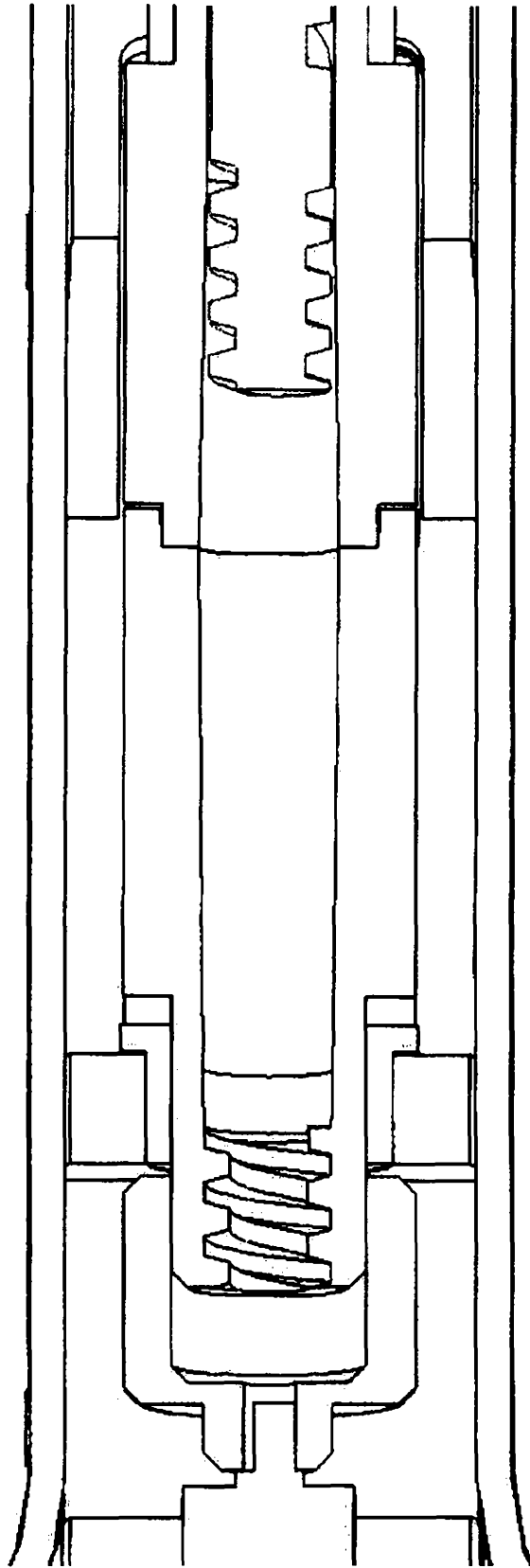


FIG. 9

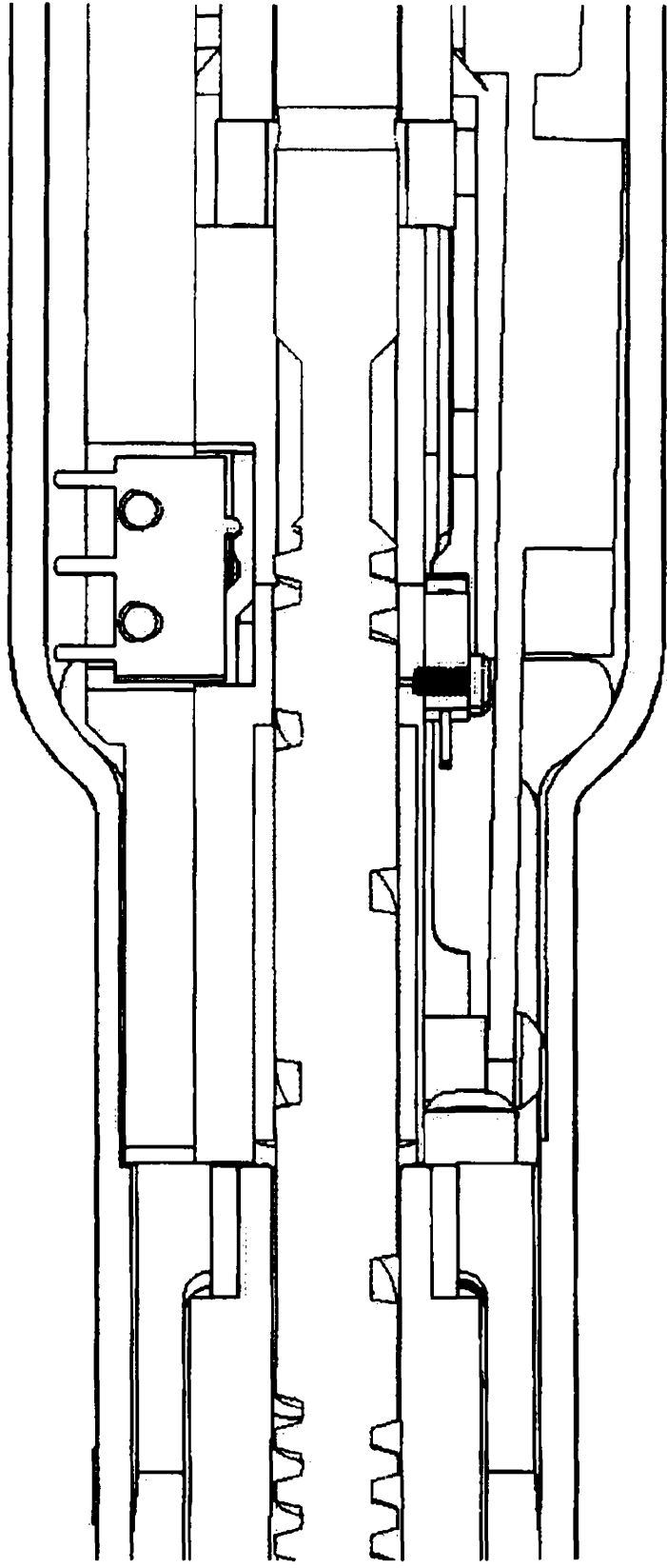


FIG. 10

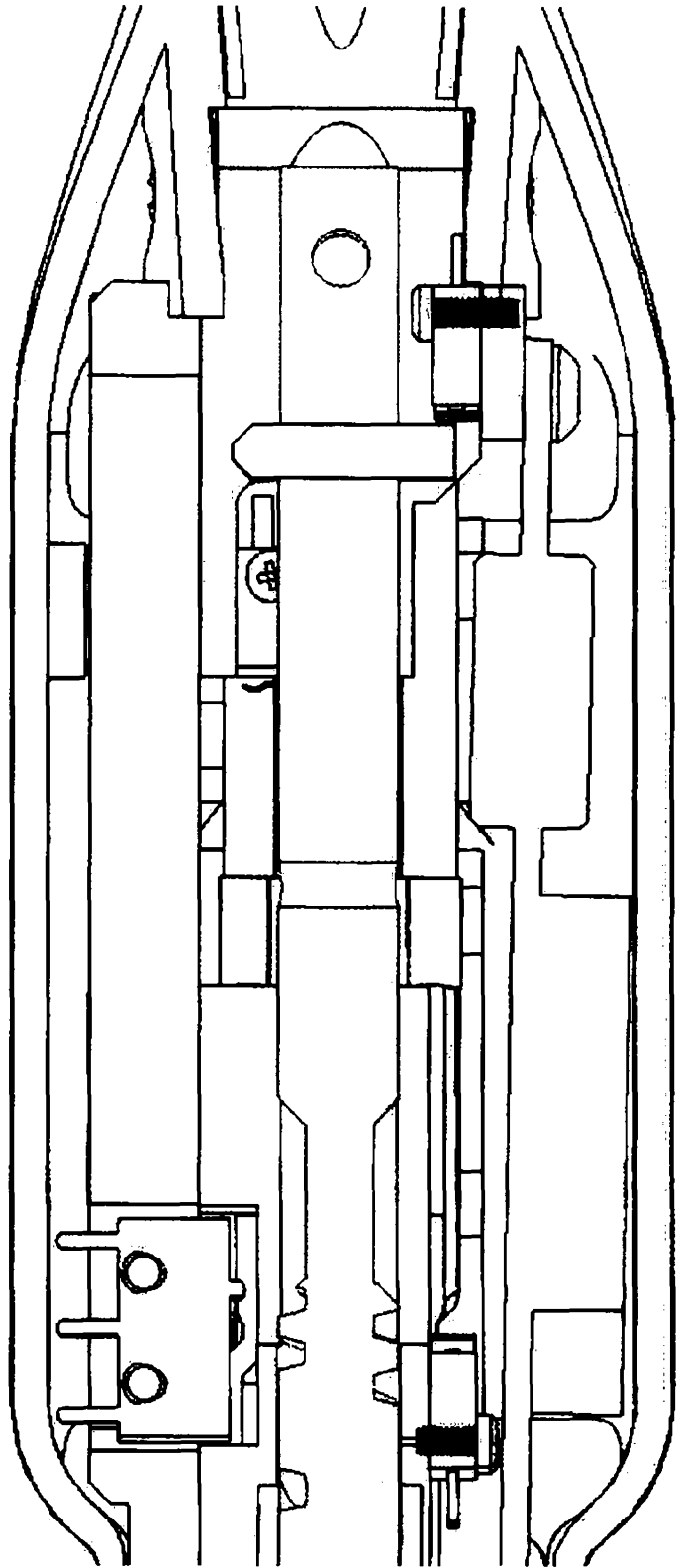


FIG. 11

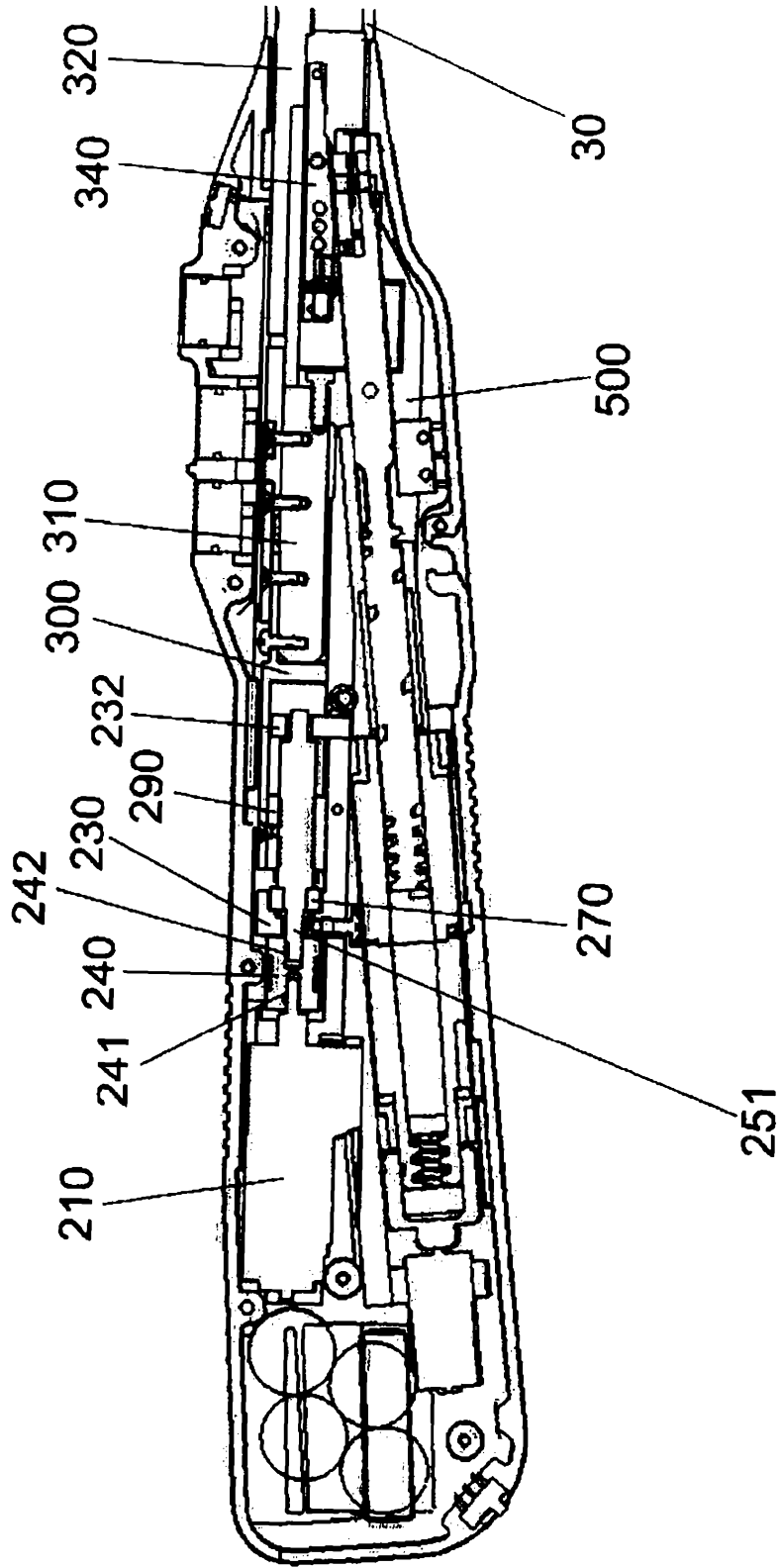


FIG. 12

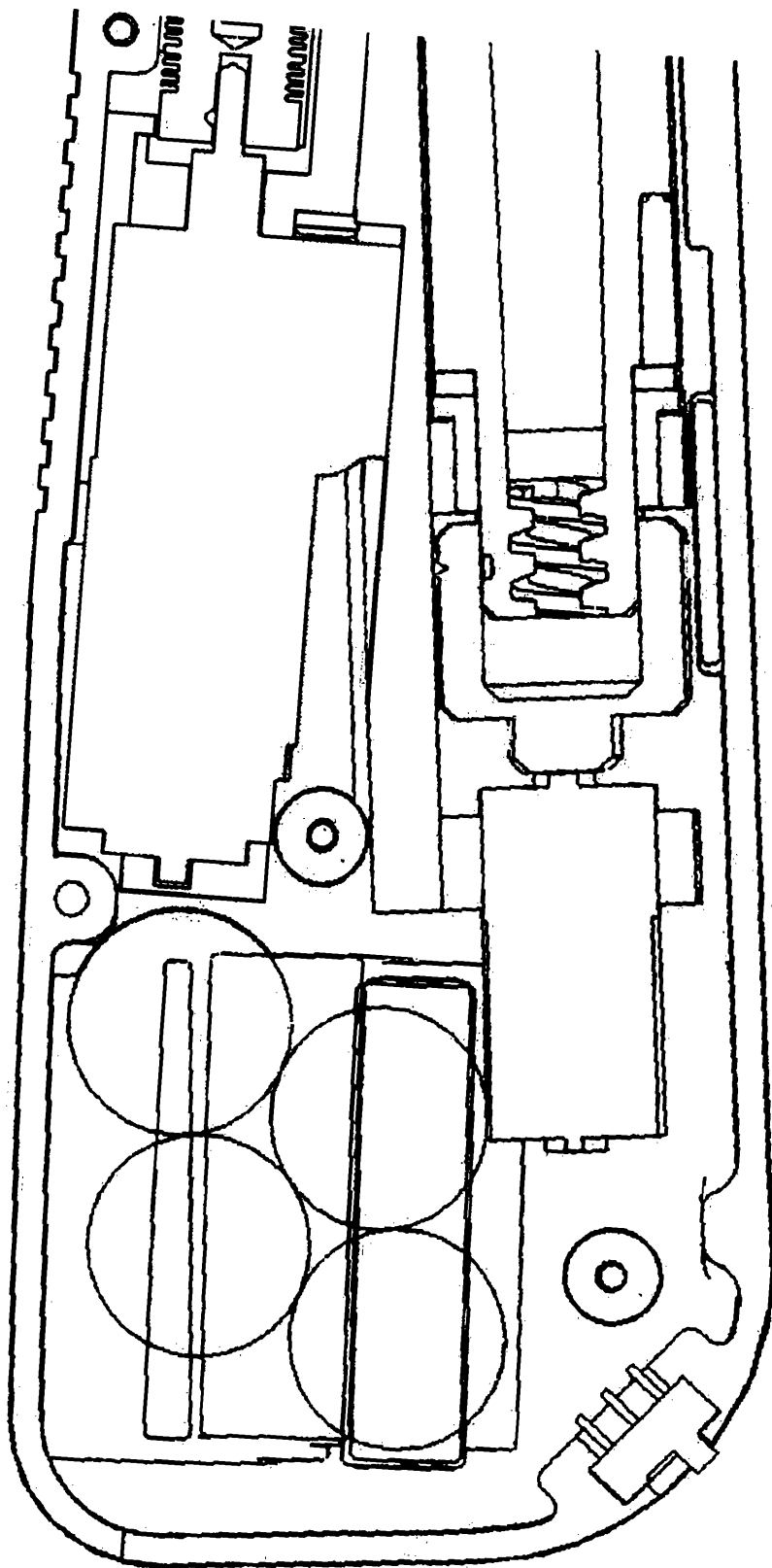


FIG. 13

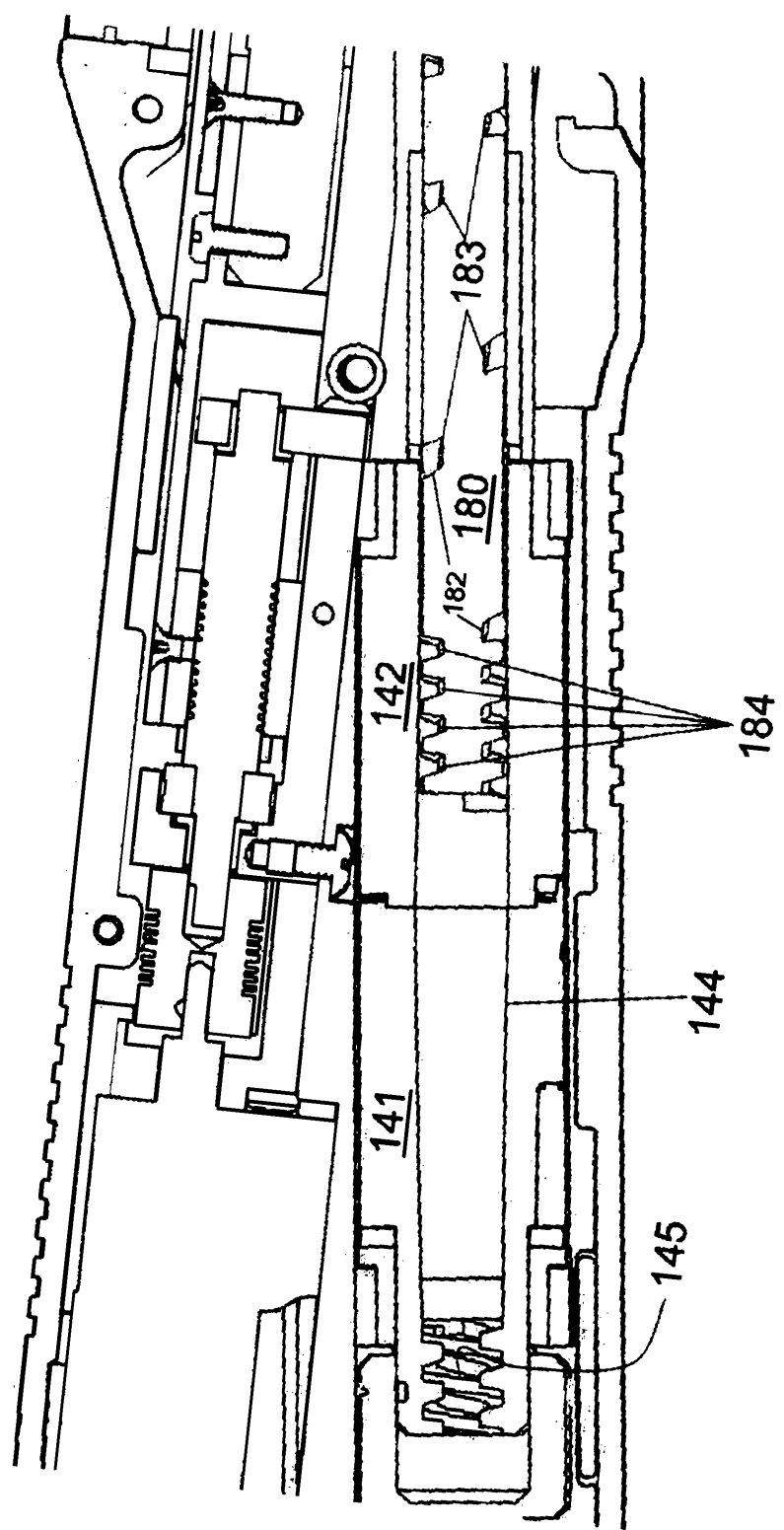


FIG. 14

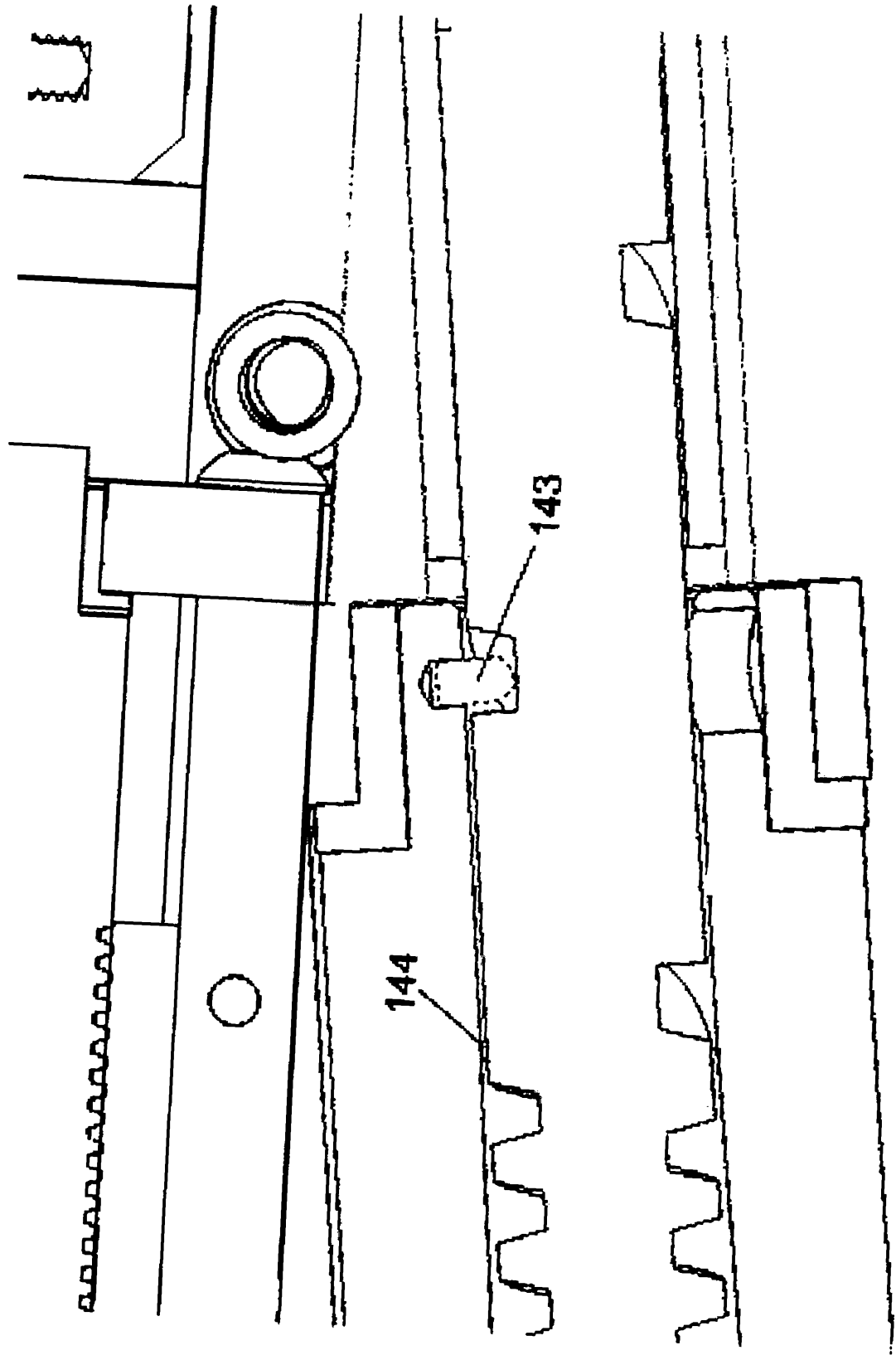


FIG. 15

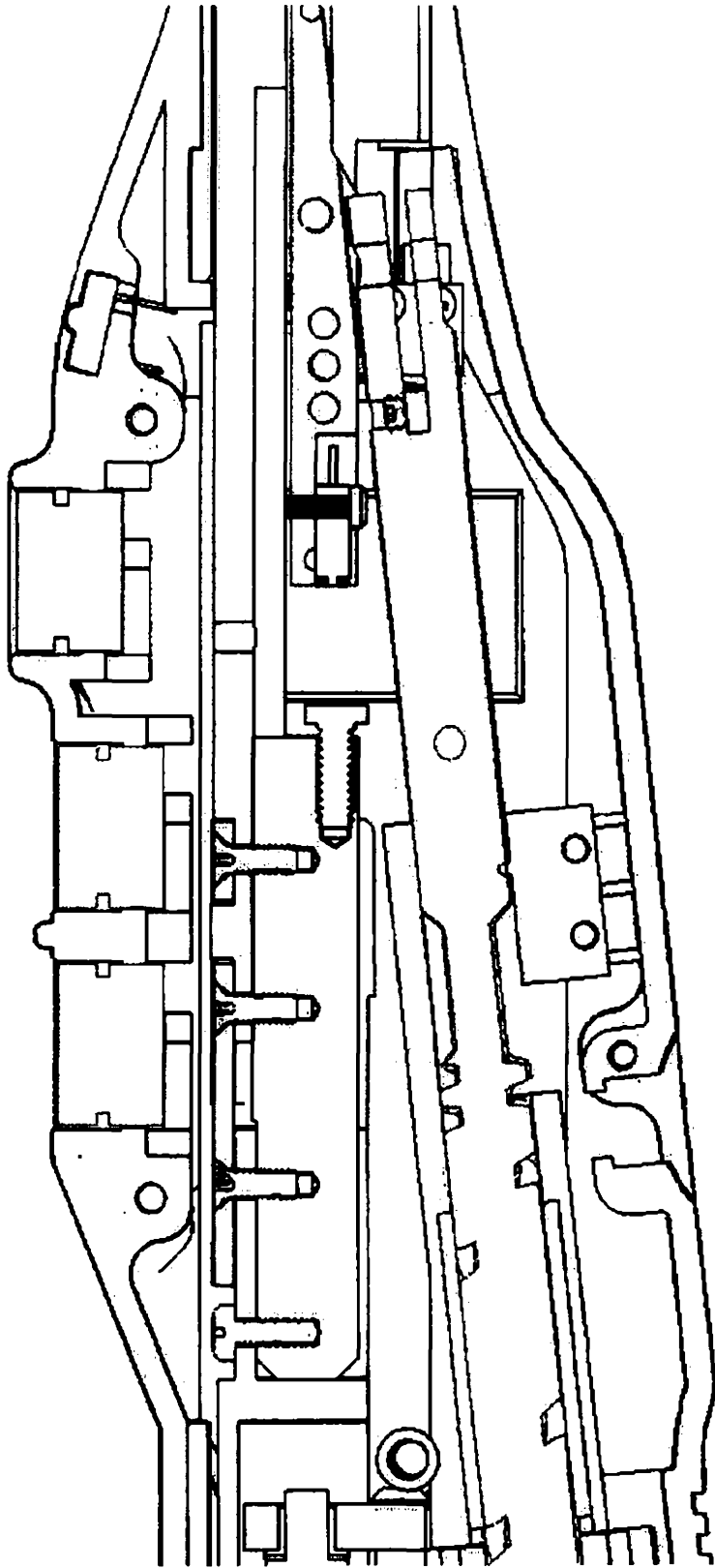


FIG. 16

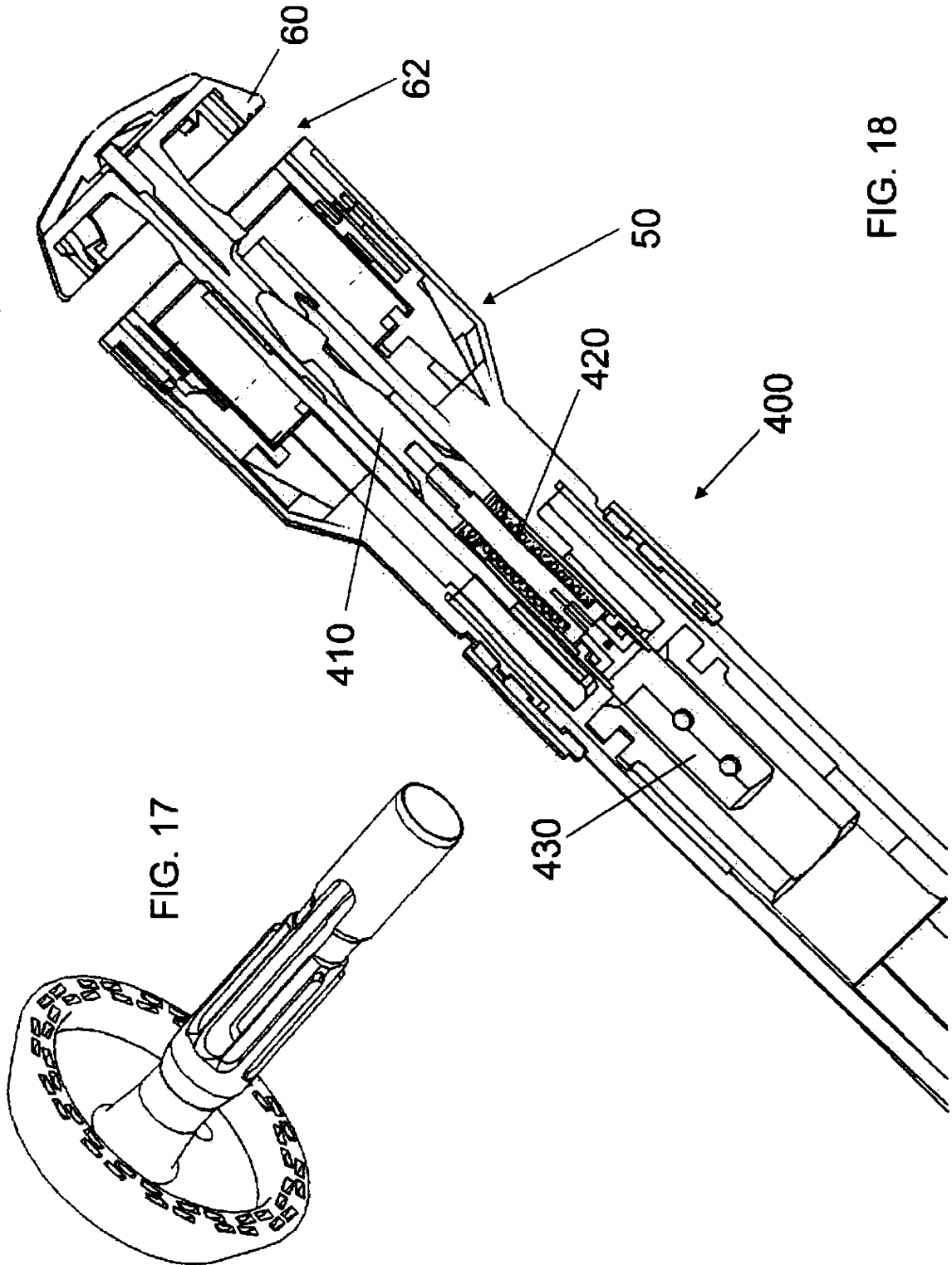


FIG. 17

FIG. 18

LSL
w

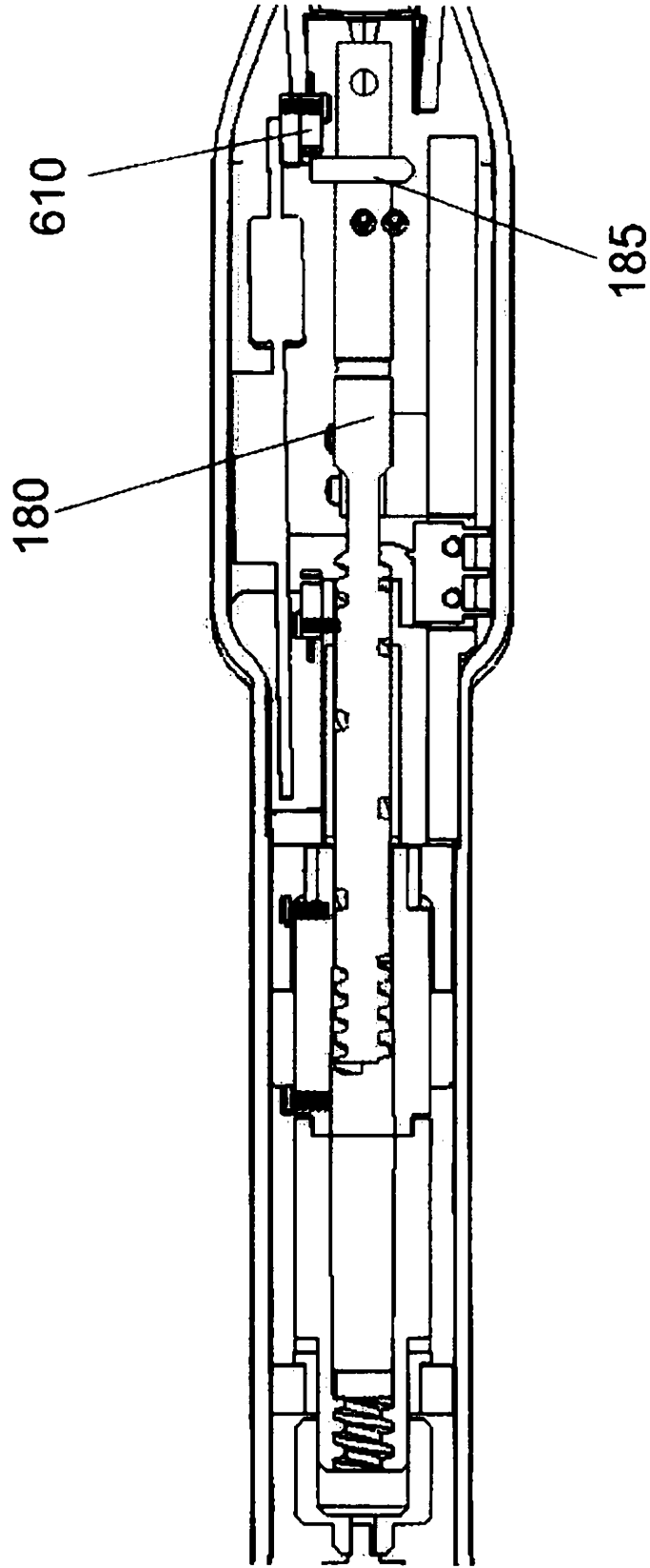


FIG. 19

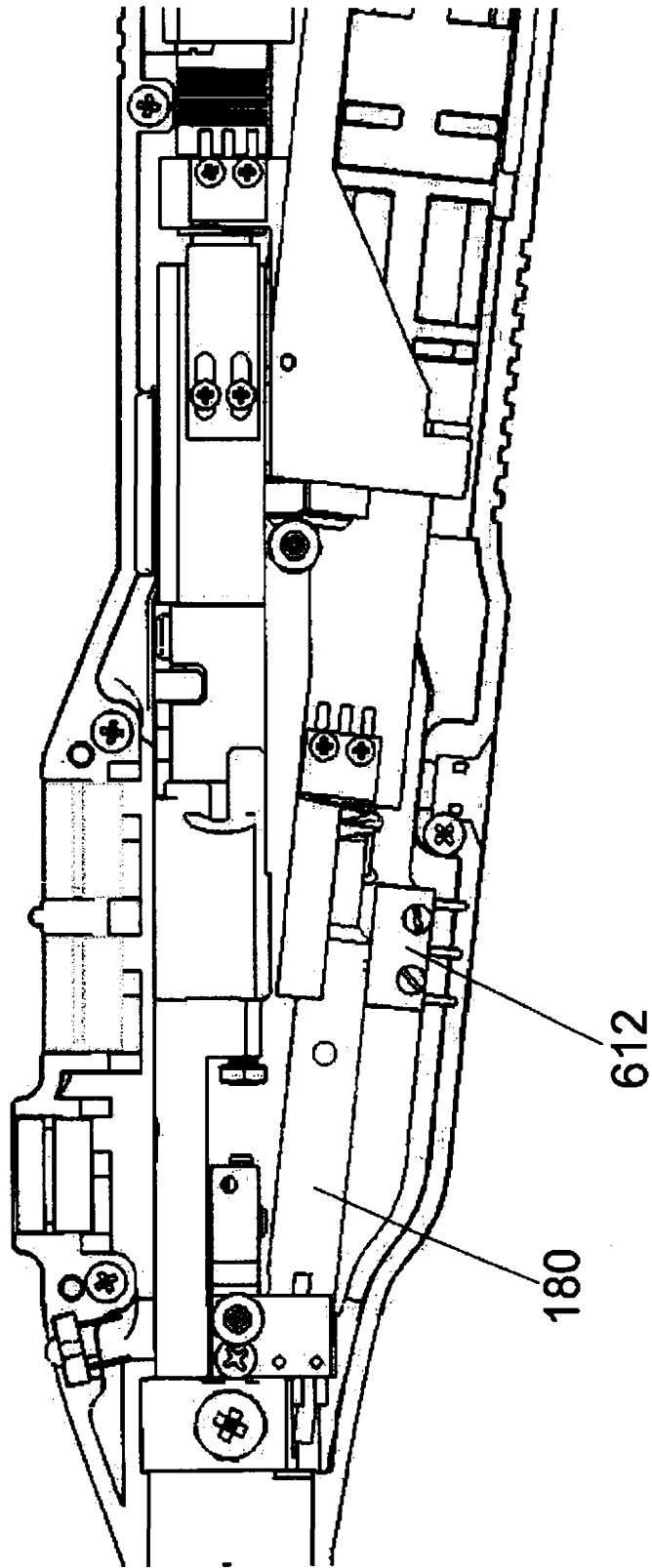


FIG. 20

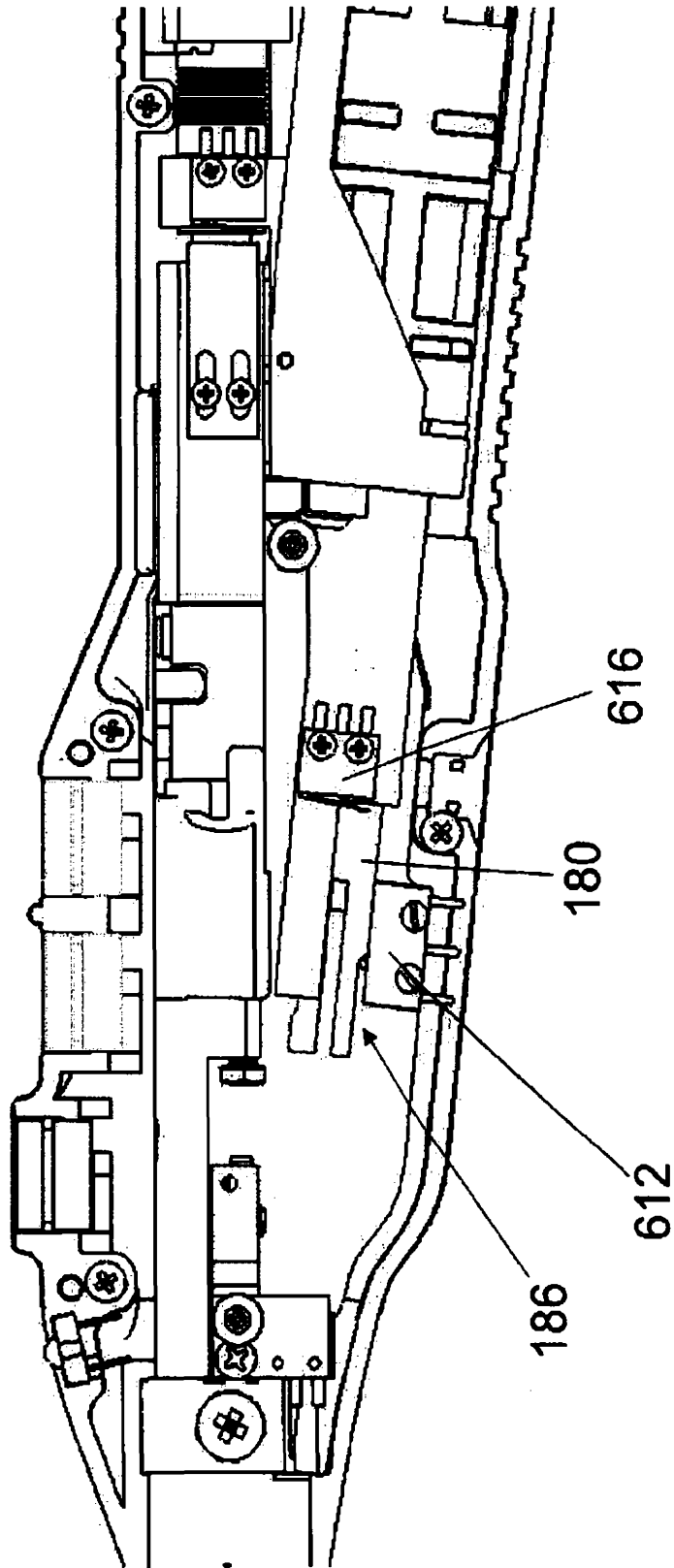


FIG. 21

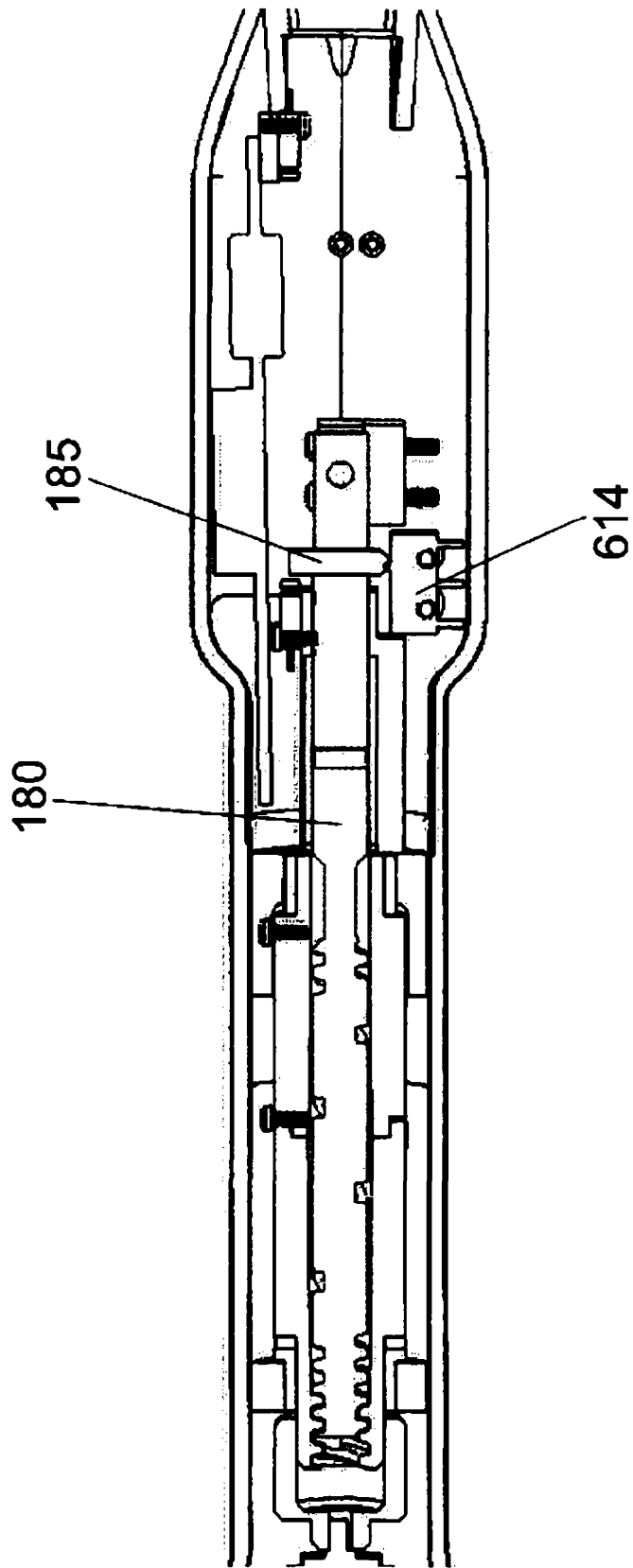


FIG. 22

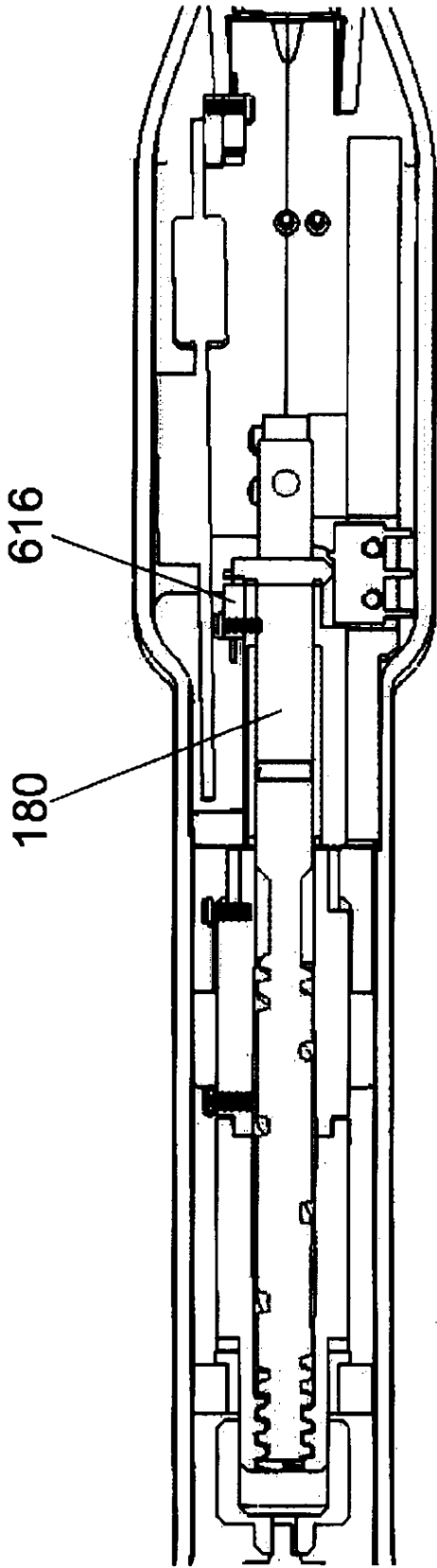


FIG. 23

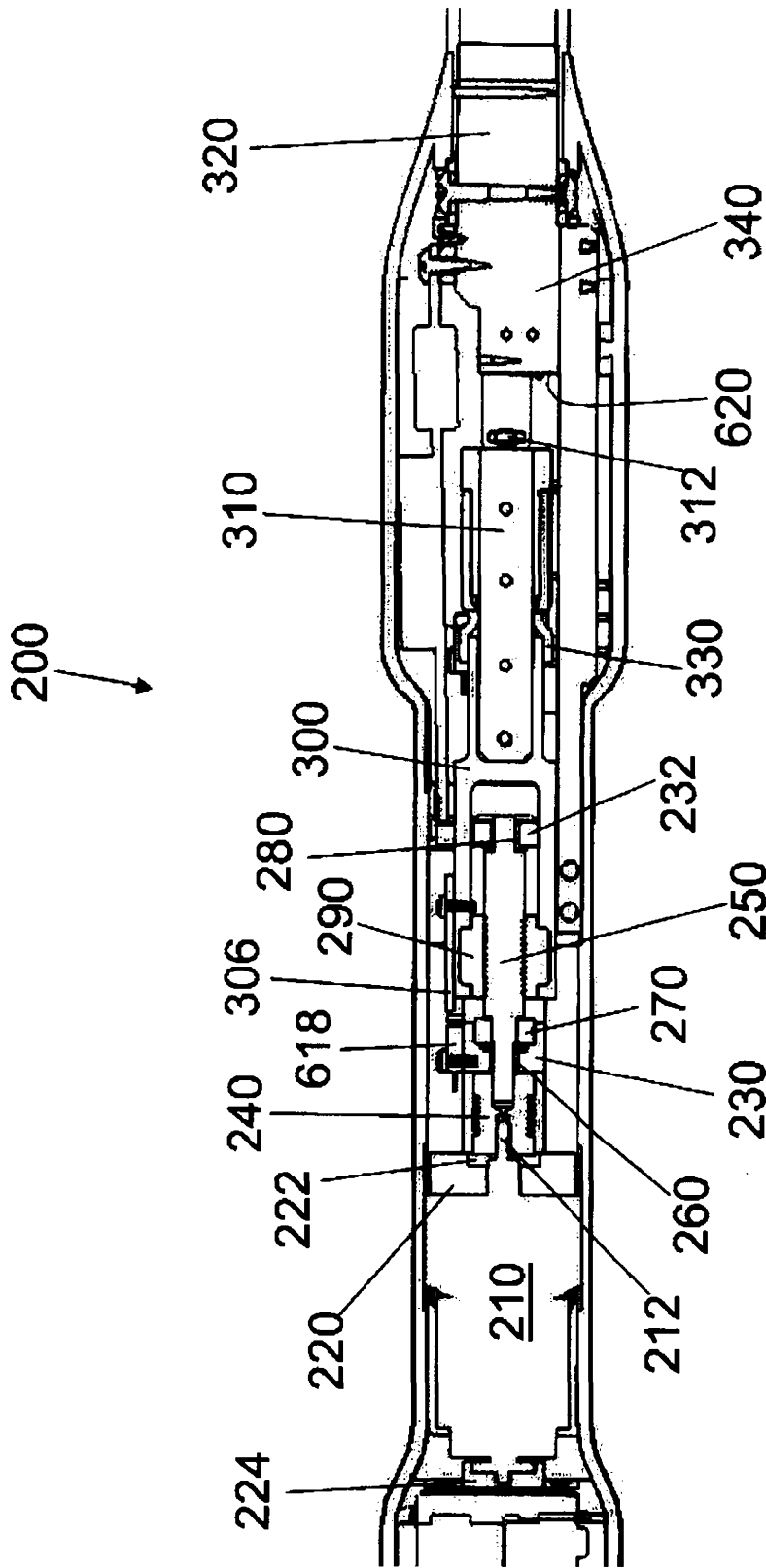


FIG. 24

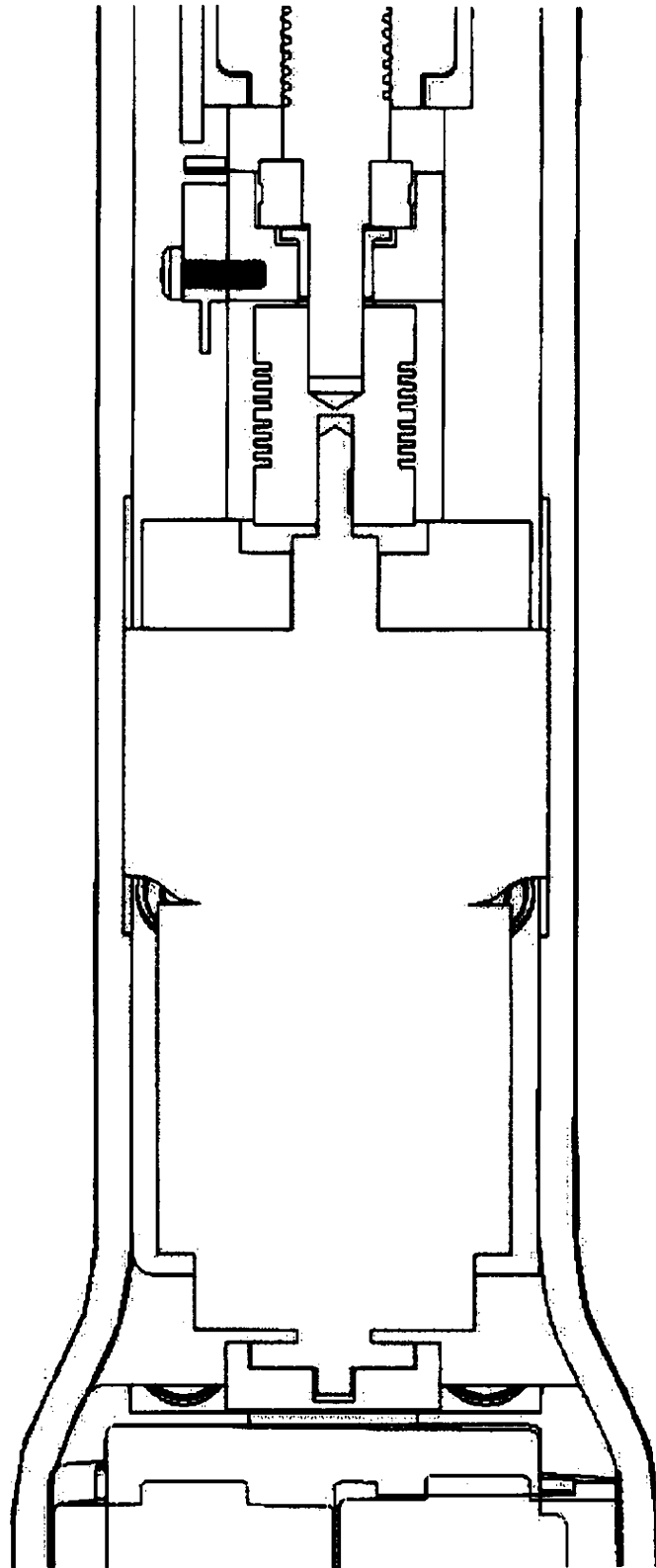


FIG. 25

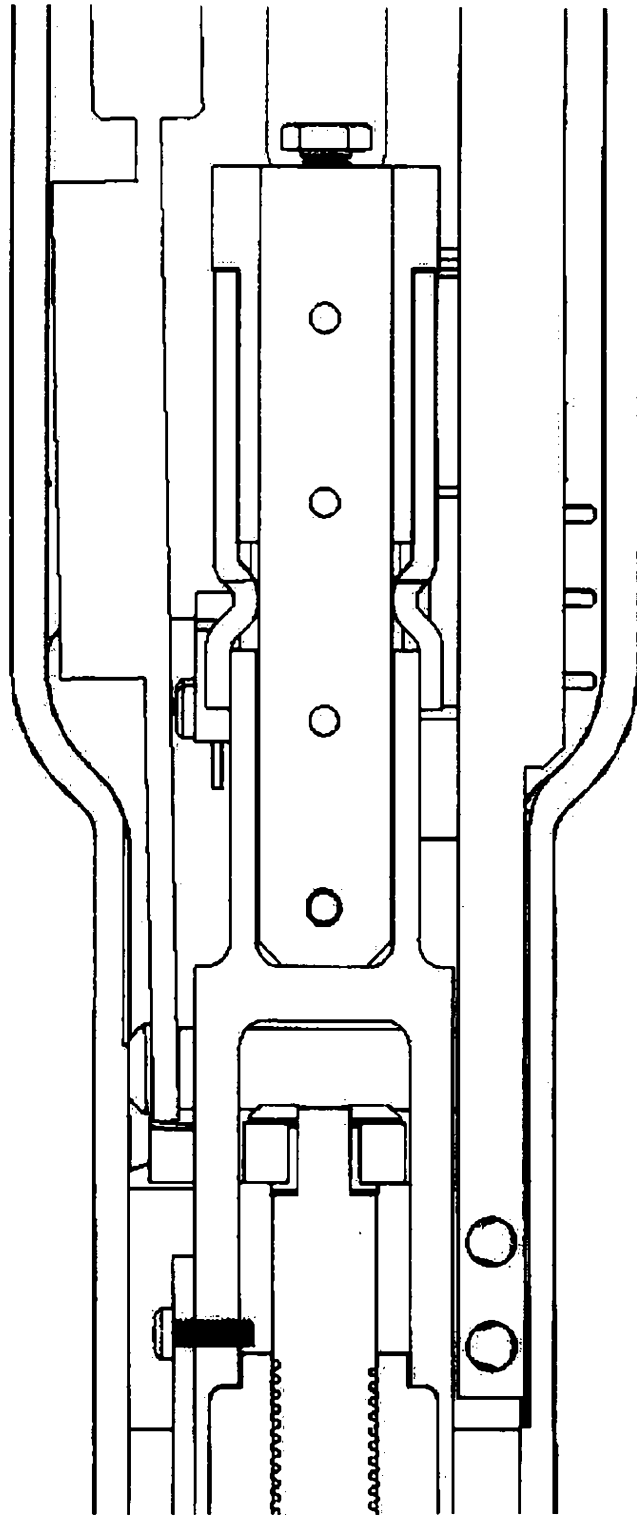
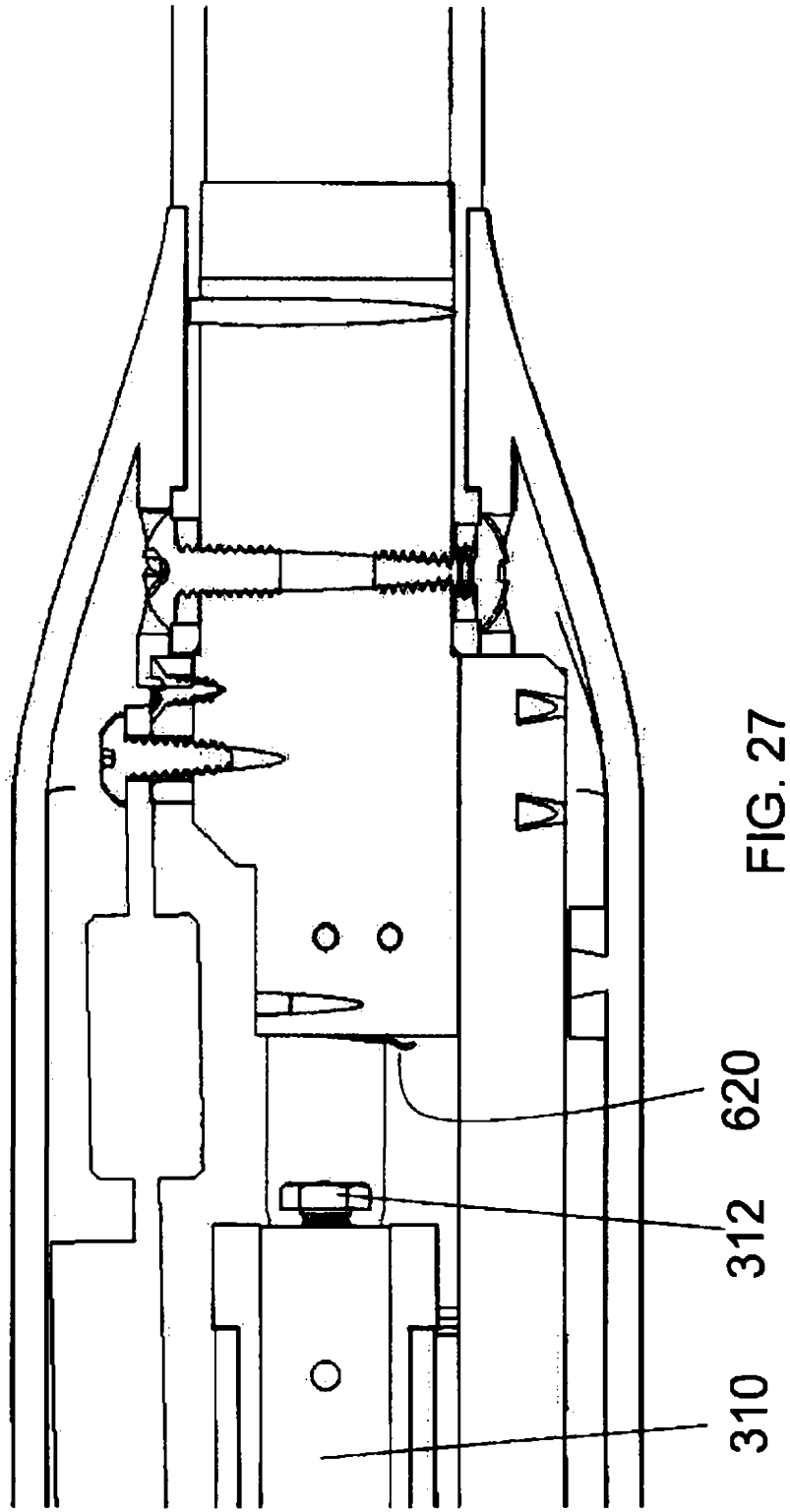


FIG. 26



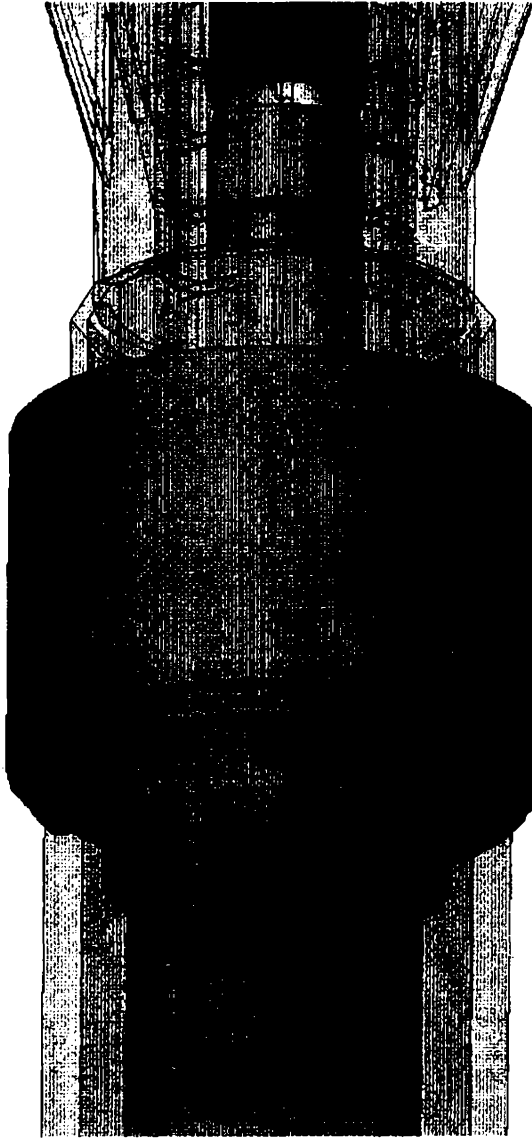


FIG. 28

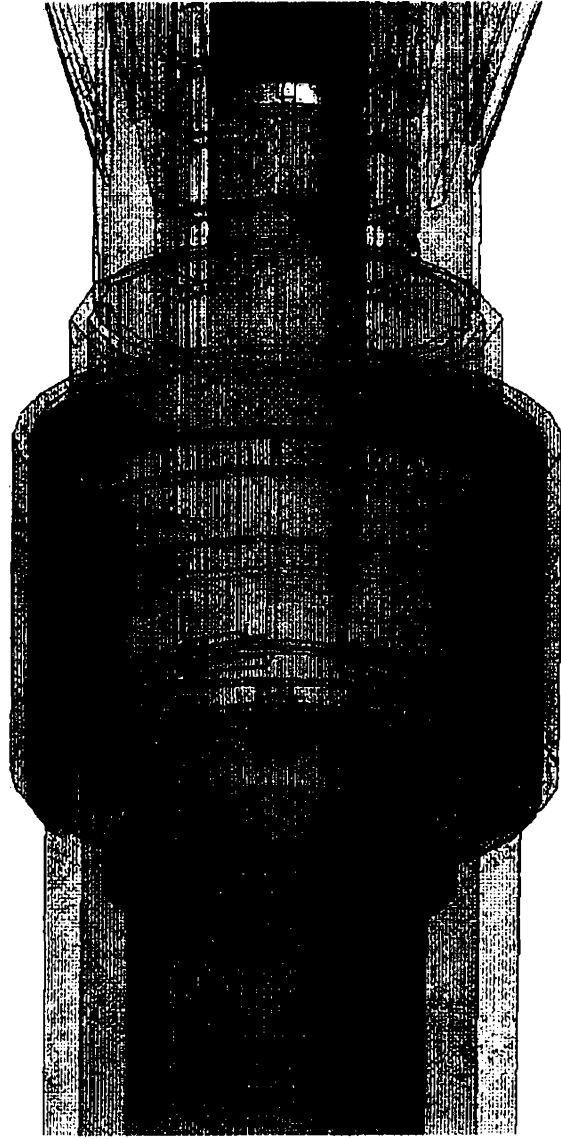


FIG. 29

FIG. 30

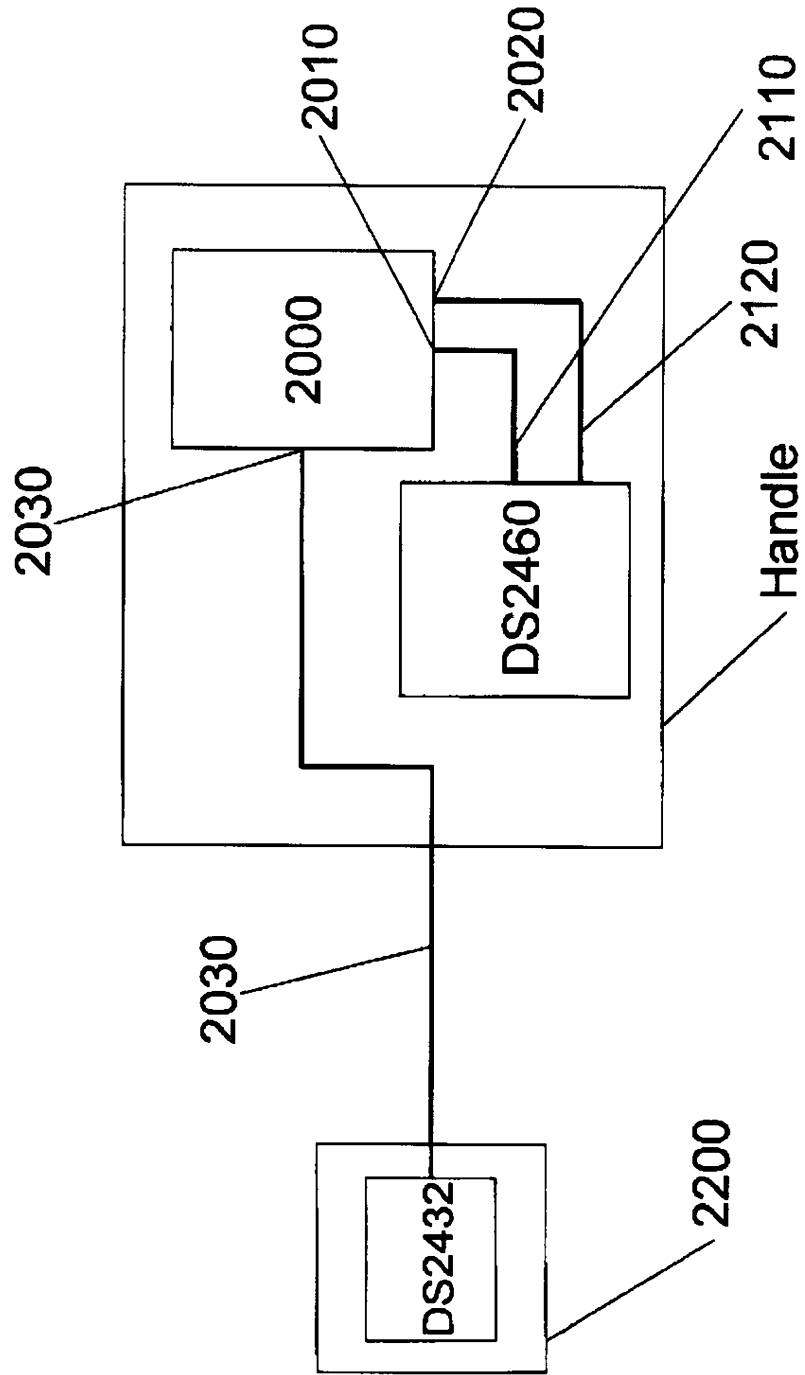


FIG. 31

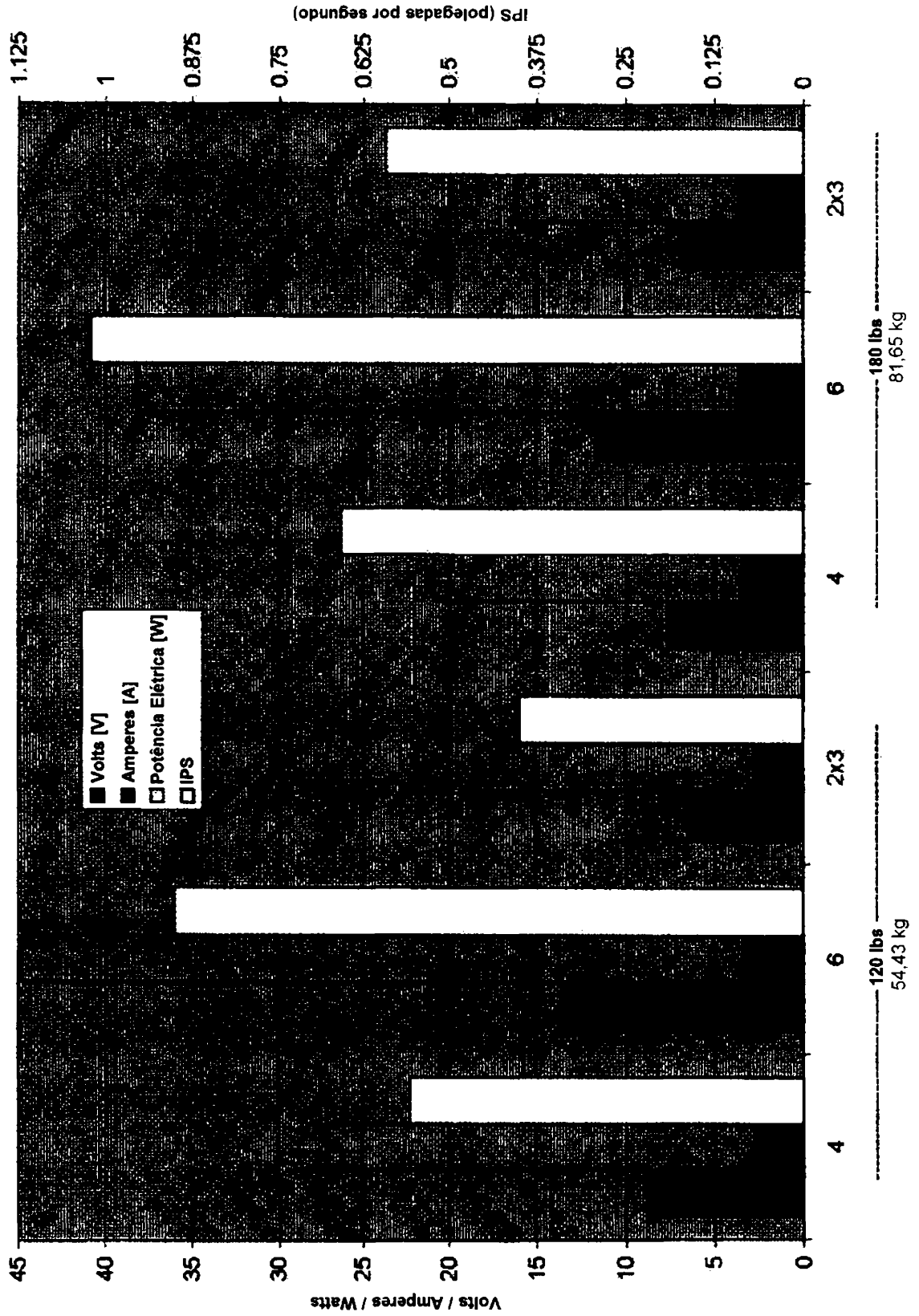
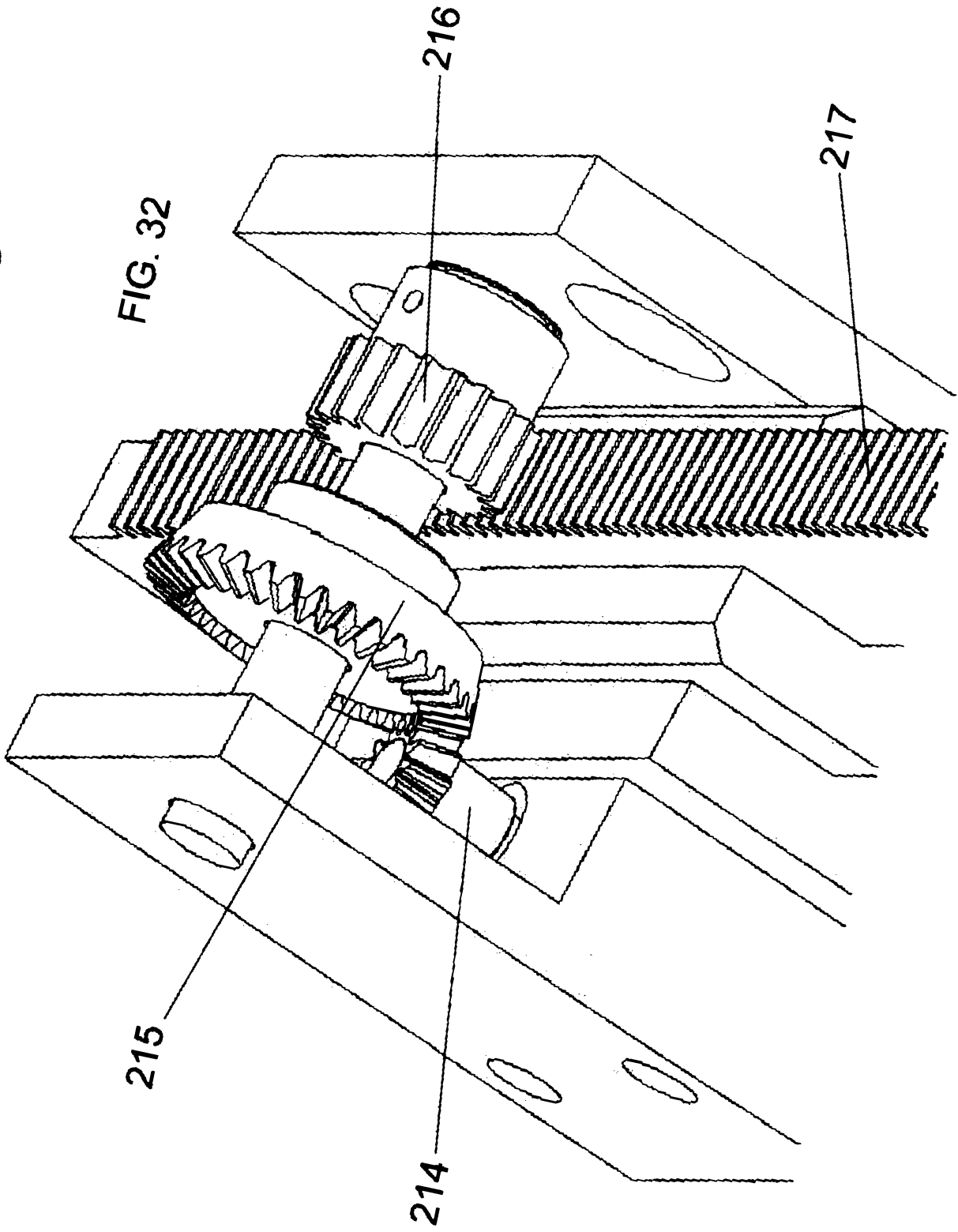


FIG. 32



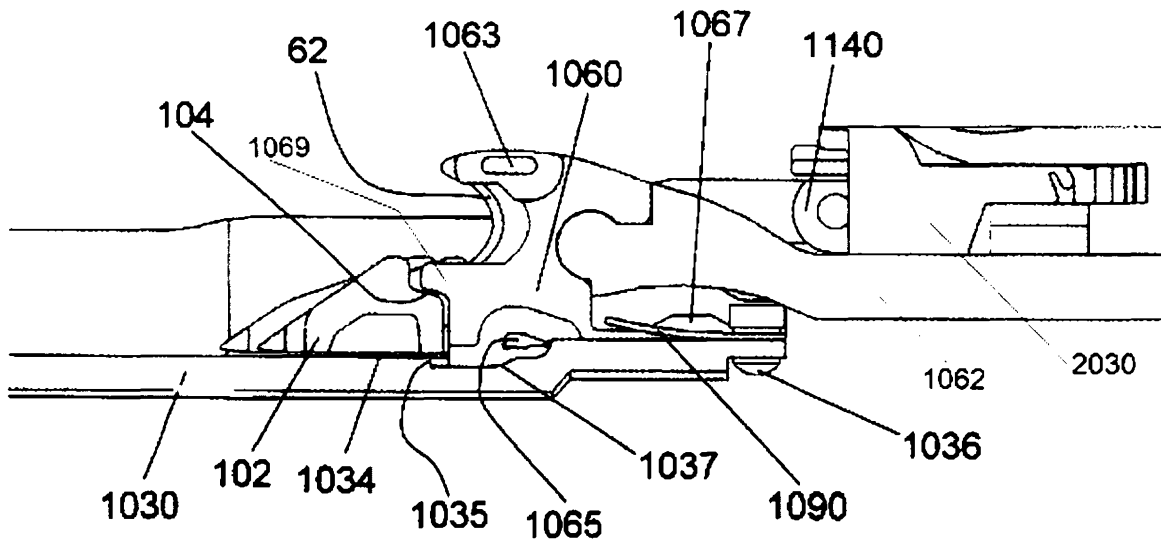


FIG. 33

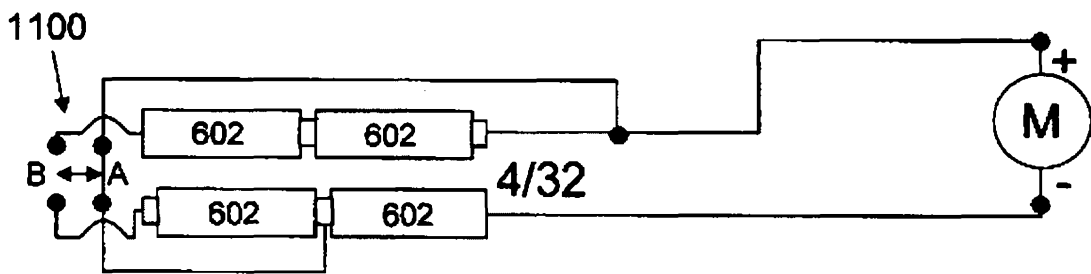


FIG. 34

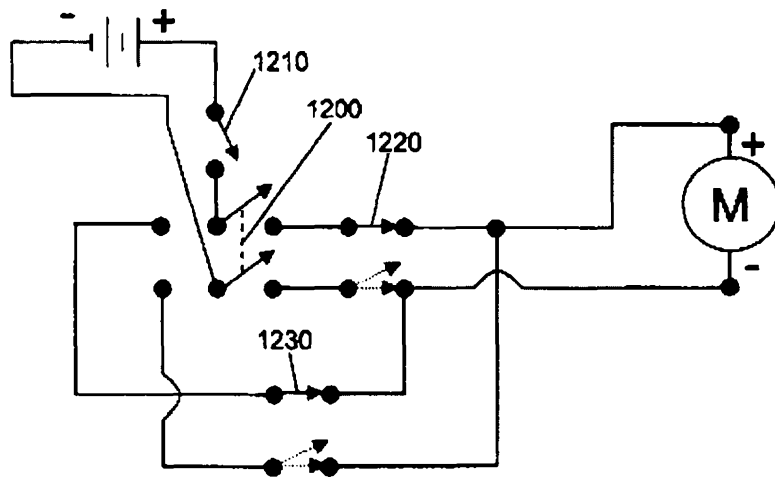


FIG. 35

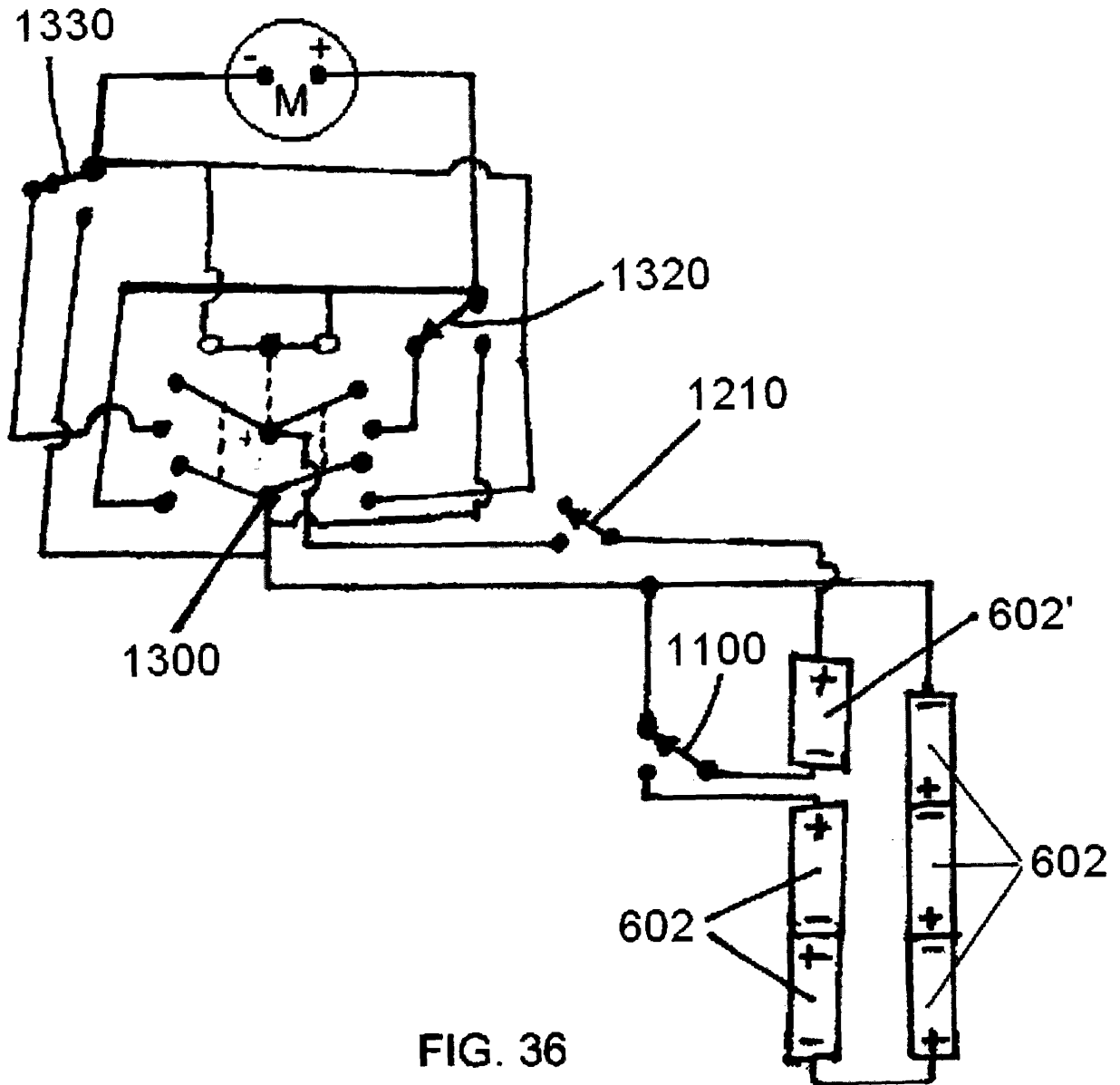


FIG. 36