



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

**(21) BR 112019017414-1 A2**



**(22) Data do Depósito: 05/02/2018**

**(43) Data da Publicação Nacional: 31/03/2020**

**(54) Título:** CONTROLADOR PARA UMA FERRAMENTA CIRÚRGICA, E, SISTEMA

**(51) Int. Cl.:** A61B 34/00; A61B 1/045; A61B 34/30; A61B 34/37; B25J 3/04; (...).

**(30) Prioridade Unionista:** 23/02/2017 US 62/462,447.

**(71) Depositante(es):** HUMAN XTENSIONS LTD..

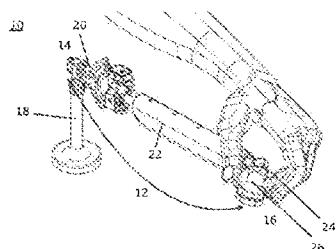
**(72) Inventor(es):** MORDEHAI SHOLEV; ASSAF KAUFMAN.

**(86) Pedido PCT:** PCT IL2018050127 de 05/02/2018

**(87) Publicação PCT:** WO 2018/154559 de 30/08/2018

**(85) Data da Fase Nacional:** 21/08/2019

**(57) Resumo:** É provido um controlador para uma ferramenta cirúrgica. O controlador inclui um corpo alongado que tem primeira, segunda e terceira porções, cada uma móvel em relação à outra. O controlador inclui adicionalmente uma interface engatável por uma mão e/ou dedos de um usuário.



## CONTROLADOR PARA UMA FERRAMENTA CIRÚRGICA, E, SISTEMA

### CAMPO E FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[001] A presente invenção refere-se a um controlador para ferramentas cirúrgicas e a métodos de uso do mesmo. As modalidades da presente invenção referem-se a um controlador para orientar localmente ou remotamente e acionar uma ou mais ferramentas laparoscópicas em um procedimento cirúrgico.

[002] Procedimentos minimamente invasivos são realizados através de um local de acesso de pequeno diâmetro em uma parede de tecido ou através de um orifício natural. Tais procedimentos minimizam o trauma em tecido e órgãos e reduzem significativamente o período de recuperação do paciente.

[003] Em procedimentos endoscópicos realizados através de um local de acesso a tecido (por exemplo, procedimentos laparoscópicos), uma pequena incisão é feita em uma parede de tecido e uma pequena cânula, denominada trocarte, é inserida através da incisão. O trocarte define uma passagem através da qual várias ferramentas cirúrgicas (laparoscópios) podem ser inseridas para realizar cortes, suturas e remoção de tecido.

[004] Nos procedimentos endoscópicos realizados através de uma abertura natural, um endoscópio é inserido através da boca, uretra, ânus, etc. e guiado para um local do tecido no trato GI, cavidade vaginal ou bexiga para realizar um procedimento diagnóstico ou cirúrgico. Os procedimentos endoscópicos também incluem Cirurgia Endoscópica Transluminal por Orifício Natural (NOTES) na qual uma ferramenta endoscópica é passada através do orifício natural e depois através de uma incisão interna no estômago, vagina, bexiga ou cólon, evitando assim qualquer incisão ou cicatriz externa.

[005] As ferramentas endoscópicas são guiadas dentro do corpo

usando um controlador de usuário extracorpóreo que transfere o movimento da mão/braço do usuário para o movimento e o acionamento (coletivamente “operação”) da ferramenta cirúrgica. Dessa forma, o controlador de ferramenta possibilita que o usuário controle a operação de uma ferramenta cirúrgica dentro do corpo de fora do corpo. Muitos tipos de ferramentas podem ser controlados desta maneira, abrangendo pinças e ferramentas similares a tesouras e câmeras a sistemas robóticos complexos.

[006] Vários tipos de controladores de ferramenta cirúrgica são conhecidos na técnica, vide por exemplo, US7996110, US7963913, US8521331, US8398541, US8939891, US9050120 US8332072, US20100170519, US20090036901, US20140222023 e US20140228631.

[007] Controladores de ferramentas robóticas comercialmente disponíveis, tais como os sistemas Da Vinci, TransEnterix e Titan, são grandes e pesados e forçam o cirurgião a sentar-se em um console longe do leito do paciente. Tais controladores são operados por meio de alavancas/manípulos de mão/dedo, bem como pedais, e requerem um nível muito alto de coordenação para operar suavemente as ferramentas cirúrgicas robóticas.

[008] Existe assim a necessidade de um controlador capaz de controlar remotamente ou localmente a operação de uma ou mais ferramentas cirúrgicas, estando ao mesmo tempo desprovido das limitações acima mencionadas dos controladores da técnica anterior.

## SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[009] De acordo com um aspecto da presente invenção, é provido um controlador para uma ferramenta cirúrgica compreendendo um corpo alongado que tem: (a) uma primeira porção tendo uma extremidade proximal afixável a um suporte e uma extremidade distal conectada a uma segunda porção através de um primeiro conector configurado para possibilitar que a segunda porção se move em relação à primeira porção; e (b) uma terceira

porção conectada à segunda porção através de um segundo conector configurado para possibilitar que a terceira porção se move em relação à segunda porção, a terceira porção tendo uma interface engatável por uma mão e/ou dedos de um usuário.

[0010] De acordo com características adicionais nas modalidades preferidas da invenção descritas abaixo, a extremidade proximal da primeira porção é móvel em relação ao suporte quando afixada a ele.

[0011] De acordo ainda com características adicionais na modalidade preferida descrita, a primeira porção inclui um primeiro sensor para medir um movimento da primeira porção em relação ao suporte.

[0012] De acordo ainda com características adicionais na modalidade preferida descrita, o corpo alongado inclui um segundo sensor para medir um movimento da segunda porção em relação à primeira porção.

[0013] De acordo ainda com características adicionais na modalidade preferida descrita, o corpo alongado inclui um terceiro sensor para medir um movimento da terceira porção em relação à segunda porção.

[0014] De acordo ainda com características adicionais na modalidade preferida descrita, o corpo alongado é posicionado sob um antebraço de um usuário quando a interface da terceira porção é engatada pela mão e/ou dedos do usuário.

[0015] De acordo ainda com características adicionais na modalidade preferida descrita, a primeira porção é afixável à estrutura de suporte através de um pivô.

[0016] De acordo ainda com características adicionais na modalidade preferida descrita, a primeira porção é capaz de rolar e/ou pivotar em relação ao suporte.

[0017] De acordo ainda com características adicionais na modalidade preferida descrita, a segunda porção é capaz de transladar e/ou rolar em relação à primeira porção.

- [0018] De acordo ainda com características adicionais na modalidade preferida descrita, a terceira porção é capaz de transladar e/ou pivotar em relação à segunda porção.
- [0019] De acordo ainda com características adicionais na modalidade preferida descrita, a interface inclui alavancas que podem ser engatadas por um polegar e indicador do usuário.
- [0020] De acordo ainda com características adicionais na modalidade preferida descrita, a segunda porção pode ser engatada por uma palma do usuário.
- [0021] De acordo ainda com características adicionais na modalidade preferida descrita, o controlador comprehende adicionalmente um transceptor sem fios para se comunicar com uma ferramenta cirúrgica.
- [0022] De acordo com outro aspecto da presente invenção, é provido um sistema que comprehende o controlador afixado a uma ferramenta cirúrgica.
- [0023] De acordo ainda com características adicionais na modalidade preferida descrita, a ferramenta cirúrgica é um endoscópio.
- [0024] De acordo ainda com características adicionais na modalidade preferida descrita, a ferramenta cirúrgica é direcionável e inclui uma extremidade efetora.
- [0025] De acordo ainda com características adicionais na modalidade preferencial descrita, a extremidade efetora é uma pinça, tesoura, uma agulha, uma câmera, uma sucção ou um grampo.
- [0026] A presente invenção resolve com sucesso as deficiências das configurações presentemente conhecidas, provendo um controlador de ferramenta cirúrgica tendo uma interface fácil de usar que é natural de operar.
- [0027] Exceto onde definido em contrário, todos os termos técnicos e científicos aqui utilizados têm o mesmo significado como comumente entendido por uma pessoa versada na técnica à qual pertence esta invenção.

Embora métodos e materiais semelhantes ou equivalentes aos aqui descritos possam ser utilizados na prática ou teste da presente invenção, são descritos abaixo métodos e materiais adequados. Em caso de conflito, o relatório descritivo da patente, incluindo definições, controlará. Além disso, os materiais, métodos e exemplos são apenas ilustrativos e não se destinam a ser limitadores.

#### BREVE DESCRIÇÃO DAS VÁRIAS VISTAS DOS DESENHOS

[0028] A invenção é descrita na presente invenção, a título de exemplo somente, com referência aos desenhos anexos. Com referência específica agora aos desenhos em detalhe, salienta-se que os detalhes mostrados são a título de exemplo e apenas para fins de discussão ilustrativa das modalidades preferidas da presente invenção, e são apresentados na causa de prover o que se acredita ser a descrição mais útil e prontamente compreendida dos princípios e aspectos conceituais da invenção. Nesse sentido, não é feita nenhuma tentativa para mostrar detalhes estruturais da invenção em mais detalhe do que é necessário para uma compreensão fundamental da invenção, a descrição feita com os desenhos tornando evidente para os versados na técnica como as várias modalidades podem ser incorporadas na prática.

[0029] Nos desenhos:

a FIG. 1 ilustra o presente controlador operado por uma mão do usuário.

[0030] A FIG. 2 ilustra o movimento relativo das três porções do presente controlador.

[0031] As FIGs. 3A-D ilustram a extensão longitudinal do presente controlador (Figuras 3A, C) e a correspondente entrada e saída (zoom) de um eixo telescópico de um dispositivo cirúrgico (Figuras 3B, D).

[0032] As FIGs. 4A-B ilustram o movimento transversal do presente controlador (Figura 4A) e a correspondente rotação de um eixo do dispositivo

cirúrgico (Figura 4B).

[0033] As FIGs. 5A-B ilustram o movimento vertical do presente controlador (Figura 5A) e a correspondente deflexão de um eixo direcionável de um dispositivo cirúrgico (Figura 5B).

[0034] As FIGs. 6A-D ilustram o movimento angular de entrada e saída das alavancas de dedo do presente controlador (Figuras 6A, C) e o correspondente movimento de garra de abre e fecha de uma extremidade manipuladora de tecido de um dispositivo cirúrgico (Figuras 6B, D).

[0035] As FIGs. 7A-B ilustram o movimento de rotação das alavancas de dedo do presente controlador (Figura 7A) e a rotação correspondente de uma extremidade manipuladora de tecido de um dispositivo cirúrgico (Figura 7B).

[0036] As FIGs. 8A-D ilustram o movimento vertical da porção de interface dos dedos do presente controlador (Figuras 8A, C) e a correspondente deflexão vertical de um eixo direcionável de um dispositivo cirúrgico (Figuras 8B, D).

[0037] As FIGs. 9A-D ilustram o movimento lateral da porção de interface dos dedos do presente controlador (Figuras 9A, C) e a correspondente deflexão lateral de um eixo direcionável de um dispositivo cirúrgico (Figuras 9B, D).

[0038] As FIGs. 10A-B ilustram os sensores de movimento angular da primeira porção do presente controlador.

[0039] As FIGs. 11A-B ilustram os sensores de movimento linear da segunda porção do presente controlador.

[0040] As FIGs. 12A-B ilustram os sensores de movimento angular da terceira porção do presente controlador.

[0041] A FIG. 12C ilustra um botão que possibilita ao usuário alternar o controle entre várias ferramentas cirúrgicas.

[0042] As FIGs. 13A-C ilustram várias configurações de montagem

do presente controlador.

[0043] As FIGs. 14A-C são fotos de um protótipo de controlador construído de acordo com os ensinamentos da presente invenção.

#### DESCRIÇÃO DAS MODALIDADES PREFERIDAS

[0044] A presente invenção é de um controlador que pode ser usado para controlar local ou remotamente a operação de uma ou mais ferramentas cirúrgicas, incluindo endoscópios, laparoscópios e sistemas de ferramentas robóticas. Especificamente, a presente invenção pode ser diretamente ou remotamente (ou através de rede de comunicação) afixada a ferramentas cirúrgicas para controlar o seu operação ou utilizada remotamente (dentro ou fora do centro de operações) para controlar sistemas cirúrgicos robóticos.

[0045] Os princípios e a operação da presente invenção podem ser mais bem compreendidos com referência aos desenhos e descrições que os acompanham.

[0046] Antes de explicar, pelo menos, uma modalidade da invenção em detalhe, deve ser entendido que a invenção não está limitada na sua aplicação aos detalhes apresentados na descrição a seguir ou exemplificados pelos Exemplos. A invenção é capaz de outras modalidades ou de ser praticada ou realizada de várias maneiras. Além disso, deve ser entendido que a fraseologia e terminologia empregadas aqui é para descrição e não devem ser consideradas como limitantes.

[0047] Controladores para ferramentas cirúrgicas são bem conhecidos na técnica e são usados para controlar ferramentas mecânicas, motorizadas ou robóticas. Tais controladores podem ser usados para posicionar e controlar com precisão os instrumentos cirúrgicos dentro do corpo, no entanto, eles podem ser volumosos e difíceis de operar e muitas vezes requerem um longo período de treinamento para dominar.

[0048] Ao mesmo tempo que reduz a presente invenção à prática, o presente inventor propôs conceber um controlador de ferramenta cirúrgica

que possa ser utilizado para controlar fácil e naturalmente uma ou mais ferramentas cirúrgicas. O presente controlador foi projetado para transladar os movimentos naturais do braço do usuário, mão e dedos para um movimento específico e acionamento da ferramenta cirúrgica. Isso possibilita que um usuário move e oriente a mão naturalmente sem ter que prestar atenção ao movimento de partes específicas do controlador. Em outras palavras, o usuário não precisa controlar separadamente cada porção do controlador, a fim de efetuar o movimento da ferramenta cirúrgica, mas emprega um movimento fluido e coordenado do braço, mão e dedos, a fim de posicionar e acionar a ferramenta cirúrgica. Uma vez que o presente controlador inclui várias porções dispostas no sentido do comprimento, sendo cada uma móvel independentemente em um ou mais eixos geométricos, qualquer movimento complexo produzido por um braço, mão e dedos humanos pode ser rastreado com precisão pelo presente controlador e traduzido em movimento similarmente complexo em um ou mais instrumentos cirúrgicos.

[0049] O controlador da presente invenção foi especificamente projetado para prover o seguinte:

- (i) traduzir o movimento natural da mão e dos dedos do usuário em movimentos precisos de um ou mais instrumentos cirúrgicos.
- (ii) ser rapidamente dominado por um usuário.
- (iii) prover uma interface compacta e leve que possa ser transportada por um usuário
- (iv) negar o uso de pedais
- (v) prover controle universal sobre qualquer tipo de ferramenta cirúrgica.

[0050] Dessa forma, de acordo com um aspecto da presente invenção, é provido um controlador para uma ferramenta cirúrgica.

[0051] Como usada aqui, a frase “ferramenta cirúrgica” refere-se a qualquer ferramenta utilizada em um procedimento cirúrgico (aberto ou

mínimo) para manipular, ver ou de outro modo ajudar no procedimento. Exemplos de uma ferramenta cirúrgica incluem, mas não estão limitados a, um endoscópio (por exemplo, gastroscópio, colonoscópio, laparoscópio) tendo uma extremidade efetora tal como uma pinça, uma agulha, uma câmara, sucção, um gancho de diatermia ou uma pinça bipolar. O endoscópio pode incluir um eixo rígido, flexível ou direcionável, que termina com uma ou mais extremidades efetoras.

[0052] As ferramentas endoscópicas são liberadas através de uma porta de liberação de pequeno diâmetro (por exemplo, trocarte) e são utilizadas em um espaço anatomicamente restrito, dessa forma, um endoscópio tendo um eixo direcionável que pode ser deflexionado dentro do corpo utilizando controles posicionados fora do corpo pode ser vantajoso. Tal direcionamento possibilita que um operador guie o endoscópio dentro do corpo e posicione com precisão um efetor montado distalmente em um marco anatômico. As ferramentas direcionáveis empregam tipicamente um ou mais fios de controle que percorrem o comprimento do eixo e terminam na extremidade distal da porção direcionável ou na ponta distal.

[0053] O controlador da presente invenção inclui um corpo alongado tendo primeira, segunda e terceira porções interconectadas. A primeira porção inclui uma extremidade proximal afixável a um suporte (por exemplo, cadeira, leito, cinto de um usuário) e uma extremidade distal conectada à segunda porção. Tal conexão permite que a segunda porção se move em relação à primeira porção. A terceira porção está conectada à segunda porção através de um conector configurado para possibilitar que a terceira porção se move em relação à segunda porção. A terceira porção inclui controles que podem ser engatados por uma mão e/ou dedos do usuário.

[0054] Embora o presente controlador seja de preferência utilizado com ferramentas cirúrgicas motorizadas e esteja funcionalmente conectado a elas através de interfaces com ou sem fio, uma configuração na qual o

controlador inclui uma extremidade proximal projetada para interagir direta e mecanicamente com uma unidade de controle de uma ferramenta cirúrgica não motorizada também é aqui contemplada.

[0055] Dessa forma, o presente controlador inclui três porções móveis interconectadas e independentemente, cada uma sendo capaz de controlar uma função diferente de uma ferramenta cirúrgica funcionalmente ligada ao presente controlador.

[0056] Com referência agora aos desenhos, a Figura 1 ilustra o presente controlador que é aqui referido como controlador 10.

[0057] O controlador 10 inclui um corpo alongado 12 tendo uma extremidade proximal 14 e uma extremidade distal 16. Na configuração mostrada nas Figuras 1-2, a extremidade proximal 14 está conectada a um haste de suporte 18. Tal haste de suporte 18 pode ser afixada a uma cadeira, um leito ou qualquer estrutura estável. Alternativamente, a haste de suporte 18 pode ser montada em um cinto de um usuário.

[0058] O corpo alongado 12 inclui três porções, uma primeira porção 20, uma segunda porção 22 e uma terceira porção 24. A terceira parte 24 inclui a interface de mão/dedos 26 mostrada pelos dedos do usuário na Figura 1.

[0059] A Figura 2 ilustra os movimentos de cada uma das porções 20, 22 e 24. A porção 20 inclui uma junta semelhante a um cardan 28 que possibilita o movimento vertical lateral das porções 22 e 24 do corpo alongado 12. A porção 22 está conectada à junta de cardan 28 da porção 20 através do conector 30. A porção 22 inclui a tampa 31 servindo de alojamento para o sensor linear que mede o movimento do trilho 32 (Figuras 3A e C).

[0060] A porção 24 é montada em um trilho 32 (Figuras 3A e C) que pode ser movido para dentro e para fora da porção 22 (zoom in-out). A porção 24 também pode ser enrolada em conjunto com a porção 22 em relação à porção 20, enquanto a mão/dedos 26 podem ser movidos verticalmente e

lateralmente em relação à porção 22.

[0061] O corpo alongado pode ter 100-300 mm de comprimento e 10-30 mm de diâmetro. A faixa de movimento linear do corpo alongado (o delta entre os estados totalmente retraído e totalmente expandido) pode ser de 50 a 250 mm. A porção 22 pode ser inclinada para cima/baixo  $\pm$  60 graus e direita/esquerda  $\pm$  90 graus. A porção 24 pode ser inclinada para cima/baixo, direita/esquerda  $\pm$  90 graus e rolada para direita/esquerda  $\pm$  90 graus. A interface do dedo 26 pode ser rolada  $\pm$  30 graus e as alavancas 40 podem abrir/fechar  $\pm$  30 graus.

[0062] As Figuras 3A-9B ilustram vários movimentos do controlador 10 e os movimentos correspondentes de uma ferramenta cirúrgica.

[0063] As Figuras 3A-D ilustram a função “zoom” do controlador 10. A retração e extensão da porção 24 em relação à porção 22 (como é mostrado nas Figuras 3A e C respectivamente) retrai e prolonga um eixo telescópico 34 de uma ferramenta cirúrgica 36. Tal movimento permite ao usuário estender/retrair o eixo 34 dentro do corpo para melhor posicionar uma extremidade efetora 38 em um local do tecido. A faixa de movimento linear da porção 24 é tipicamente 0-200 mm.

[0064] A proporção de movimento entre a porção 24 e o eixo 34 pode ser de 1:1 (controle absoluto) ou pode ser 2:1, 3:1 etc. ou vice-versa (controle relativo).

[0065] As Figuras 4A-B ilustram movimento lateral (esquerda-direita) (Figura 4A) das porções 22 e 24 em relação à porção 20 (através da junta de cardan 28) e a rotação esquerda-direita correspondente (Figura 4B) do eixo direcionável 34 da ferramenta cirúrgica 36. Tanto o controle relativo quanto o absoluto pode ser usado com este movimento da ferramenta.

[0066] As Figuras 5A-B ilustram o movimento vertical das porções 22 e 24 (Figura 5A) em relação à porção 20 (através da junta de cardan 28) e a deflexão vertical correspondente do eixo direcionável 34 da ferramenta

cirúrgica 36 (Figura 5B). Tanto o controle relativo quanto o absoluto pode ser usado com este movimento da ferramenta.

[0067] As Figuras 6A-D ilustram o movimento das alavancas dos dedos 40 da interface 26. A abertura angular das alavancas 40 (Figura 6A) abre as garras 42 (Figura 6B) de uma pinça 44 (presa a uma extremidade distal de um eixo de ferramenta cirúrgica), enquanto o fechamento angular de alavancas 40 (Figura 6C) fecha as garras 42 da pinça 44 (Figura 6D). As alavancas dos dedos 40 abrem/fecham  $\pm 30$  graus. Controle relativo na escala de 1:2 do movimento angular (Alavanca: Garra) pode ser usada entre o movimento das alavancas dos dedos 40 e as garras 42 da pinça 44.

[0068] As Figuras 7A-B ilustram a rotação do segmento de dedos da porção 24, (Figura 7A) e a rotação correspondente da pinça 44 (Figura 7B). Controle relativo em uma escala de 1:7 do movimento angular (Alavancas de dedo: Garra) pode ser usado entre a rotação da porção 24 e aquele da pinça 44.

[0069] As Figuras 8A-D ilustram o movimento vertical da porção 24 em relação à porção 22 (Figuras 8A e C respectivamente) e a deflexão vertical correspondente da parte direcionável distal do eixo 34 (Figuras 8B e D respectivamente). Tanto o controle relativo quanto o absoluto podem ser usados entre o movimento da porção 24 e o da parte direcionável distal do eixo 34.

[0070] As Figuras 9A-D ilustram a inclinação lateral (rolo) da porção 24 junto com a porção 22, com relação à porção 20 (Figuras 9A e C) e a deflexão lateral correspondente da parte direcionável distal do eixo 34 (Figuras 9B e D). Tanto o controle relativo quanto o absoluto podem ser usados entre o movimento da porção 24 e o da parte direcionável distal do eixo 34.

[0071] O controlador 10 pode estar fisicamente conectado a uma ferramenta cirúrgica, alternativamente, o controlador 10 pode estar no cinto

do cirurgião ou conectado através de um tripé ao banco do cirurgião ou ao leito do paciente. A comunicação entre o controlador e as ferramentas cirúrgicas motorizadas pode ser feita por fios físicos ou conectados sem fio (via comunicação RF/infravermelho/luz) para controlar um ou mais motores que acionam o movimento do eixo, extremidade efetora etc.

[0072] Na última configuração, o controlador 10 inclui vários sensores posicionados ao longo do corpo alongado 12 que medem o movimento relativo entre as porções 20, 22 e 24, bem como as alavancas de dedo 40.

[0073] As Figuras 10A-12B ilustram arranjos de sensor para as porções 20, 22 e 24 (Figuras 10A-B, 11A-B e 12A-B, respectivamente), bem como alavancas de dedos 40 (Figuras 12A-B).

[0074] As Figuras 10A-B ilustram a porção 20 do controlador 10. A extremidade proximal da porção 20 está conectada à haste de suporte 18 através do grampo 50. A extremidade distal da porção 20 está conectada de forma giratória à porção 22 através da junta 28. O grampo 50 é conectado ao arco de cardan externo 50 através da fenda 52. A fenda 52 possibilita ao cirurgião rodar o arco de cardan 50 em relação à haste de suporte 18, permitindo ao cirurgião ajustar a orientação da porção 20. O anel de cardan 53 está conectado de forma giratória ao cardan externo 51. O sensor de rotação 55 é conectado ao eixo de cardan 53 e mede o movimento para a direita/esquerda da porção 22. O cilindro interno 56 está conectado de forma giratória ao anel 53. O eixo geométrico de rotação do cilindro 56 é perpendicular ao anel de conexão dos eixos 53 ao arco externo 51. O sensor de rotação 54 é conectado ao eixo do cilindro 56 e mede o movimento para cima/baixo da porção 22.

[0075] O eixo 30 está conectado de forma giratória ao cilindro 56. O sensor de rotação 58 é conectado ao eixo 30 e mede o movimento de inclinação (rolo) da porção 24 junto com a porção 22.

[0076] As Figuras 11A-B ilustram a porção 22 do controlador 10. O eixo 30 é mostrado à direita na extremidade proximal da porção 22. Como é descrito acima, o eixo 30 está conectado a um sensor de medição de rotação 58, localizado no cilindro central 56 com a extremidade do eixo geométrico moldada 67. A rotação da porção 22 (através da inclinação do pulso da porção de dedos 24) co-gira o eixo 30 e o grau de inclinação dos dedos é medido através do sensor de rotação 58.

[0077] O sensor 63 mede o movimento linear do eixo 65. O eixo 65 é montado telescopicamente no corpo oco 64 da porção 22. Quando o eixo 65 é movido para trás e para a frente em relação ao corpo 64, ele transporta o cursor 68, um sensor linear 63 mede a posição do cursor 68 em relação à porção 22. A tampa 60 serve como alojamento para o sensor linear 63, corpo 64 e eixo 30. O eixo 65, conecta a porção 22 à porção 24.

[0078] Os sensores aqui descritos podem ser potenciômetros lineares elétricos, tais como Linear Type RDC10 Series da ALPS, sensores magnéticos de efeito Hall, tais como o LX90393SLW-ABA-011-RE da Melexis Technologies NV, ou potenciômetros multi-rotacionais tais como o 3590S-2-103L da Bourns.

[0079] Para operar o controlador 10, um usuário segura a porção 24 e move as porções 22 e 24 para uma posição espacial desejada (cima/baixo, rotação, lado a lado, frente trás). O movimento do controlador 10 é imitado pelo movimento da(s) ferramenta(s) cirúrgica(s) controlada(s) por esse meio. O usuário também pode controlar simultaneamente uma extremidade efetora (por exemplo, pinça) através de alavancas 40. A porção 24 também pode ser inclinada e rodada em relação à porção 20. O acionamento de alavancas e o movimento da porção 24 podem ser afetados simultaneamente ou independentemente do movimento de outras porções.

[0080] O eixo 79 da porção 24 está fixado no eixo distal 65 da porção 22. O corpo 90 está conectado ao eixo 79 através do eixo 81. O corpo 90 pode

rodar em torno do eixo 81 com a rotação medida através do sensor 78 que está fixo ao corpo 90; o eixo 81 atravessa a parte de rotação do sensor 78. Quando o corpo 90 gira, o sensor de rotação mede o movimento para cima/baixo da porção 24.

[0081] O corpo 70 está conectado ao corpo 90 através do eixo 82 e pode rodar em torno do eixo 82 sob o controle dos dedos. O sensor de rotação 79 está fixo ao corpo 70 com o eixo 82 que passa através do sensor de rotação 89. Quando o corpo 70 gira, o sensor de rotação 79 mede o movimento de rolamento da porção 24.

[0082] As alavancas 40 estão localizadas na extremidade distal do corpo 70 e giram em torno dos eixos 73 e 74. As alavancas 40 estão interconectadas através das engrenagens 75 e 76 para assegurar um movimento idêntico das alavancas 40, ao mesmo tempo que permitem ao usuário abrir e fechar as alavancas 40 aplicando uma força a apenas uma das alavancas.

[0083] A engrenagem 85 (uma alavanca da parte 40) engrena com a engrenagem 86 que está rigidamente conectada ao eixo 74 que, por sua vez, passa através do sensor de rotação 77. Quando o eixo 74 gira, o sensor de rotação 79 mede o movimento angular das alavancas 40.

[0084] As engrenagens 85 e 86 podem ser de diâmetros iguais ou diferentes. Isso permite selecionar diferentes sensibilidades para a ação de abrir/fechar. A mola 80 conecta os eixos 73 e 74. Quando uma força de fechamento é aplicada às alavancas 40, a mola 80 aplica uma força de abertura contrária para desse modo prover ao usuário uma melhor sensibilidade do curso da alavanca 40 e possibilita que as alavancas se Abram automaticamente quando a força de fechamento é liberada.

[0085] Como mencionado acima, o controlador 10 pode ser montado em um acessório (tripé, cadeira, leito) ou diretamente em um usuário (através do uso de um cinto ou arnês).

[0086] As Figuras 13A-C ilustram a montagem do controlador 10 em uma estrutura de leito 80 (Figura 13A) e o usuário 82 (Figuras 13A-B).

[0087] A Figura 13A ilustra uma configuração na qual um usuário (por exemplo, cirurgião) está sentado em uma cadeira com pelo menos um controlador 10 preso à cadeira. O corpo alongado 12 do controlador 10 encontra-se tipicamente localizado sob e ao longo do antebraço do cirurgião com a porção 20 localizada sob o cotovelo do cirurgião e a porção 24 nos dedos do cirurgião. Nesta configuração, o controlador 10 pode ser movido sem esforço e naturalmente pelo cirurgião enquanto visualiza o local anatômico através de uma tela de vídeo conectada à câmera laparoscópica.

[0088] A Figura 13B ilustra uma configuração em que pelo menos um controlador 10 está afixado ao cirurgião através de um cinto. O corpo alongado 12 do controlador 10 encontra-se tipicamente localizado sob e ao longo do antebraço do cirurgião com a porção 20 localizada sob o cotovelo do cirurgião e a porção 24 nos dedos do cirurgião. Nesta configuração, o controlador 10 pode ser movido sem esforço e naturalmente pelo cirurgião enquanto visualiza o local anatômico através de uma tela de vídeo conectada à câmera laparoscópica e estando livre para se mover no ambiente de operação como mostrado na Figura 13C.

[0089] A Figura 13C ilustra uma configuração de 2 controladores 10 afixada ao cinto do cirurgião. O cirurgião fica perto do leito do paciente e opera enquanto visualiza o local anatômico através de uma tela de vídeo. Uma das vantagens dessa configuração é que o cirurgião está próximo ao paciente.

[0090] Um ou mais controladores 10 da presente invenção podem ser utilizados em qualquer tipo de procedimento minimamente invasivo ou totalmente aberto. O seguinte descreve o uso do controlador 10 no controle de ferramentas laparoscópicas em um procedimento cirúrgico minimamente invasivo.

[0091] Várias incisões são feitas em uma parede de tecido para criar

vários locais de acesso. Cada local é então usado para posicionar um trocarte através do qual uma ferramenta cirúrgica (pinça, cortador, câmera) é avançada até que a extremidade efetora esteja posicionada dentro da cavidade do corpo.

[0092] As ferramentas cirúrgicas podem ser ferramentas robóticas com um pacote de motor conectado a uma extremidade proximal (extracorpórea) das mesmas. Um ou mais controladores 10 são montados em um dispositivo elétrico e/ou cirurgião e os controles são testados para assegurar que os movimentos do controlador(es) estejam orientados corretamente com os movimentos da ferramenta cirúrgica. Se uma ou mais ferramentas cirúrgicas não estiverem corretamente orientadas, o cirurgião pode girar a(s) ferramenta(s) cirúrgica(s) manualmente ou automaticamente (através do motor) para a orientação correta. Quando as orientações estão definidas, o(s) controlador(es) está(ão) pronto(s) para o procedimento.

[0093] Se o procedimento exigir uma configuração na qual as ferramentas cirúrgicas devem estar em orientações diferentes, por exemplo, quando uma ferramenta cirúrgica (por exemplo, uma pinça) é orientada com o cirurgião e outra ferramenta (por exemplo, câmera) é orientada a partir de um lado oposto, o cirurgião pode configurar cada controlador para tal configuração.

[0094] O cirurgião pode usar dois ou mais controladores 10 para controlar duas ou mais ferramentas cirúrgicas. Alternativamente, o cirurgião pode usar um único controlador 10 para sequencialmente controlar duas ou mais ferramentas cirúrgicas. O controlador 10 pode incluir um botão de diálogo 98 (Figura 12C) para permitir a comutação entre ferramentas. O botão de diálogo 98 controla a comunicação entre o controlador 10 e uma ferramenta cirúrgica. Quando pressionado, este botão pode ligar ou liberar o controlador 10 da ferramenta cirúrgica ou permitir a comutação entre várias ferramentas. Quando um usuário alterna entre ferramentas, a ferramenta liberada permanece na última posição controlada. Ao retornar a esta

ferramenta, o cirurgião não precisa reorientar o controlador 10 para coincidir com a posição “pausada” desta ferramenta. Tal abordagem de controle relativo permite que o cirurgião libere (solte) o controlador e volte a engatá-lo depois de escolher uma posição de braço mais confortável e prossiga com o procedimento sem ter que corresponder a posição da ferramenta com a posição do controlador antes do desengate.

[0095] O controle relativo também possibilita o controle de comutação entre qualquer número de cirurgiões, com o cirurgião ativando o botão de diálogo assumindo o controle sobre uma ferramenta cirúrgica. Tal transferência de controle pode ser perfeita, já que o posicionamento espacial do controlador do cirurgião não precisa coincidir com o da ferramenta cirúrgica.

[0096] Sob controle absoluto, o cirurgião deve combinar a posição do controlador com a da ferramenta. O software com algoritmo de segurança pode compensar as diferenças aplicando trajetórias suaves e filtrados de movimentos que fazem a ponte entre uma posição do controlador para outra.

[0097] Assim, a presente invenção provê um controlador compacto e leve que pode ser posicionado em qualquer lugar ou transportado pelo usuário. Enquanto o controlador atual é leve e pequeno, ele pode seguir os movimentos mais complexos da mão humana em 6 eixos geométricos. Isto é conseguido através de uma interface articulada com mecanismos sensores para detectar movimentos de alcance grandes (cm) e pequenos (mícron) de uma porção de controlador em relação a outra.

[0098] Enquanto um controlador/interfaces típico do tipo console posiciona os controles na frente do cirurgião, o presente controlador precisa ser colocado apenas na mesma orientação geral da ferramenta cirúrgica. A extremidade proximal do controlador é tipicamente colocada perto do cotovelo do cirurgião e a extremidade distal perto dos dedos do cirurgião.

[0099] O presente controlador possibilita o controle relativo sobre

uma ferramenta cirúrgica, permitindo ao cirurgião escolher a posição mais ergonômica para operar o controlador mesmo no meio do procedimento. Um benefício adicional do controle relativo é que ele permite que o controlador seja leve e compacto, uma vez que uma grande amplitude de movimento pode ser efetuada usando uma série de pequenos movimentos interrompidos pelo reposicionamento do controlador.

[00100] Qualquer número do presente controlador pode ser usado simultaneamente por um ou mais usuários para controlar qualquer número de instrumentos cirúrgicos.

[00101] Como usado aqui, o termo “cerca de” refere-se a  $\pm 10\%$ .

[00102] Objetivos, vantagens e características novas adicionais da presente invenção tornar-se-ão evidentes para um versado na técnica após análise dos exemplos a seguir, que não se destinam a ser limitantes.

### **EXEMPLOS**

[00103] Faz-se agora referência ao seguinte exemplo, que, juntamente com as descrições acima, ilustra a invenção de uma forma não limitante.

[00104] Um protótipo de controlador construído de acordo com os ensinamentos da presente invenção foi testado quanto à operacionalidade (Figuras 14A-C).

[00105] O corpo do protótipo de controlador foi fabricado a partir de poliamida usando abordagens de impressão em 3D e os eixos 65 e 30 foram fabricados em aço inoxidável (Figura 14A). O protótipo tem 200 mm de comprimento quando a porção 22 está retraída (Figura 14B) e 250 mm de comprimento quando o eixo telescópico 65 está estendido (Figura 14C). O diâmetro da tampa 60 da porção 22 é de 30 mm. Um botão de diálogo 98 está posicionado na porção inferior do segmento 90 e as alavancas de dedo 40 prolongam-se a partir da extremidade distal do segmento 70.

[00106] As partes internas da porção 20 são cobertas através da esfera 19. Um cabo de comunicação 21 conecta o controlador para controlar

circuitos de um ou mais instrumentos cirúrgicos robóticos (motorizados).

[00107] As Figuras 14B-C mostram uma foto do protótipo do controlador anexado na região do tronco do usuário (presa ao vestuário).

[00108] O usuário segura o controlador no segmento distal 24 com os dedos posicionados nas alavancas 40 e no botão de diálogo 98 (Figura 14B).

[00109] É apreciado que certas características da invenção, que são, para maior clareza, descritas no contexto de modalidades separadas, também podem ser providas em combinação em uma única modalidade. Por outro lado, várias características da invenção, que são, por questões de brevidade, descritas no contexto de uma única modalidade, também podem ser providas separadamente ou em qualquer subcombinação adequada.

[00110] Embora a invenção tenha sido descrita em conjunto com modalidades específicas da mesma, é evidente que muitas alternativas, modificações e variações serão evidentes para os versados na técnica. Consequentemente, pretende-se abranger todas tais alternativas, modificações e variações que se enquadram no espírito e no escopo amplo das reivindicações anexas. Todas as publicações, patentes e pedidos de patente mencionados nesta especificação são aqui incorporados em sua totalidade por referência neste relatório descritivo, na mesma extensão como se cada publicação, patente ou pedido de patente individual fosse especificamente e individualmente indicado para ser aqui incorporado por referência. Além disso, a citação ou identificação de qualquer referência neste pedido não deve ser interpretada como uma admissão de que tal referência está disponível como técnica anterior à presente invenção.

## REIVINDICAÇÕES

1. Controlador para uma ferramenta cirúrgica, caracterizado pelo fato de que compreende um corpo alongado que tem:

(a) uma primeira porção tendo uma extremidade proximal afixável a um suporte e uma extremidade distal conectada a uma segunda porção através de um primeiro conector configurado para possibilitar que a dita segunda porção se move em relação à dita primeira porção; e

(b) uma terceira porção conectada à dita segunda porção através de um segundo conector configurado para possibilitar que a dita terceira porção se move em relação à dita segunda porção, a dita terceira porção tendo uma interface engatável por uma mão e/ou dedos de um usuário.

2. Controlador de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita extremidade proximal da dita primeira porção é móvel em relação ao dito suporte quando afixada a ele.

3. Controlador de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a dita primeira porção inclui um primeiro sensor para medir o movimento da dita primeira porção com relação ao dito suporte.

4. Controlador de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito corpo alongado inclui um segundo sensor para medir um movimento da dita segunda porção com relação a dita primeira porção.

5. Controlador de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito corpo alongado inclui um terceiro sensor para medir um movimento da dita terceira porção com relação a dita segunda porção.

6. Controlador de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito corpo alongado é posicionado sob um antebraço de um usuário quando a dita interface da dita terceira porção é engatada pela mão e/ou dedos do dito usuário.

7. Controlador de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita primeira porção é afixável à dita estrutura de suporte

através de um pivô.

8. Controlador de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a dita primeira porção é capaz de rolar e/ou pivotar em relação ao dito suporte.

9. Controlador de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita segunda porção é capaz de transladar e/ou rolar em relação à dita primeira porção.

10. Controlador de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita terceira porção é capaz de transladar, rolar e/ou pivotar em relação à dita segunda porção.

11. Controlador de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita interface inclui alavancas engatáveis por um polegar ou indicador do dito usuário.

12. Controlador de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que a dita segunda porção pode ser engatada por uma palma do dito usuário.

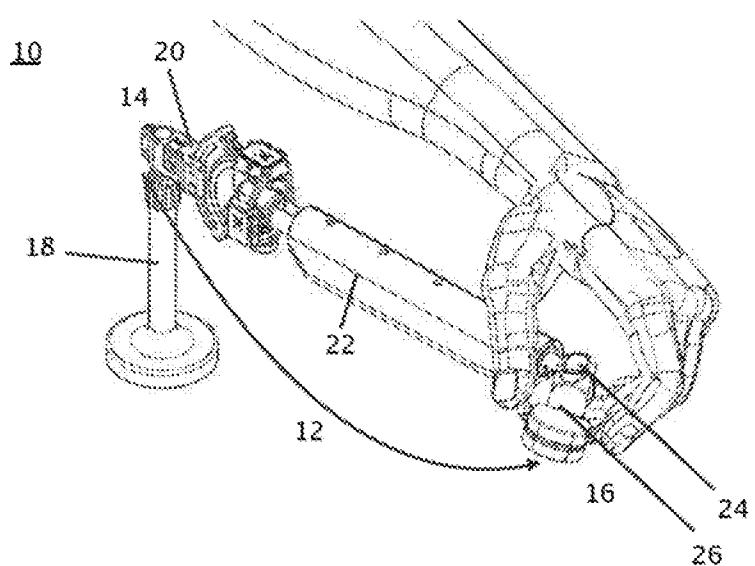
13. Controlador de acordo com a reivindicação 1, caracterizado ainda pelo fato de que comprehende um transceptor sem fio para comunicação com uma ferramenta cirúrgica.

14. Sistema, caracterizado pelo fato de que comprehende o controlador como definido na reivindicação 1 afixado a uma ferramenta cirúrgica.

15. Sistema de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que a ferramenta cirúrgica é um endoscópio.

16. Sistema de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que a ferramenta cirúrgica é direcionável e inclui uma extremidade efetora.

17. Sistema de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que a dita extremidade efetora é uma pinça, tesoura, uma agulha, uma câmera, sucção ou um grampo.



**FIG. 1**

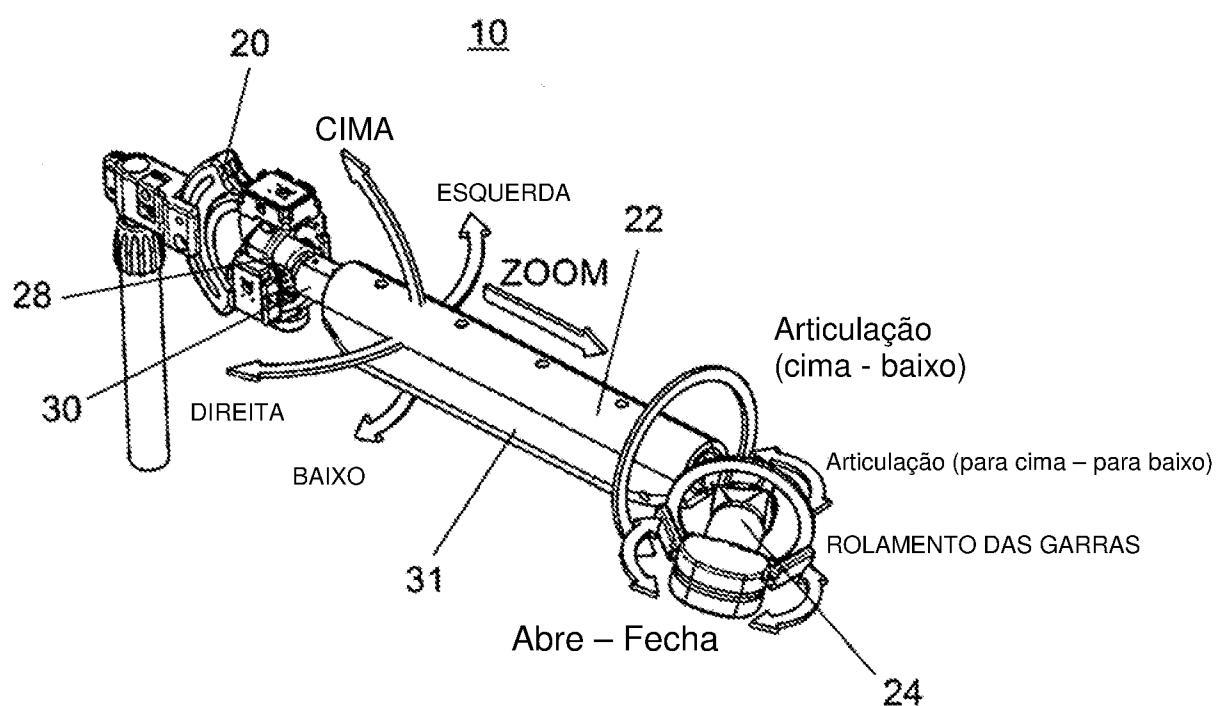
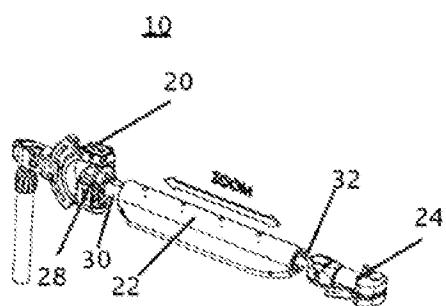
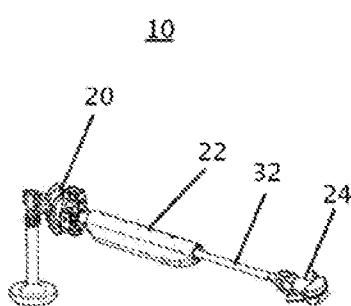


FIG. 2

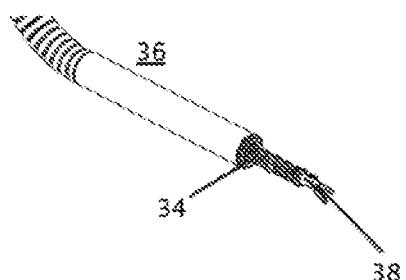
**FIG. 3A**



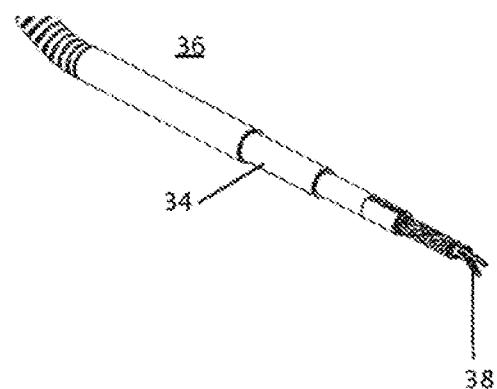
**FIG. 3C**



**FIG. 3B**



**FIG. 3D**



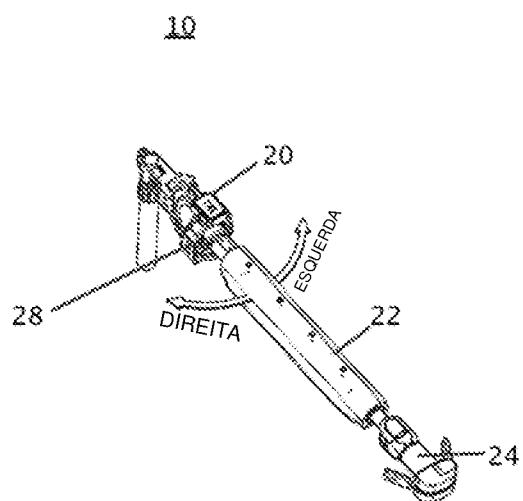


FIG. 4A

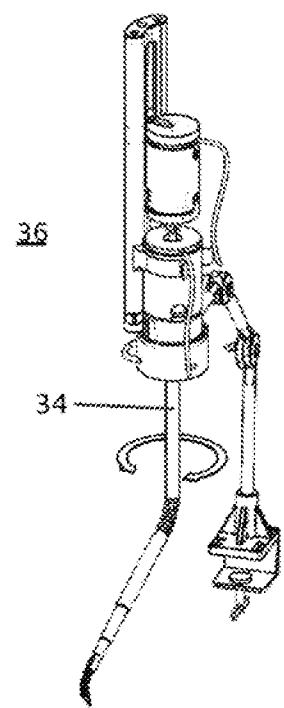
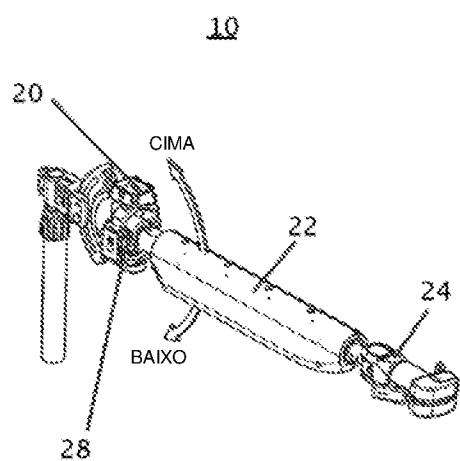
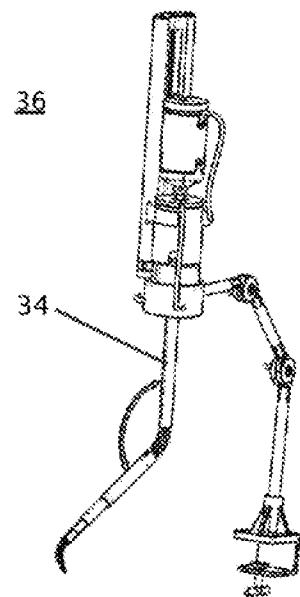


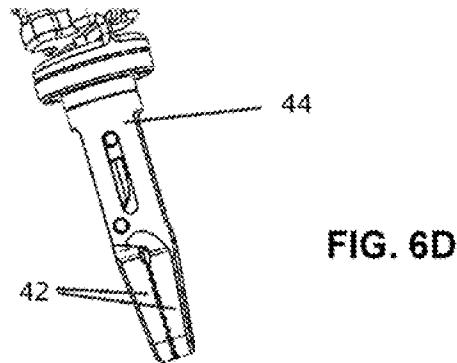
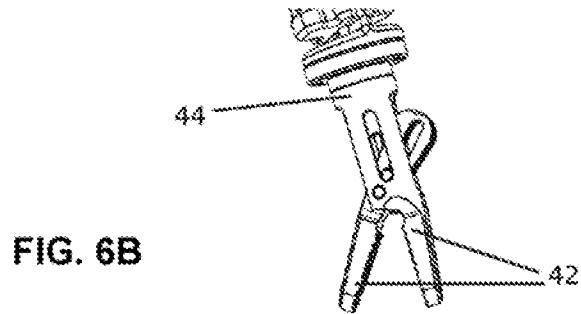
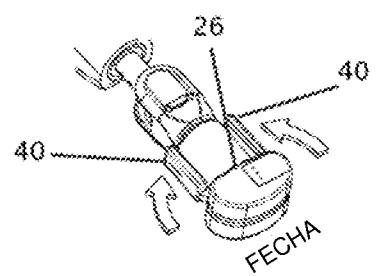
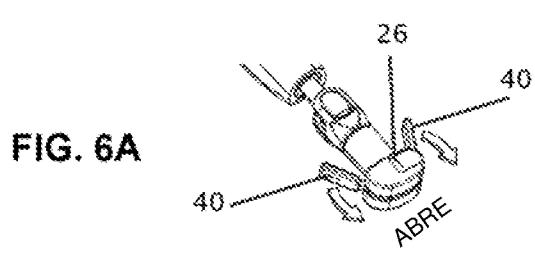
FIG. 4B

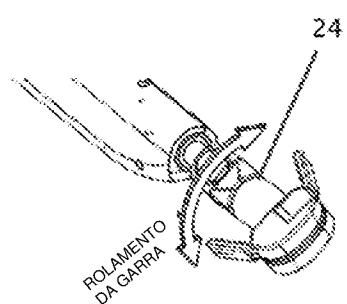


**FIG. 5A**

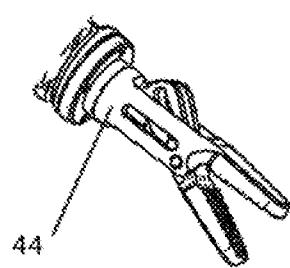


**FIG. 5B**

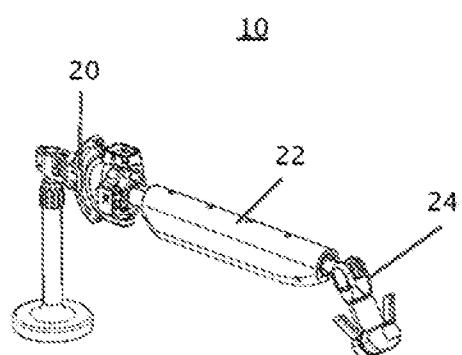




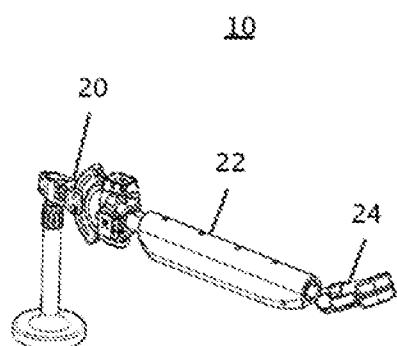
**FIG. 7A**



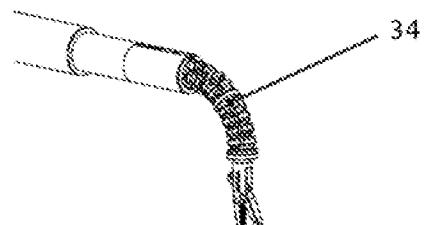
**FIG. 7B**



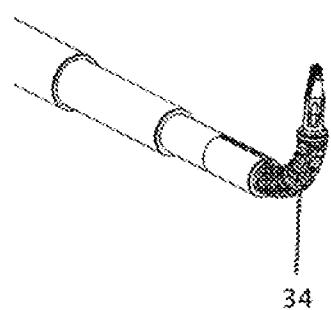
**FIG.8A**



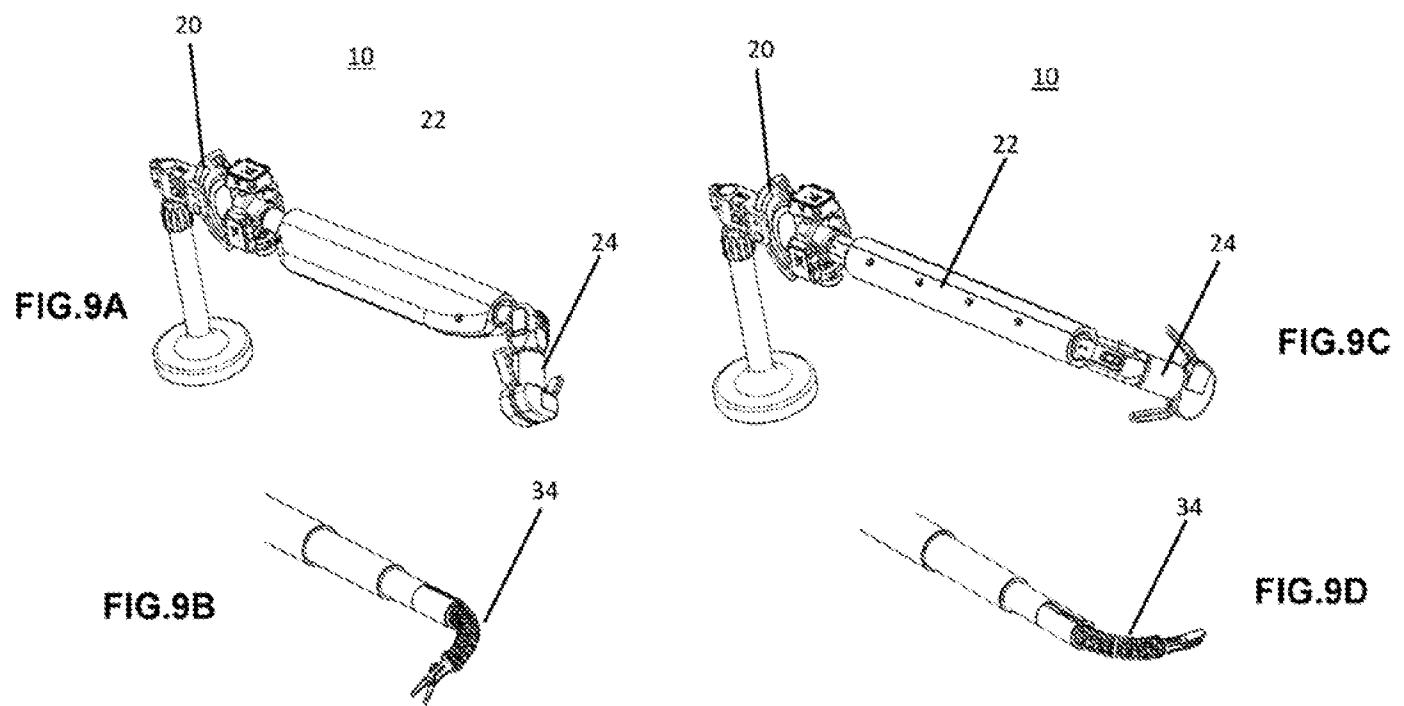
**FIG.8C**

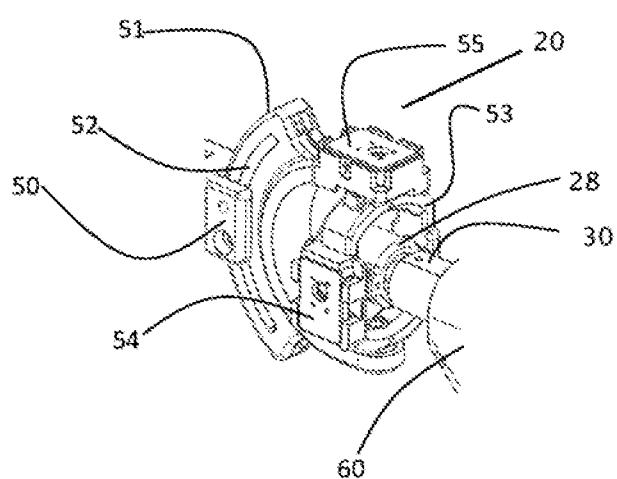


**FIG.8B**

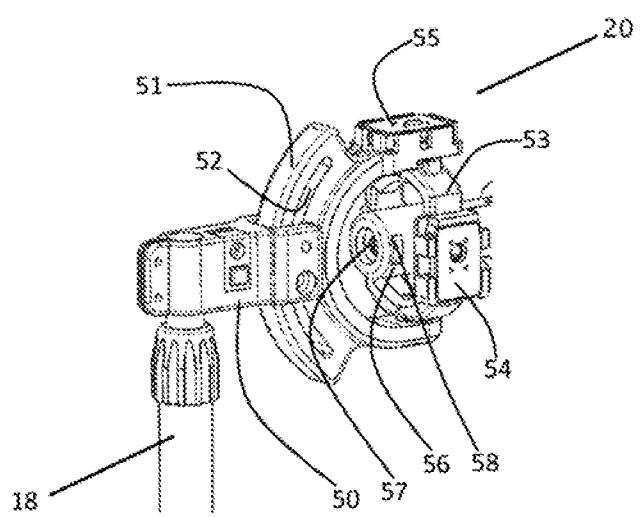


**FIG.8D**

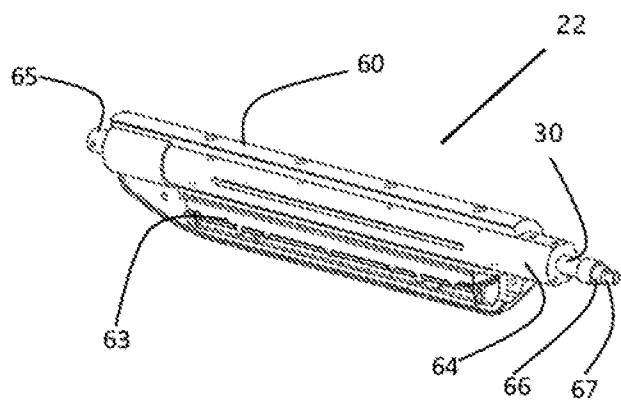




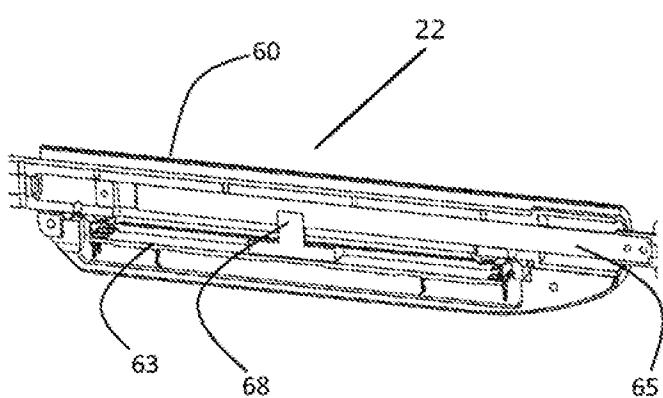
**FIG. 10A**



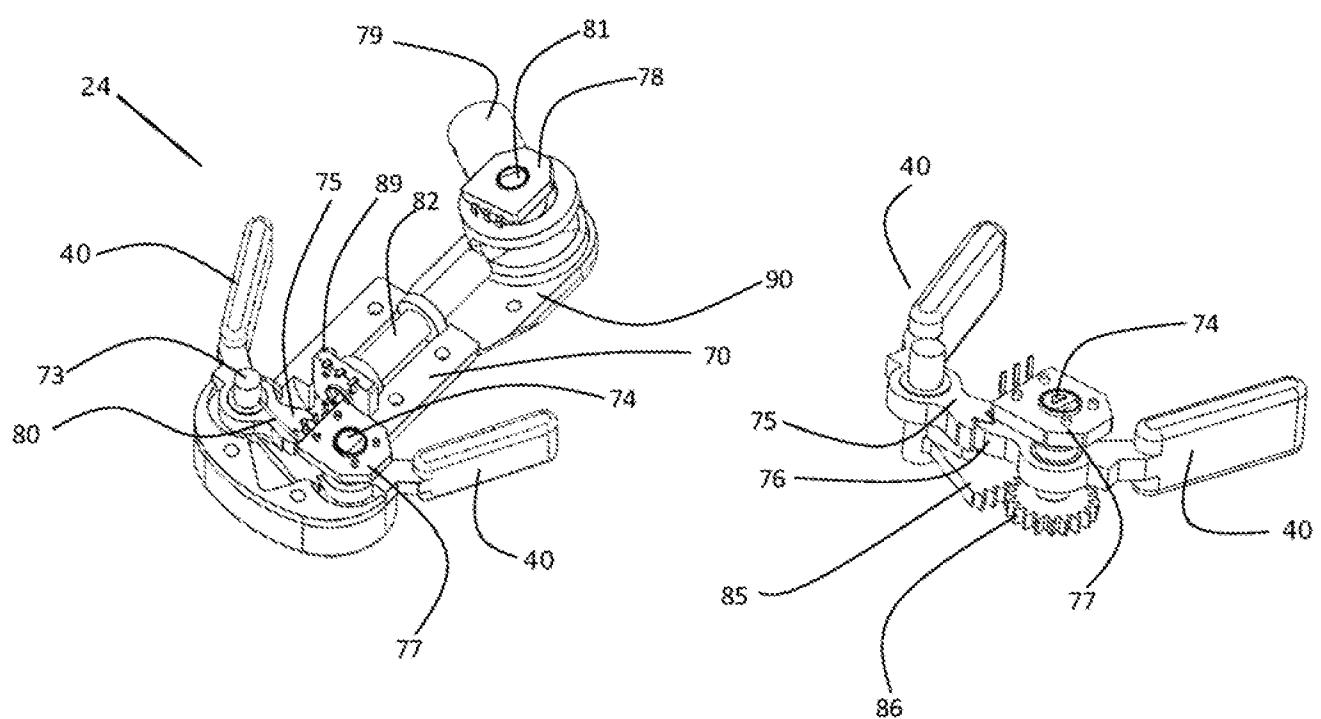
**FIG. 10B**



**FIG. 11A**

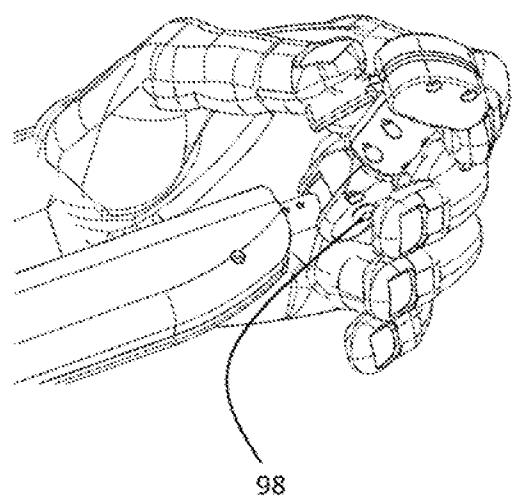


**FIG. 11B**



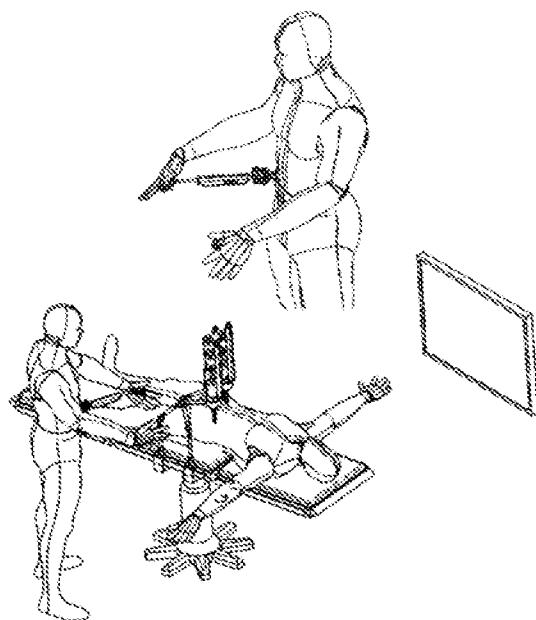
**FIG. 12A**

**FIG. 12B**

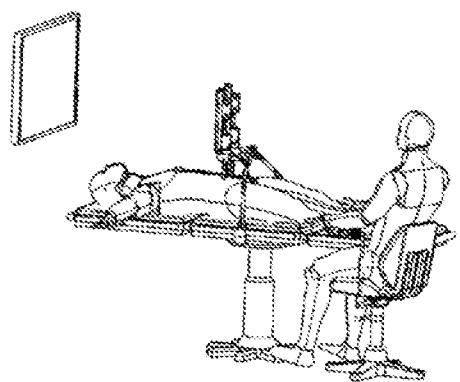


**FIG. 12C**

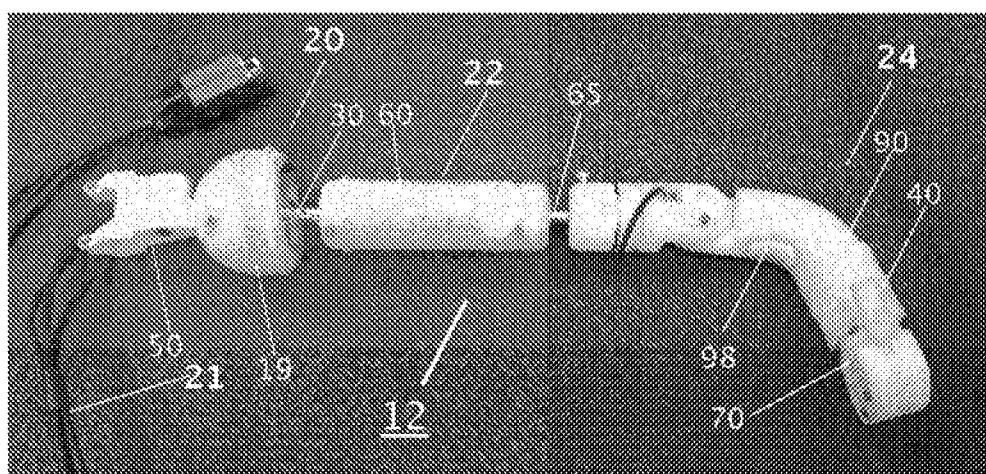
**FIG. 13B**



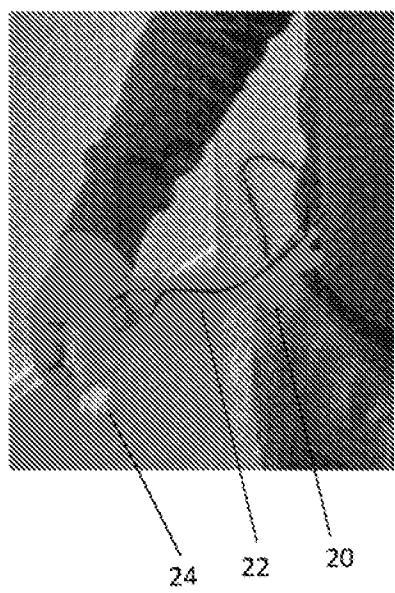
**FIG. 13A**



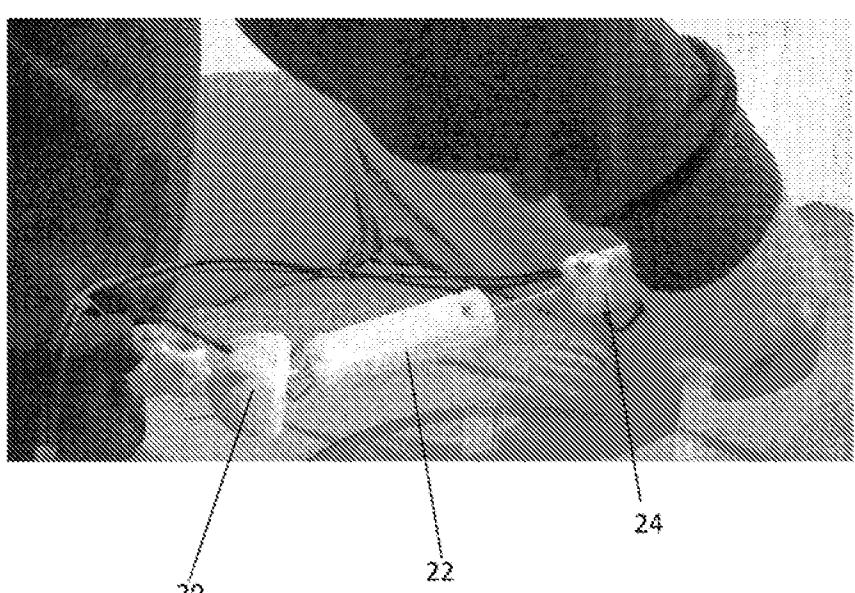
**FIG. 13C**



**FIG. 14A**



**FIG. 14B**



**FIG. 14C**

RESUMOCONTROLADOR PARA UMA FERRAMENTA CIRÚRGICA, E,  
SISTEMA

É provido um controlador para uma ferramenta cirúrgica. O controlador inclui um corpo alongado que tem primeira, segunda e terceira porções, cada uma móvel em relação à outra. O controlador inclui adicionalmente uma interface engatável por uma mão e/ou dedos de um usuário.