



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0601901-3 B1

(22) Data do Depósito: 31/03/2006

(45) Data de Concessão: 19/12/2017



(54) Título: "COMUTADOR DE PÉ CIRÚRGICO, MÉTODO DE CONTROLAR EQUIPAMENTO CIRÚRGICO, E MÉTODO DE DISPARAR UM LASER CIRÚRGICO COM UM COMUTADOR DE PÉ CIRÚRGICO DE DOIS COMUTADORES

(51) Int.Cl.: B60R 16/02

(30) Prioridade Unionista: 31/03/2005 US 60/667,290

(73) Titular(es): ALCON, INC.

(72) Inventor(es): CHRISTOPHER HORVATH; MARK BUCZEK; T. SCOTT ROWE

"COMUTADOR DE PÉ CIRÚRGICO, MÉTODO DE CONTROLAR EQUIPAMENTO CIRÚRGICO, E MÉTODO DE DISPARAR UM LASER CIRÚRGICO COM UM COMUTADOR DE PÉ CIRÚRGICO DE DOIS COMUTADORES".

Campo técnico da invenção

5 A presente invenção refere-se, de forma geral, a sistemas e métodos para controlar um sistema cirúrgico, e mais particularmente, a um comutador de pé operável para controlar de forma segura, confiável e sem fio um sistema cirúrgico complexo.

Antecedentes da invenção

10 Durante a utilização de um aparelho complexo ou sistema cirúrgico complexo para tratamento de paciente, por exemplo, equipamento cirúrgico utilizado ao realizar cirurgia oftálmica, o controle de uma variedade de diferentes subsistemas, tais como subsistemas acionados pneumática e eletronicamente, pode ser requerido. Tipicamente, a operação dos subsistemas é controlada por meio de um console acionado por microprocessador.

15 Os controles do microprocessador dentro de um console cirúrgico recebem entradas mecânicas, seja a partir do operador do sistema cirúrgico ou a partir de um assistente. Um dispositivo de introdução de controle, tal como um comutador de pé, é muitas vezes utilizado para aceitar entradas mecânicas.

20 Estas entradas mecânicas se originam do movimento do pé de um operador para governar a operação de um subsistema dentro do aparelho para tratamento do paciente. As entradas mecânicas a partir do movimento do pé do operador são traduzidas para sinais elétricos que são alimentados para os controles do microprocessador. Os sinais elétricos são, então, utilizados para controlar as características operacionais de um subsistema em um aparelho complexo para tratamento do paciente.

25

Exemplos de comutadores de pé, que são projetados para receber entradas mecânicas a partir do movimento do pé de um operador de um aparelho complexo para tratamento de paciente, podem ser encontrados em

30 diversas Patentes U.S., inclusive Patentes U.S. N^os 4.837.857 (Scheller e outros), 4.965.417 (Massie), 4.983.901 (Lehmer), 5.091.656 (Gahn), 5.268.624 (Zanger), 5.554.894 (Sepielli), 5.580.374 5 (Reimels), 5.635.777

(Telymonde e outros), 5.787.760 (Thorlakson), 5.983.749 (Holtorf), e 6.179.829 B1 (Bisch e outros), e nas publicações de Pedido de Patente Internacional números WO ou 98/08442 (Bisch e outros), WO 00/12.037 (Chen), e WO 02/01310 (Chen). Estas Patentes e Pedidos de Patente se concentram de maneira primária em comutadores de pé que incluem um pedal ou um pedal de acionamento similar ao pedal de acelerador utilizado para governar a velocidade de um automóvel. O movimento do pedal ou pedal de acionamento fornece tipicamente uma entrada de controle linear. Tais entradas de controle linear podem ser utilizadas, por exemplo, para regular vácuo, velocidade de rotação, energia ou movimento alternativo.

Em conjuntos de comutador de pé mais complexos, comutadores laterais ou de asa podem ser adicionados em qualquer lado do pedal para fornecer capacidades adicionais ao comutador de pé. A condição destes comutadores laterais ou de asa é moldada pela aplicação de pressão a partir da porção frontal do pé do operador, ou a partir da porção traseira do pé do operador.

Quando estes comutadores de pé se tornam mais complexos, a necessidade para estabelecer comunicações seguras e confiáveis entre o comutador de pé e o console cirúrgico, resultou em um número de trajetos ligados com fio que conectam o computador de pé e o console cirúrgico. Como os comutadores de pé são movidos ao redor da sala de operações, estas amarras, fios e cabos podem se tornar emaranhados com outro equipamento. Desconectar acidentalmente estes cabos pode resultar em entradas de controle inadequadas, que têm o potencial de ferir um paciente. Portanto, existe uma necessidade por um comutador de pé confiável, operável para comunicar com o sistema cirúrgico, ao mesmo tempo que evita o ambiente potencial perigoso ou restritivo criado por cabos emaranhados.

Sumário da invenção

A presente invenção fornece um comutador de pé cirúrgico utilizado para controlar equipamento cirúrgico que substancialmente se direciona para as necessidades identificadas acima, bem como para outras.

Uma modalidade fornece um comutador de pé cirúrgico que tem

uma base, um pedal, um conjunto codificador e uma interface sem fio. O pedal monta sobre a base e pivota. O conjunto codificador acopla ao pedal. Quando o pedal pivota o conjunto codificador traduz o sinal mecânico do pedal para um sinal de controle com base na posição e/ou orientação do pedal. A interface sem fio acopla o conjunto codificador para receber o sinal de controle. A interface sem fio também acopla o comutador de pé cirúrgico a um console cirúrgico operável para controlar e dirigir equipamento cirúrgico. A interface sem fio passa o sinal de controle do codificador para o console cirúrgico, o qual então dirige o equipamento cirúrgico com base no sinal de controle. Esta interface sem fio elimina o emaranhamento de ar fios ou amarras que pode ser um perigo no cenário cirúrgico.

Uma outra modalidade ainda inclui um gerador de energia interno operável para traduzir movimento do comutador de pé para energia armazenada. Isto pode eliminar uma falha potencial do comutador de pé durante um procedimento e superar a necessidade de substituir baterias dentro do comutador de pé quando o comutador de pé cirúrgico pode gerar sua própria energia. Existem diversas maneiras diferentes para derivar energia do movimento do comutador de pé cirúrgico. Estas incluem, mas não deveriam estar limitadas ao efeito piezolétrico, geração de energia indutiva, comprimir e armazenar ar, volantes mecânicos ou outros dispositivos conhecidos daqueles versados técnica.

Uma outra modalidade fornece um comutador de pé cirúrgico que tem uma base, um pedal, um codificador, um detector de movimento e uma interface sem fio. Esta modalidade estende a capacidade de comutadores de pé cirúrgicos existentes nos quais o conjunto detector de movimento pode ser usado por um usuário e transmite informação de movimento para o comutador de pé cirúrgico. O conjunto codificador pode gerar sinais de controle adicionais com base na informação de movimento recebida. O detector de movimento pode gerar informação de movimento com base em informação de posicionamento relativo, sensor de aceleração sendo utilizado para determinar a posição do conjunto detector de movimento por meio de integração, triangulação por rádio, ou outros métodos similares conhecidos da-

queles que têm talento na técnica.

Ainda uma outra modalidade fornece um comutador de pé cirúrgico de dois comutadores, operável para aquecer e acender um laser cirúrgico. Este comutador de pé cirúrgico de dois comutadores inclui uma base, pedal, primeiro comutador, segundo comutador, conjunto codificador e interface. O pedal é montado à base e operável para pivotar ao redor de um plano associado com a base. O primeiro comutador acopla ao pedal e é ativado quando o pedal se orienta depois do primeiro ponto predeterminado quando o pedal é comprimido inicialmente. Quando o primeiro comutador é ativado, um primeiro sinal de controle inicializa o laser dentro do sistema cirúrgico. O segundo comutador também acopla de maneira operacional ao pedal e é ativado quando o pedal se orienta depois de um segundo ponto predeterminado tal como alcançar o fundo de uma faixa de movimento. Este segundo sinal de controle orienta o disparo do laser aquecido. O tempo de gatilho entre a ativação do primeiro comutador e o segundo comutador permite que tensão no laser seja aliviada permitindo ao laser ser aquecido para energia.

Um conjunto codificador acoplado ao pedal pode ser operável para produzir um terceiro sinal de controle com base na posição do pedal e para orientação. A interface acopla ao codificador e estabelece um trajeto de comunicação entre o comutador de pé cirúrgico e o console cirúrgico. Este console cirúrgico é operável para controlar ou dirigir o equipamento cirúrgico com base nos sinais de controle.

Breve descrição dos desenhos

Para um entendimento mais completo da presente invenção e suas vantagens é feita agora referência à descrição a seguir, tomada em conjunto com os desenhos que acompanham, nos quais numerais de referência iguais indicam aspectos iguais e nos quais:

A Figura 1 delinea uma modalidade de um conjunto de comutador de pé de acordo com uma modalidade da presente invenção;

A Figura 2 fornece uma vista em seção transversal de uma modalidade de um conjunto de comutador de pé de acordo com uma modalidade da presente invenção;

A Figura 3 fornece um diagrama funcional que ilustra como o comutador de pé sem fio acopla a um sistema cirúrgico de acordo com uma modalidade da presente invenção;

5 A Figura 4 delinea uma modalidade de um conjunto comutador de pé de acordo com uma modalidade da presente invenção;

A Figura 5 ilustra uma outra modalidade de comutador de pé que estende a capacidade do comutador de pé de acordo com uma modalidade da presente invenção;

10 A Figura 6 fornece um diagrama funcional de uma outra modalidade de um comutador de pé cirúrgico de acordo com uma modalidade da presente invenção; e

A Figura 7 fornece um fluxograma lógico que ilustra um método de controlar equipamento cirúrgico de acordo com modalidades da presente invenção.

15 Descrição detalhada da invenção

Modalidades preferenciais da presente invenção estão ilustradas nas Figuras, numerais iguais sendo utilizados para referenciar partes iguais e correspondentes dos diversos desenhos.

20 A Figura 1 delinea uma modalidade de um conjunto comutador de pé 10. O conjunto comutador de pé 10 inclui um corpo ou carcaça que ainda inclui carcaça inferior 12 e carcaça superior 14, um pedal ou pedal 16. Todos os quais podem ser feitos de qualquer material adequado tal como aço inoxidável, titânio ou plástico. Outras mais modalidades podem incluir um conjunto de taça de salto separado, ou adicional, 18 e um cabo 4 posicionado na frente. Comutadores laterais 10 ou de asa 20 podem ser colocados no topo da carcaça 14 de qualquer lado do pedal 16.

25 Preso ao pedal ou pedal inclinável 16 existe um conjunto codificador 22 como ilustrado na seção transversal fornecida pela Figura 2. O conjunto codificador 22 traduz a posição angular ou de passo do pedal ou pedal 30 16 que é inclinável com relação a um plano horizontal ou a um plano neutro ou origem, a partir de uma entrada mecânica com base no movimento do pé do operador para um sinal elétrico. Assim, o passo 15 movimento do pedal

ou pedal inclinável 16 tipicamente em uma direção para baixo, fornece uma entrada de controle. A entrada de controle é preferivelmente uma entrada de controle linear. Contudo, quando uma entrada elevada variável e uma entrada baixa constante é satisfatória, o plano neutro ou origem pode fornecer a
5 entrada baixa constante, e compressão do pedal pode ser utilizada para a entrada elevada variável.

A Figura 3 fornece um diagrama funcional que ilustra como o comutador de pé 10 acopla sem fio a um sistema cirúrgico 26. O comutador de pé contém um dispositivo de entrada mecânica tal como pedal 16, que
10 acopla ao conjunto codificador 22 para produzir um sinal de controle que é fornecido para a interface sem fio 24. A interface sem fio 24 é operável para estabelecer um trajeto de comunicação sem fio entre o comutador de pé 10 e o sistema cirúrgico 26. Especificamente, a interface sem fio 24 acopla em comunicação a interface sem fio 30 do console cirúrgico 28. Assim os sinais
15 de controle produzidos pelo conjunto codificado 22 são capazes de serem comunicados para o console cirúrgico 28 através do trajeto sem fio. O console cirúrgico 28 é operável para dirigir equipamento cirúrgico 30 com base nos sinais de controle que são transferidos sem fio a partir do comutador de pé para o console cirúrgico.

20 A Figura 4 ilustra uma modalidade adicional de comutador de pé 10. Como descrito anteriormente, o comutador de pé 10 inclui um dispositivo de entrada mecânica tal como um pedal 16 que acopla ao conjunto codificador 22 para fornecer um sinal de controle para um console cirúrgico por meio de um trajeto de comunicação sem fio estabelecido pela interface sem fio 24.
25 Esta modalidade inclui um gerador de energia interno 34, operável para traduzir movimento do comutador 10 em energia armazenada, operável para ser utilizada para energizar e operar o conjunto codificador 22, interface sem fio 24 e outros componentes dentro do comutador de pé 10.

O gerador de energia interno 34 pode ao mesmo tempo gerar e
30 armazenar energia com a qual operar o comutador de pé 10. Isto pode eliminar falha potencial do comutador de pé 10 durante um procedimento e superar a necessidade de substituir baterias dentro do comutador de pé 10.

Existem diversas maneiras diferentes para derivar energia a partir do movimento do comutador de pé 10 cirúrgico. Estas incluem, porém não deveriam estar limitadas a efeito piezelétrico, geração de energia indutiva, armazenagem em compressão de fluidos comprimidos tal como ar, volantes mecânicos ou outros dispositivos similares, conhecidos daqueles que têm talento na técnica. Por exemplo, quando o efeito piezelétrico é utilizado para gerar e armazenar energia elétrica, a energia mecânica fornecida pelo operador para comprimir o pedal pode comprimir um material piezelétrico que gera uma voltagem com base na energia mecânica exercida sobre o material piezelétrico. Esta energia elétrica pode então ser armazenada dentro de um capacitor ou bateria recarregável para fornecer uma reserva de energia dentro do comutador de pé. Em uma outra modalidade, o gerador de energia interno pode utilizar geração de energia indutiva na qual movimento do comutador de pé produz resultados no movimento relativo entre um ímã interno e uma série de bobinas para carregar um capacitor ou bateria recarregável. Energia também pode ser armazenada na forma de energia mecânica, na qual o pedal é utilizado para girar um volante que, em essência, é uma bateria mecânica. Volantes armazenam energia mecanicamente na forma de energia cinética. Alternativamente, o ar ou outros fluidos podem ser comprimidos e armazenados, e então este ar comprimido pode ser utilizado para gerar energia para energizar o comutador de pé 10. Estes são apenas exemplos de como o gerador de energia interno 34 pode gerar e armazenar energia dentro do comutador de pé.

Um microprocessador ou circuito de controle dentro do comutador de pé pode dar o pronto para o operador para carregar o comutador de pé 10 caso a energia armazenada dentro do gerador de energia interno 34 caia abaixo de um nível predeterminado. Alternativamente, o console cirúrgico pode dirigir o operador para carregar o comutador de pé caso a energia armazenada caia abaixo de um nível predeterminado. Um indicador, tal como um LED verde no comutador de pé poderia indicar que o comutador de pé está energizado e pronto para utilização.

O microprocessador ou circuito de controle pode ser um único

dispositivo de processamento ou uma pluralidade de dispositivos de processamento. Um tal dispositivo de processamento pode ser um microprocessador, microcontrolador, processador de sinal digital, microcomputador, unidade de processamento central, sistema de portas de campo programável, dispositivo lógico programável, máquina de estado, circuitos lógicos, circuitos analógicos, circuitos digitais, e/ou qualquer dispositivo que manipule sinais analógicos e/ou digitais, com base em instruções operacionais. A memória acoplada ao microprocessador ou circuito de controle pode ser um dispositivo de memória único ou uma pluralidade de dispositivos de memória. Tal dispositivo de memória pode ser uma memória somente de leitura, memória de acesso randômico, memória volátil, memória não volátil, memória estática, memória dinâmica, memória instantânea, memória cache e/ou qualquer dispositivo que armazene informação digital. Observar que quando o microprocessador ou circuito de controle implementa uma ou mais de suas funções através de uma máquina de estado, circuitos analógicos, circuitos digitais e/ou circuitos lógicos, a memória que armazena as instruções operacionais correspondentes pode estar embutida dentro dos ou externa aos circuitos que compreendem a máquina de estado, circuitos analógicos, circuitos digitais e/ou circuitos lógicos. A memória armazena e o microprocessador ou circuito de controle executa instruções operacionais que correspondem a no mínimo algumas das etapas e/ou funções ilustradas e descritas em associação com a Figura 7.

A capacidade de energizar o comutador de pé com base no movimento do comutador de pé ou no movimento mecânico fornecido pelo operador, elimina a necessidade por baterias, porém, de maneira mais importante, dá o pronto ao operador para recarregar o comutador de pé 10 antes que a energia caia abaixo de um mínimo predeterminado. Isto ajuda a assegurar condições onde comunicações entre o comutador de pé 10 e o console cirúrgico 28 são interrompidas por falhas de energia no comutador de pé 10, que podem resultar em sinais de controle inadequados que tem o potencial de ferir o paciente. Adicionalmente, orientações ou processos podem ser estabelecidos e implementadas pelo microprocessador ou circuito de contro-

le, de tal modo que caso as comunicações sem fio entre o comutador de pé 10 e o console cirúrgico 28 falhem, o equipamento cirúrgico retorna para uma posição ou modo de operação predeterminado para impedir dano potencial a um paciente.

5 Voltando para a Figura 1, o conjunto comutador de pé 10 pode fornecer entradas adicionais de controle proporcional utilizando o conjunto de taça de salto 18 que possibilita um movimento arqueado. Como mostrado nas Figuras do desenho, o conjunto de taça de salto 18 é posicionado na porção traseira do comutador de pé 10 para engatar o salto do operador. O
10 conjunto de taça de salto 18 permite ao operador girar o conjunto de taça de salto 18 através de um trajeto arqueado enquanto o salto do operador permanece efetivamente no mesmo ponto em relação ao conjunto comutador de pé 10. Esta entrada mecânica de posição angular para um potenciômetro 68 produz um sinal elétrico recebido pelo conjunto codificador 22. Este sinal
15 elétrico pode ser um sinal de controle adicional a partir do comutador de pé para o sistema cirúrgico. Este sinal de controle pode ser linear ou não linear.

Para aprimorar ainda mais o controle do operador, um comutador liga/ desliga simples, bem conhecido daqueles versados na técnica, pode ser incluído no conjunto de taça de salto 18 para ativar a saída de sinal a
20 partir do potenciômetro 68. Alternativamente, tais comutadores liga/desliga também poderiam ser utilizados para impedir a ativação inadvertida dos comutadores laterais 20. Tal comutador liga/desliga pode ser um comutador deslizante que se move ao longo de um trajeto linear dentro do conjunto taça de salto 18, como está indicado pela seta marcada A' ilustrada na Figura 1.

25 A Figura 5 ilustra uma outra modalidade de comutador de pé 10 que estender as capacidades. Especificamente, o conjunto detector de movimento 36 que pode ser energizado por um cabo ou bateria interna ou auto-energizado como discutido anteriormente com relação ao gerador de energia interno 34 dentro do comutador de pé 10, pode ser usado por um operador.
30 O conjunto detector de movimento 36 transmite informação de movimento para o comutador de pé cirúrgico 10. O comutador de pé cirúrgico 10 que recebe a informação de movimento pode produzir sinais de controle adicio-

nais com base na informação recebida. O conjunto detector de movimento 36 pode ser amarrado e conectado fisicamente ao comutador de pé 10 ou acoplado sem fio ao comutador de pé 10.

5 O operador pode usar o conjunto detector de movimento 36 em qualquer parte do corpo desejada, tal como um joelho, pé , braço, cintura cabeça, dedos, ombro. Modalidades específicas podem preferir utilizar o conjunto de detecção de movimento 36 no joelho. O conjunto de detecção de movimento 36 transmite informação de posição que pode assumir a forma de informação de posição relativa, com relação ao comutador de pé 10, para o comutador de pé cirúrgico. Esta informação pode então ser passada para um conselho do sistema e pode ser utilizada como comutadores lineares mono, bi ou tridimensionais. Este conjunto de detecção de movimento 36 em combinação com o comutador de pé 10 aprimora a capacidade de controle até quatro dimensões independentes.

15 A localização do conjunto de detecção de movimento 36 pode ser realizada através de diversos métodos distintos. Por exemplo, sensores de aceleração podem ser incorporados dentro do conjunto detector de movimento 36, no qual a aceleração do detector de movimento pode ser integrada com o tempo para fornecer informação de movimento. Um outro exemplo pode utilizar triangulação rádio através de diversos sinais recebidos omitidos dentro do cenário cirúrgico. Isto é um meio passivo de determinar a informação de movimento associada com o conjunto detector de movimento 36. Alternativamente, um emissor de rádio frequência dentro do conjunto detector de movimento 36 pode produzir sinais que são recebidos pelos diversos receptores acoplados a qualquer dentre o comutador de pé cirúrgico 25 10 ou o console cirúrgico 28, no qual o comutador de pé 10 ou console 28 é operável para processar esta informação para produzir ambos, informação de movimento associada com o conjunto detector de movimento 36 e um sinal de controle que resulta do processamento da informação de movimento. 30 to.

A figura 6 fornece um diagrama funcional de uma outra modalidade de um comutador de pé cirúrgico 10. Aqui o comutador de pé cirúrgico

10 inclui um dispositivo de entrada mecânico tal como pedal 16, um conjunto codificador 22 e uma interface sem fio 24. Esta modalidade adiciona dois comutadores que acoplam mecanicamente ao dispositivo de entrada mecânico 16, primeiro comutador 38 e segundo comutador 40. O primeiro comutador 38 ativa um primeiro sinal de controle quando o pedal 16 se orienta depois de um primeiro ponto determinado. Quando o primeiro comutador 38 é ativado, um primeiro sinal de controle é produzido, o qual é operável para inicializar, por exemplo, o laser cirúrgico 42 dentro do sistema cirúrgico 26. Este primeiro comutador 38 pode ser ativado quando o pedal 16 é comprimido inicialmente. O segundo comutador 40 produz um segundo sinal de controle deslocado no tempo do primeiro sinal de controle produzido pela ativação do comutador 38. Por exemplo, o segundo comutador 40 pode ser ativado quando o pedal 16 se aproxima do final de seu movimento angular, isto é, quando o pedal 16 está completamente comprimido. Este segundo sinal de controle pode dirigir o disparo do laser cirúrgico 42.

O tempo de gatilho entre a ativação do comutador 38 e comutador 40 permite que a tensão no laser 42 seja reduzida à medida que o laser cirúrgico 42 não pode ser aquecido para energia. O tempo de gatilho entre a ativação do primeiro comutador 38 e do segundo comutador 40 permite ao laser cirúrgico 42 aquecer "lentamente" antes de disparar. Em uma modalidade, o tempo de gatilho entre a ativação dos dois comutadores 38/40 está entre cerca de 100 milissegundos e 300 milissegundos. O tempo real pode depender da velocidade do pé do operador. Isto permite ao laser 42 ser aquecido lentamente para energia sobre um espaço de cerca de 100 milissegundos até cerca de 300 milissegundos. Isto é particularmente útil quando certos lasers conhecidos daqueles que são versados na técnica não podem ser ligados em menos do que 50 milissegundos. A tensão reduzida associada com o disparo do laser cirúrgico 42 resulta em um desempenho e confiabilidade melhorados do laser cirúrgico 42. Embora o comutador de pé 10 esteja ilustrado neste ambiente como estabelecendo um trajeto de comunicação sem fio entre o comutador de pé 10 e o laser cirúrgico 42, o comutador de pé 10 pode se acoplar fisicamente aos circuitos de controle associa-

dos com a inicialização e disparo do laser 42.

A figura 7 fornece um fluxograma lógico que ilustra um método de controlar equipamento cirúrgico de acordo com modalidades da presente invenção. Este método envolve o reposicionamento de um dispositivo mecânico dentro de um comutador de pé 10 na etapa 700. O comutador de pé 10 pode ser energizado por um gerador de energia interno operável para traduzir movimento do comutador de pé para energia armazenada. Isto permite ao comutador de pé 10 ser auto-energizado e elimina a necessidade de acoplar fisicamente o comutador de pé 10 a um console cirúrgico 28 ou ao suprimento de energia. Adicionalmente, isto pode eliminar os perigos potenciais associados com falhas de energia dentro do comutador de pé 10 durante um procedimento médico. O reposicionamento do pedal dentro do comutador de pé cirúrgico 10 pode servir a duas finalidades. Primeiro, ele pode fornecer energia mecânica que pode ser traduzida e armazenada como energia para operar o comutador de pé. Adicionalmente, sinais de controle podem ser gerados com base no movimento e posicionamento do pedal. Comutadores adicionais ou conjuntos mecânicos dentro do comutador de pé 10 também podem receber entrada mecânica que pode ser traduzida para sinais de controle.

O pedal ou dispositivo mecânico acopla-se a um codificador na etapa 702. Isto permite ao codificador gerar sinais de controle com base no reposicionamento do dispositivo mecânico ou pedal na etapa 704. O comutador de pé 10 acopla-se sem fio ao console cirúrgico na etapa 706. Este acoplamento sem fio facilita a transferência de dados e outras informações entre o comutador de pé 10 e o console cirúrgico 28. Na etapa 708, o sinal de controle do comutador de pé 10 é passado sem fio para o console cirúrgico 28. O console cirúrgico 28 na etapa 710 é operável para dirigir equipamento cirúrgico acoplado ao console 28 com base nos sinais de controle recebidos.

Nas modalidades onde o comutador de pé 10 tem um gerador de energia interno 34, o gerador de energia interno 34 traduz movimento do comutador de pé 10 para energia armazenada utilizando processos tais co-

mo um gerador de energia indutivo, gerador de energia piezelétrico, ou outros processos similares conhecidos daqueles versados na técnica. Isto pode eliminar perigos potenciais associados com falhas de energia dentro do comutador de pé, que podem resultar em sinais de controle inesperados que produzem situações potencialmente perigosas durante a cirurgia, o que poderia colocar em perigo um paciente. Um acoplamento sem fio entre o comutador de pé 10 e o console cirúrgico 28 pode ser monitorado, no qual uma falha de comunicação pode resultar em um processador ou um circuito de controle dentro do console cirúrgico 28 direcionando o equipamento cirúrgico para uma condição segura para evitar dano potencial a um paciente.

Em resumo, a presente invenção fornece um comutador de pé 10 cirúrgico que inclui uma base, um pedal 16, um conjunto codificador 22, uma interface sem fio 24, e um gerador de energia interno 34. O pedal 16 monta sobre a base e pivota. O conjunto codificador 22 acopla-se ao pedal 16. Quando o pedal 16 pivota, o conjunto codificador 22 traduz o sinal mecânico do pedal 16 para um sinal de controle com base na posição e/ou orientação do pedal. A interface sem fio 24 acopla o conjunto codificador 22 para receber o sinal de controle. A interface sem fio 24 também acopla o comutador de pé cirúrgico 10 com um console cirúrgico 28, operável para controlar e dirigir equipamento cirúrgico 32. A interface sem fio 24 passa o sinal de controle do codificador 22 para o console cirúrgico 28, o qual então dirige o equipamento cirúrgico 32 com base no sinal de controle. Esta interface sem fio 24 elimina o emaranhamento de fios e amarras, comum no estado da técnica, o que pode ser um perigo no cenário cirúrgico. O gerador de energia interno 34 traduz movimento do comutador de pé 10 para energia armazenada, para eliminar falhas potenciais do comutador de pé durante um procedimento, e supera a necessidade de substituir baterias dentro do comutador de pé 10.

Outras modalidades podem estender a capacidade de comutadores de pé cirúrgicos 10 com conjunto detector de movimento 36 que pode ser usado por um usuário. O conjunto detector de movimento 36 pode transmitir informação de movimento para o comutador de pé cirúrgico 10. O con-

junto codificador 22 pode então gerar sinais de controle adicionais com base na informação de movimento recebida.

Finalmente, outras modalidades fornecem um comutador de pé cirúrgico de dois comutadores 10, operável para aquecer e disparar um laser cirúrgico 42. O primeiro comutador 38 acopla-se ao pedal 16 e é ativado quando o pedal 16 se orienta depois do primeiro ponto predeterminado quando o pedal 16 é inicialmente comprimido. Quando o primeiro comutador 38 é ativado, um primeiro sinal de controle 38 inicializa o laser cirúrgico 42 dentro do sistema cirúrgico 26. Um segundo comutador 40 também acopla operacionalmente ao pedal 16 e é ativado quando o pedal 16 se orienta depois de um segundo ponto predeterminado. Este segundo sinal de controle dirige o disparo do laser cirúrgico aquecido 42. O tempo de gatilho entre a ativação do primeiro comutador 38 e o segundo comutador 40 permite que tensão no laser cirúrgico 42 seja aliviada, permitindo ao laser cirúrgico 42 ser aquecido para energia.

Como alguém versado na técnica irá apreciar, os termos "substancialmente ou aproximadamente" como podem ser utilizados aqui fornecem uma tolerância aceita na indústria para seu termo correspondente. Tal tolerância aceita pela indústria se situa desde menos do que um por cento até vinte por cento e corresponde a, porém não está limitado a, valores de componentes, variações de processo de circuito integrado, variações de temperatura, tempos de subida e queda, e/ou ruído térmico. Como alguém versado médio na técnica irá apreciar também, o termo "acoplado operacionalmente com", como pode ser utilizado aqui, inclui acoplamento direto e indireto através de um outro componente, elemento, circuito ou módulo onde, para acoplamento indireto, o componente de interveniente, elemento, circuito ou módulo não modifica a informação de um sinal, porém pode ajustar seu nível corrente, nível de voltagem e/ou nível de energia. Como alguém versado na técnica também irá apreciar, acoplamento inferido, isto é, onde um elemento é acoplado a um outro elemento por inferência, inclui o acoplamento direto e indireto entre dois elementos, da mesma maneira que acoplado operacionalmente.

Como alguém versado na técnica ainda irá apreciar, a expressão "se compara favoravelmente", como pode ser utilizado aqui, indica que uma comparação entre dois ou mais elementos, itens, sinais, etc., fornecem uma relação desejada. Por exemplo, quando a relação desejada é que o sinal 1
5 tenha uma magnitude maior do que o sinal 2, uma comparação favorável pode ser conseguida quando a magnitude do sinal é maior do que aquela do sinal 2 ou quando a magnitude do sinal 2 é menor do que aquela do sinal 1.

Embora a presente invenção seja descrita em detalhe, deveria ser entendido que diversas mudanças, substituições e alterações podem ser
10 feitas a ela sem se afastar do espírito e escopo da invenção como descritas pelas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Comutador de pé cirúrgico, que compreende:

uma base;

um pedal montado à base;

5 um conjunto codificador acoplado ao pedal, em que o conjunto codificador é operável para produzir um sinal de controle com base em uma posição e/ou orientação do pedal; e

uma interface sem fio acoplada em comunicação ao conjunto codificador, em que a interface sem fio é operável para acoplar em comunicação o comutador de pé cirúrgico com um console cirúrgico, e em que o console cirúrgico é operável para receber o sinal de controle e para controlar um equipamento cirúrgico com base no sinal de controle,

10 **caracterizado** pelo fato de que o console cirúrgico dirige o equipamento cirúrgico para um estado predeterminado quando comunicações sem fio entre o comutador de pé cirúrgico e o console cirúrgico são interrompidas.

2. Comutador de pé cirúrgico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que ainda compreende um gerador de energia interno operável para traduzir movimento do comutador de pé para energia armazenada e em que o gerador de energia interno é operável para energizar o comutador de pé cirúrgico.

3. Comutador de pé cirúrgico, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o gerador de energia interno compreende um gerador de energia indutivo.

25 4. Comutador de pé cirúrgico, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o gerador de energia interno compreende um gerador de energia piezométrico.

5. Comutador de pé cirúrgico, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a energia armazenada é armazenada dentro de um dispositivo selecionado dentre o grupo que consiste de um capacitor, uma bateria recarregável, um volante e um reservatório de fluido comprimido.

30

6. Comutador de pé cirúrgico, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que ainda compreende um indicador de pronto, em que o indicador de pronto fornece uma indicação de pronto quando a energia armazenada excede um nível predeterminado.

5 7. Comutador de pé cirúrgico, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o console cirúrgico apenas aceita o sinal de controle quando a energia armazenada excede um nível predeterminado.

 8. Comutador de pé cirúrgico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que ainda compreende um conjunto detector de movimento operável para ser usado por um usuário para transmitir informação de movimento para o comutador de pé cirúrgico, em que o conjunto codificador é operável para produzir um sinal de controle adicional com base na informação de movimento recebida.

 9. Comutador de pé cirúrgico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que ainda compreende um conjunto detector de movimento operável para ser usado por um usuário para transmitir informação de movimento para o console cirúrgico através do comutador de pé cirúrgico, em que o console cirúrgico é operável para produzir um sinal de controle adicional com base na informação de movimento recebida.

20 10. Comutador de pé cirúrgico de dois comutadores, operável para disparar um laser que compreende:

 uma base;

 um pedal montado à base, em que o pedal é operável para pivotar ao redor de um plano associado com a base;

25 um conjunto codificador acoplado ao pedal, o conjunto codificador operável para produzir um sinal de controle com base em uma posição e/ou orientação do pedal;

 um primeiro comutador acoplado operacionalmente ao pedal, em que o primeiro comutador ativa um primeiro sinal de controle quando o pedal se orienta depois de um primeiro ponto predeterminado;

30 um segundo comutador acoplado operacionalmente ao pedal, em que o segundo comutador ativa um segundo sinal de controle quando o

pedal se orienta depois de um segundo ponto predeterminado;

uma interface acoplada em comunicação ao conjunto codificador, em que a interface é operável para acoplar em comunicação o comutador de pé cirúrgico a um console cirúrgico, e em que o console cirúrgico é operável para controlar equipamento cirúrgico com base nos sinais de controle,

caracterizado pelo fato de que:

o primeiro sinal de controle é operável para inicializar o laser,

o segundo sinal de controle é operável para disparar o laser, e

o segundo sinal de controle é deslocado no tempo a partir do primeiro sinal de controle por um tempo de gatilho suficiente para aquecer o laser antes de disparar.

11. Comutador de pé cirúrgico, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a interface compreende uma interface sem fio.

12. Comutador de pé cirúrgico, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que um tempo de gatilho entre a ativação do primeiro comutador e segundo comutador está entre 100 milissegundos e 300 milissegundos.

13. Comutador de pé cirúrgico, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o tempo de gatilho alivia tensão no laser.

14. Comutador de pé cirúrgico, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o tempo de gatilho permite ao laser ser aquecido para energia.

15. Método de controlar equipamento cirúrgico que compreende: reposicionar um pedal dentro de um comutador de pé cirúrgico; acoplar o pedal a um codificador, em que o codificador é operável para gerar um sinal de controle com base no reposicionamento do pedal; acoplar sem fio um comutador de pé cirúrgico a um console cirúrgico;

fornecer sinais de controle sem fio para o console cirúrgico; e direcionar o equipamento cirúrgico com o console cirúrgico e

com base no sinal de controle,

caracterizado pelo fato de que compreende ainda direcionar o equipamento cirúrgico para um estado predeterminado quando comunicações sem fio entre o comutador de pé cirúrgico e o console cirúrgico são interrompidas.

16. Método de disparar um laser cirúrgico com um comutador de pé cirúrgico de dois comutadores **caracterizado** pelo fato de que compreende:

pivotar um pedal ao redor de um plano associado com uma base do comutador de pé cirúrgico;

ativar um primeiro comutador para gerar um primeiro sinal de controle quando o pedal se orienta depois de um primeiro ponto predeterminado;

inicializar o laser cirúrgico quando o primeiro comutador é ativado;

ativar um segundo comutador para gerar um segundo sinal de controle quando o pedal se orienta depois de um segundo ponto predeterminado; e

disparar o laser cirúrgico quando o segundo comutador é ativado.

17. Método, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que ainda compreende:

acoplar o pedal a um codificador, em que o codificador é operável para gerar um terceiro sinal de controle com base no reposicionamento do pedal;

acoplar um comutador de pé cirúrgico a um console cirúrgico; fornecer sinais de controle sem fio para o console cirúrgico; e dirigir o equipamento cirúrgico com o console cirúrgico e com base nos sinais de controle.

18. Método, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que um tempo de gatilho entre a ativação do primeiro comutador e segundo comutador está entre 100 milissegundos e 300 milissegundos.

19. Método, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que inicializar o laser cirúrgico compreende aquecer o laser para energia.

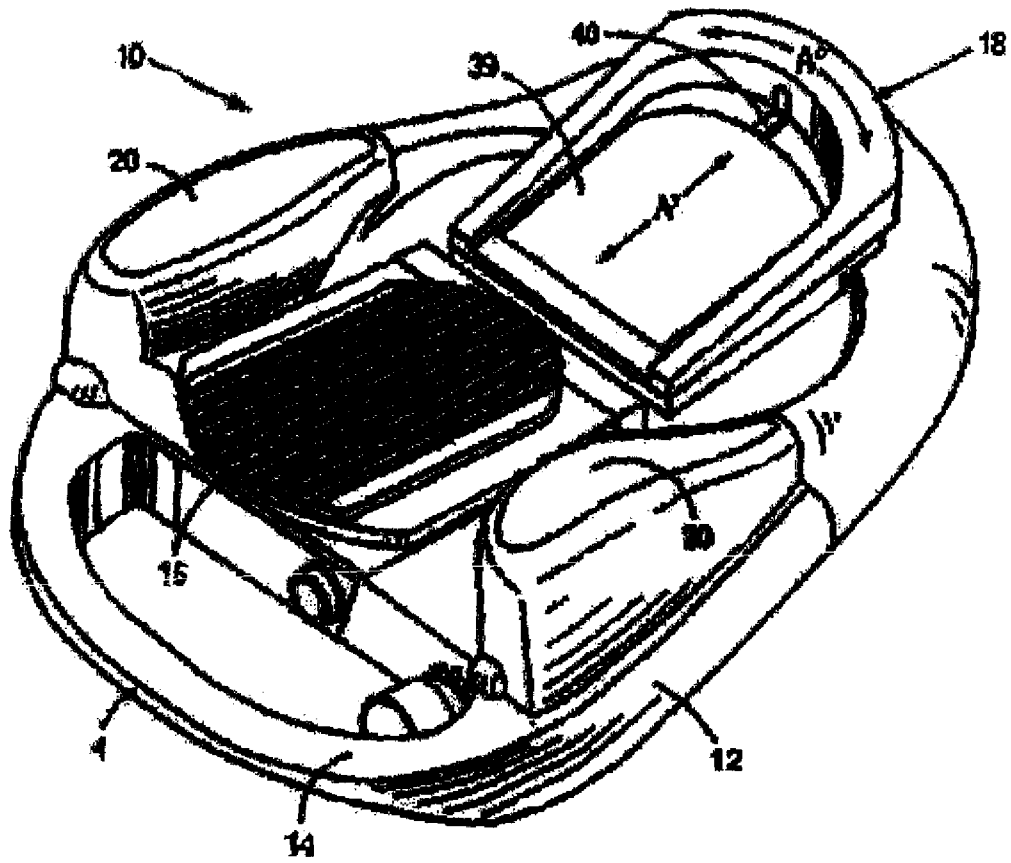


FIG. 1

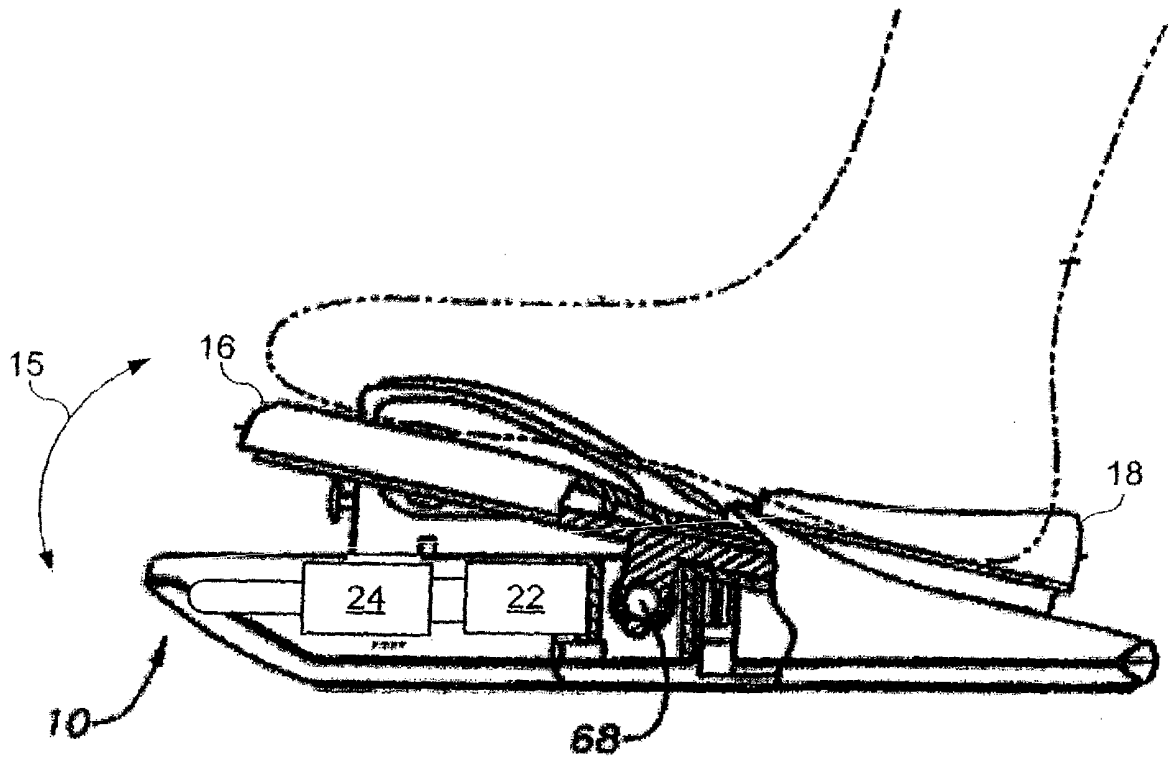


FIG. 2

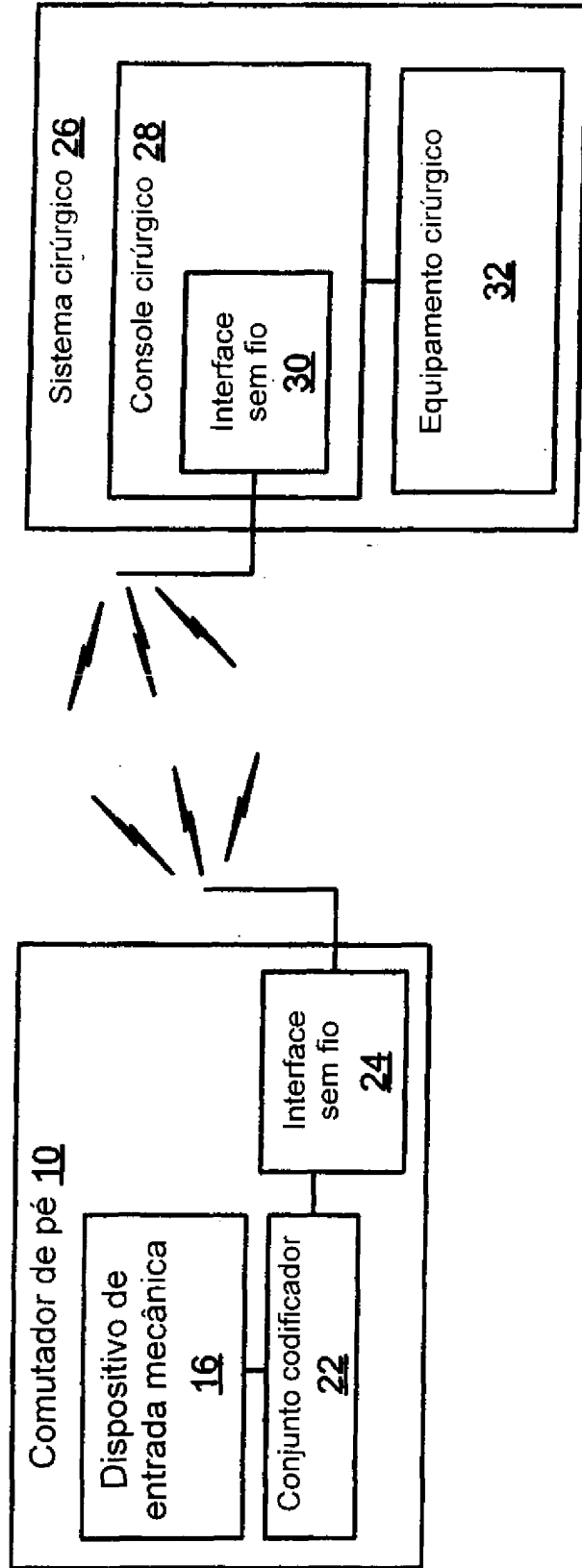


FIG. 3

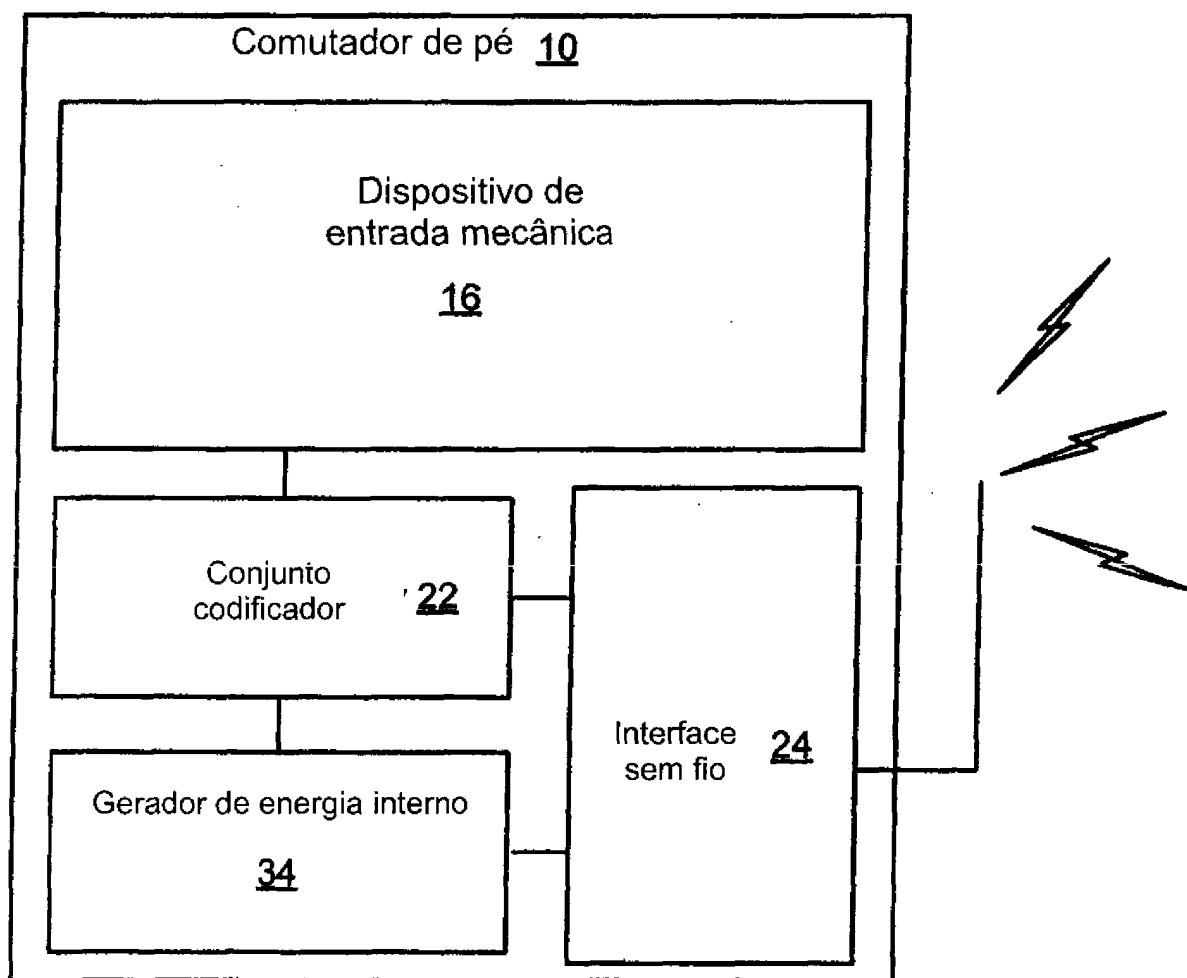


FIG. 4

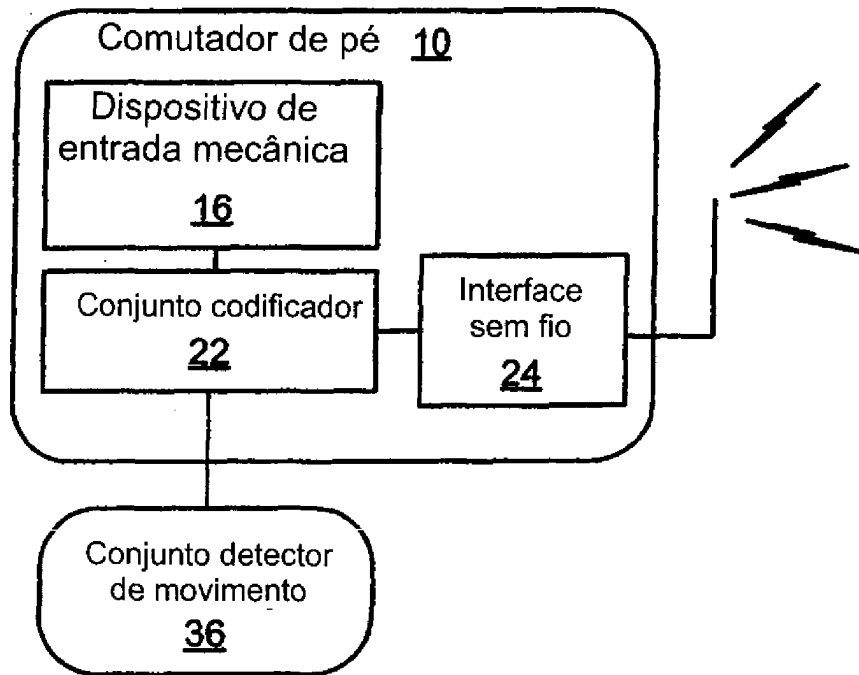


FIG. 5

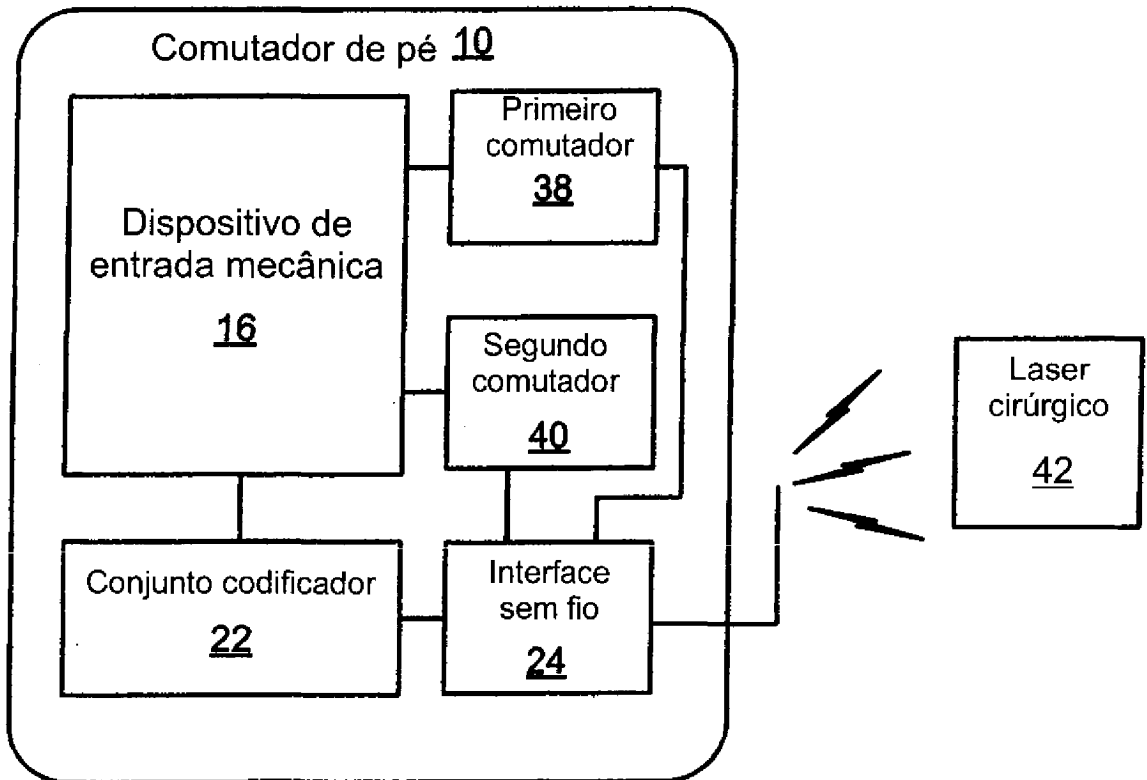
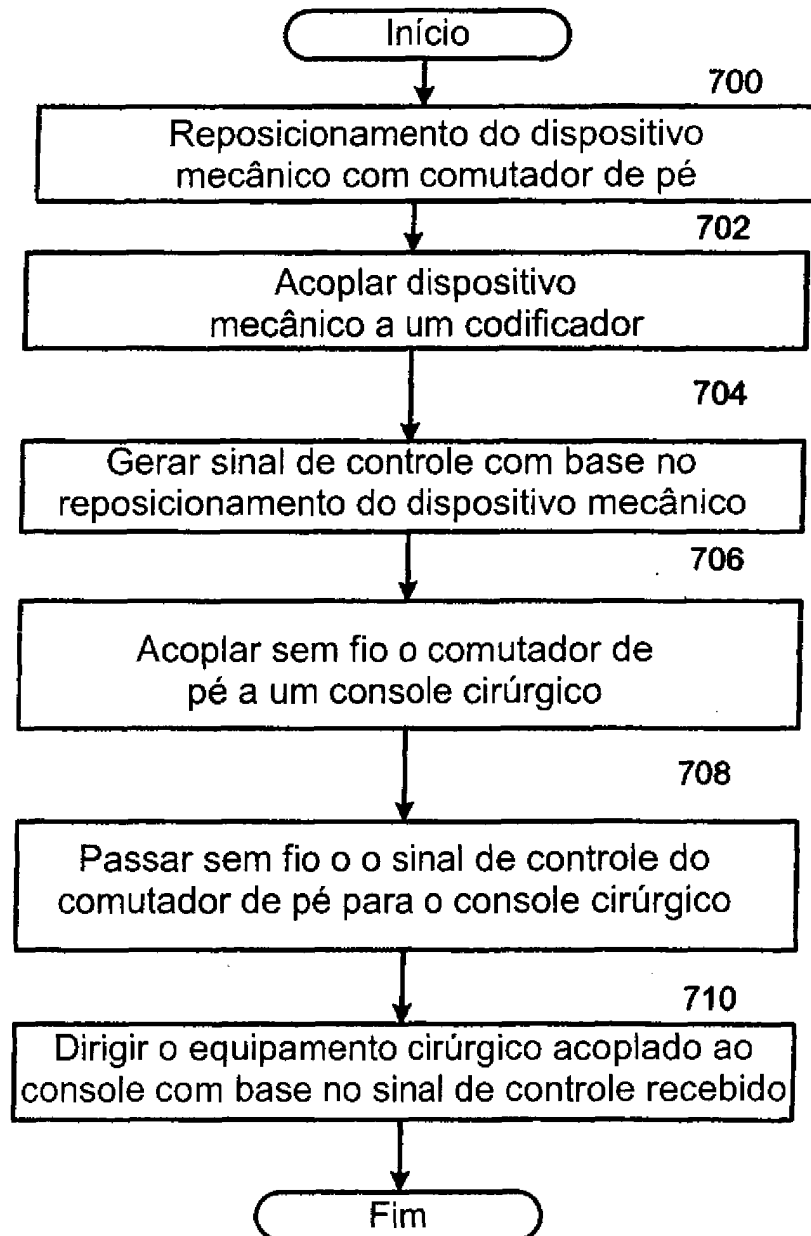


FIG. 6

**FIG. 7**