



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

(21) BR 102019000347-2 A2



(22) Data do Depósito: 08/01/2019

(43) Data da Publicação Nacional: 28/07/2020

(54) **Título:** PRÓTESE ELETRÔNICA PARA MEMBROS SUPERIORES E MÉTODO DE CONTROLE EM PRÓTESE ELETRÔNICA

(51) **Int. Cl.:** A61B 5/0488; A61F 2/54; A61F 2/72; A61F 2/58.

(52) **CPC:** A61B 5/0488; A61F 2/54; A61F 2/72; A61F 2002/543; A61F 2/586.

(71) **Depositante(es):** UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

(72) **Inventor(es):** PAUL RICHARD MAYER; FABIO PINTO DA SILVA.

(57) **Resumo:** PRÓTESE ELETRÔNICA PARA MEMBROS SUPERIORES E MÉTODO DE CONTROLE EM PRÓTESE ELETRÔNICA. A presente invenção descreve um método de controle em prótese eletrônica e uma prótese eletrônica para membros superiores compreendendo uma mão protética e um sensor de eletromiografia. Especificamente, a presente invenção compreende um sensor de eletromiografia para detecção de sinal elétrico gerado pela atividade muscular, um processador, ao menos três servomotores e dedos artificiais comandados eletronicamente. A presente invenção se situa nos campos da engenharia elétrica, robótica, próteses, mecanismos conectáveis ao corpo, ortopedia e aparelhos ortopédicos.



Relatório Descritivo de Patente de Invenção

PRÓTESE ELETRÔNICA PARA MEMBROS SUPERIORES E MÉTODO DE CONTROLE EM PRÓTESE ELETRÔNICA

Campo da Invenção

[0001] A presente invenção descreve um método de controle em prótese eletrônica para movimentação de dedos artificiais compreendidos na referida prótese eletrônica e uma prótese eletrônica para membros superiores compreendendo uma mão protética e uma prótese de antebraço. Especificamente, a presente invenção compreende um sensor de eletromiografia para detecção de sinal elétrico gerado pela atividade muscular, um processador, ao menos três servomotores e dedos artificiais comandados eletronicamente. A presente invenção se situa nos campos da engenharia elétrica, robótica, próteses, mecanismos conectáveis ao corpo, ortopedia e aparelhos ortopédicos.

Antecedentes da Invenção

[0002] A reabilitação de movimentos básicos para amputados auxilia os mesmos com inúmeras tarefas do dia a dia e possibilita uma maior autonomia e independência dos usuários de próteses funcionais. Porém, o alto custo das próteses torna sua utilização pouco viável para grande parte da população. Há uma necessidade no estado da técnica de próteses de baixo custo e com aspecto de uma mão humana de forma a impactar na vida de possíveis usuários de baixa renda.

[0003] Na busca pelo estado da técnica em literaturas científica e patentária, foram encontrados os seguintes documentos que tratam sobre o tema:

[0004] O documento US20160331562 revela um soquete ajustável para amputação transradial distal e proximal, com uma pluralidade de suportes conectados a região distal da amputação e distribuídos circunferencialmente em torno do eixo do soquete. A fixação se caracteriza pela configuração dos

suportes sendo expandida para fora do eixo conforme o formato do membro residual do usuário, e então fixadas por tiras externas dispostas para apertar e afrouxar o encaixe do sistema numa ou mais áreas do membro residual.

[0005] Entretanto, o soquete ajustável não compreende um suporte da prótese, na qual a fixação do tecido ao pulso alcança uma região acima do cotovelo do paciente, oferecendo três pontos de contato fixando as abas da prótese ao membro residual. Além disso, não possui uma acomodação para coto de usuário que se expande ou se retrai conforme a deformação do membro residual, conseqüentemente, o soquete não promove uma função ergonômica e aparência estética humana.

[0006] O documento US20060224249 revela uma mão artificial na qual é composta por uma armação principal que simula a palma da mão. São quatro dedos, com três articulações cada, presos individualmente à armação principal. Um polegar ligado à referida estrutura, também com três articulações, uma das quais representa a articulação metacarpo-carpal que permite que o polegar gire em oposição aos quatro dedos. A patente apresenta dois sistemas de acionamento que se estendem para os dedos, realizando o movimento de rotação das articulações. O primeiro sistema é para acionar os quatro dedos, o segundo sistema é para acionar o polegar de tal modo que os dedos e o polegar possam ser operados separadamente, mas simultaneamente. Os meios para fornecer energia operacional para os sistemas estão dispostos fora da mão; um dispositivo resiliente na forma de uma luva é utilizado para retornar os dedos a posição de repouso. A ativação dos dedos compreende um cabo de flexão, a primeira ponta é fixada na extremidade distal passando por todas as articulações até a armação da mão, já a segunda extremidade do cabo é conectada à fonte de energia. A ativação desses cabos pode ser realizada pelo corpo do usuário, ou por dois motores elétricos, supridos por uma bateria, localizados fora da mão.

[0007] O documento em questão possui apenas dois acionamentos, um para o polegar e outro para os quatro dedos, carecendo, portanto, de um acionamento para o polegar, um para o indicador e um terceiro para os três

dedos. Também, não possui um sistema que simula o acionamento dos dedos de maneira natural, fazendo parecer que cada um possui um acionamento individual. Além disso, a mão artificial não possui os motores elétricos e cabos dentro da região da mão protética.

[0008] O documento WO2007103957 revela uma mão protética na qual utiliza uma fonte de ar pressurizado como fonte de energia para mover os dígitos. Um número de músculos de ar é acoplado na região na qual ficaria o antebraço, sendo ligadas por um fio que percorre um sistema de canais até os dedos da mão em que serão fixados. A mão é composta por cinco dígitos cada um deles conectado a um musculo de ar. Quando o músculo é despressurizado a corda retorna e com o auxílio de um sistema de molas os dígitos retornam à posição original. O sistema de acionamento se encontra fora da palma protética e o tipo de acionamento utiliza pressão de ar ao invés de motores elétricos.

[0009] Assim, do que se depreende da literatura pesquisada, não foram encontrados documentos antecipando ou sugerindo os ensinamentos da presente invenção, de forma que a solução aqui proposta possui novidade e atividade inventiva frente ao estado da técnica.

Sumário da Invenção

[0010] Dessa forma, a presente invenção resolve os problemas do estado da técnica a partir de um método de controle em prótese eletrônica para movimentação de dedos artificiais compreendidos na referida prótese eletrônica e uma prótese eletrônica para membros superiores compreendendo uma mão protética e uma prótese de antebraço, onde um sensor de eletromiografia detecta sinal elétrico gerado pela atividade muscular, um processador (2) recebe estes sinais e controla eletronicamente ao menos três servomotores (3) e conseqüentemente os dedos artificiais (7) conectados aos servomotores (3). A prótese eletrônica para membros superiores permite de maneira simples e com baixo custo uma movimentação natural dos dedos artificiais (7).

[0011] Em um primeiro objeto, a presente invenção apresenta uma

prótese eletrônica para membros superiores compreendido por:

- a. ao menos um sensor de eletromiografia;
- b. uma mão protética compreendendo:
 - i. dedos artificiais (7);
 - ii. uma acomodação para os dedos artificiais (7);
 - iii. ao menos três servomotores (3) conectados aos dedos artificiais (7), em que os servomotores (3) são comunicantes ao processador (2) e são associados individualmente a grupos específicos de dedos artificiais (7);
 - iv. ao menos um processador (2) comunicante a ao menos um sensor de eletromiografia.

[0012] Em um segundo objeto, a presente invenção apresenta um método de controle em prótese eletrônica para movimentação de dedos artificiais compreendidos na referida prótese eletrônica compreendido pelas etapas de:

- a. comando de ao menos um servomotor (3) executado por ao menos um processador (2);
- b. movimentação de dedos artificiais (7) por meio de ao menos um servomotor (3), em que a movimentação de dedos artificiais (7) compreende:
 - i. movimentação de dedos mínimo, anelar e médio compreendendo rotação em três eixos de rotação (71) em cada dedo, em que tais dedos estão conectados a um sistema de acionamento (4) de três dedos que impede a flexão do dedo artificial (7) que encontrar um bloqueio durante sua movimentação;
 - ii. movimentação de dedo indicador compreendendo rotação em três eixos de rotação (71);
 - iii. movimentação de dedo polegar compreendendo rotação em dois eixos de rotação (71).

[0013] Estes e outros objetos da invenção serão imediatamente

valorizados pelos versados na arte e serão descritos detalhadamente a seguir.

Breve Descrição das Figuras

[0014] Com o intuito de melhor definir e esclarecer o conteúdo do presente pedido de patente, as seguintes figuras são apresentadas:

[0015] A figura 1 mostra uma concretização da prótese eletrônica para membros superiores.

[0016] A figura 2 mostra uma visão explodida da concretização da prótese eletrônica para membros superiores mostrada na figura 1.

[0017] As figuras 3 a 5 mostram diferentes vistas de uma concretização da prótese eletrônica para membros superiores.

[0018] A figura 6 mostra uma concretização dos grupos específicos de dedos artificiais (7).

[0019] As figuras 7 a 8 mostram vistas de uma concretização de um dedo artificial (7).

[0020] A figura 9 mostra uma concretização da utilização da prótese eletrônica para membros superiores, onde os dedos, indicador e polegar, realizam um movimento de pega fino.

[0021] A figura 10 mostra uma concretização da proteção superior (1) da acomodação para os dedos artificiais (7).

[0022] A figura 11 mostra uma concretização da proteção inferior (5) da acomodação para os dedos artificiais (7) compreendendo torres de fixação (6).

[0023] A figura 12 mostra uma concretização da proteção inferior (5) da acomodação para os dedos artificiais (7) compreendendo torres de fixação (6), sistema de acionamento (4) de três dedos e um suporte para processador (2).

[0024] A figura 13 mostra uma concretização das torres de fixação (6).

[0025] A figura 14 mostra uma concretização do sistema de acionamento (4) de três dedos.

[0026] As figuras 15 a 17 mostram uma concretização do funcionamento do sistema de acionamento (4) de três dedos, em que, a figura 15 demonstra o

sistema de acionamento (4) de três dedos em repouso, a figura 16 demonstra uma concretização da utilização da prótese eletrônica para membros superiores, em que a mesma está segurando um copo e a figura 17 o funcionamento do sistema de acionamento (4) de três dedos nesta situação.

[0027] A figura 18 mostra uma concretização do meio de fixação (8) entre a prótese de antebraço e a mão protética.

[0028] A figura 19 mostra uma concretização da prótese de antebraço.

[0029] A figura 20 mostra uma concretização da prótese de antebraço posicionada no coto do usuário.

Descrição Detalhada da Invenção

[0030] As descrições que se seguem são apresentadas a título de exemplo e não limitativas ao escopo da invenção e farão compreender de forma mais clara o objeto do presente pedido da patente.

[0031] Em um primeiro objeto, a presente invenção apresenta uma prótese eletrônica para membros superiores compreendido por:

- a. ao menos um sensor de eletromiografia;
- b. uma mão protética compreendendo:
- c. ao menos um sensor de eletromiografia;
- d. uma mão protética compreendendo:
 - i. dedos artificiais (7);
 - ii. uma acomodação para os dedos artificiais (7);
 - iii. ao menos três servomotores (3) conectados aos dedos artificiais (7), em que os servomotores (3) são comunicantes ao processador (2) e são associados individualmente a grupos específicos de dedos artificiais (7);
 - iv. ao menos um processador (2) comunicante a ao menos um sensor de eletromiografia.

[0032] A prótese eletrônica para membros superiores permite uma recapacitação do usuário a realizar atividades e movimentos básicos do membro

amputado, onde a prótese compreende a capacidade de detectar as atividades musculares e transformar os sinais detectados em movimentação mecânica do membro artificial.

[0033] O sinal de eletromiografia (EMG) é um sinal biomédico que mede as correntes elétricas geradas nos músculos durante sua contração. O sistema nervoso controla toda atividade muscular de contração e relaxamento.

[0034] A detecção da prótese é executada por um sensor de eletromiografia, onde tal sensor compreende ao menos um eletrodo específico para a detecção de potencial elétrico de uma musculatura ao longo do tempo além do sensor EMG estar disposto de acordo com o nível de amputação do usuário por debaixo do tecido. Em uma concretização, o(s) eletrodo(s) é(são) posicionado(s) na superfície da região de interesse, onde se deseja detectar a atividade muscular, alcançando uma localização de superfície boa e estável no qual possibilite a obtenção do sinal EMG com eficiência. Em uma concretização, o(s) eletrodo(s) é(são) posicionado(s) de maneira intramuscular.

[0035] O sensor EMG envia os sinais detectados a um processador (2) que processa esses sinais e gera comando aos servomotores (3) para a movimentação dos dedos artificiais (7). O processador (2) é qualquer dispositivo com a capacidade de receber os sinais provindos do sensor EMG, processa-los de forma a gerar comandos elétricos a ao menos três servomotores (3). Em uma concretização o processador (2) é um microcontrolador (2) disposto em um circuito integrado.

[0036] Os servos motores (3) permitem a movimentação de flexão dos dedos artificiais (7) aos quais estão conectados, em que cada servo motor está conectado a um grupo específico. Em uma concretização, os grupos específicos estão separados de forma que um primeiro grupo primário (74) é definido pelos dedos médio, anelar e mínimo, um grupo secundário (75) é definido pelo dedo indicador, um grupo terciário (76) é definido pelo dedo polegar, conforme é demonstrado na figura 6. Em uma concretização, a prótese eletrônica compreende três servomotores (3), em que os servos motores (3) estão

conectados de forma que um primeiro servomotor (3) está conectado ao primário, um segundo servomotor (3) está conectado ao grupo secundário e um terceiro servomotor (3) está conectado ao grupo terciário de forma que o acionamento de um servomotor (3) não influencie nos outros dois existentes. Em outra concretização, a prótese eletrônica compreende cinco servomotores (3) de forma que cada servomotor (3) está conectado a um dedo artificial (7) diferente.

[0037] Os dedos artificiais (7) realizam os movimentos ordenados pelos servomotores (3), por meio de tendões artificiais localizados internamente na mão protética. Os tendões artificiais passam por dentro dos dedos e servem como guias de movimento. O tendão artificial dá uma volta na ponta do dedo criando um ponto de fixação (72). Então, é a partir desse ponto que se inicia o movimento. O tendão artificial percorre cada parte dos dedos. Quando os servomotores (3) puxam os tendões artificiais, forças rotacionais são aplicadas nos eixos de rotação (71), realizando o movimento de fechar. Em uma concretização, Quando o servomotor (3) retorna à posição inicial, para auxiliar o retorno dos dedos são dispostas três molas de torção pequenas, localizadas em cada junta de cada dedo. Esta mola é apontada como necessária para o retorno rápido e firme na mão.

[0038] Em uma concretização, todos os dedos artificiais (7), com exceção do dedo polegar, são constituídos de três partes, conectadas em três eixos de rotação (71) por elementos de fixação, por exemplo, pinos de aço. Em cada parte, há um vinco nos eixos de rotação (71) para possibilitar o movimento de rotação, conforme demonstrado na figura 7. A fenda habilita que cada parte do dedo artificial (7) gire no máximo 90 graus até parar batendo na parte seguinte, no entanto a fenda da primeira parte possui uma abertura maior para facilitar a fixação do tendão artificial.

[0039] Em uma concretização, O polegar tem dois eixos de rotação (71). O primeiro eixo para abrir o polegar em direção oposta ao dedo indicador. O segundo eixo para realizar o movimento de pega fino. Seu sistema de eixos possui o mesmo princípio que o sistema dos dedos.

[0040] Em uma concretização, para tornar mais natural a movimentação do grupo primário de dedos artificiais (74) conectados ao mesmo servomotor (3), sendo os dedos médio, anelar e mínimo, foi desenvolvido um sistema que possibilitasse o movimento de flexão natural dos dedos. O sistema de acionamento (4) de três dedos compreende três fios indo para um mesmo ponto e fazendo com que os dedos parem sua flexão no momento em que um deles encontra um bloqueio, enquanto os outros dedos continuam a flexionar, conseqüentemente, os dedos copiam a forma que está sendo agarrada. Em uma concretização, o sistema compreende dois elementos de bloqueio de movimento (pp1 e pp2) compreendendo impedimento de flexão do dedo artificial (7) ao qual está conectado ao detectar uma força contrária ao movimento do dedo artificial (7) e dividindo o acionamento entre os três dedos. Em outra concretização, o sistema compreende ao menos um elemento de bloqueio de movimento (pp1) para o impedimento da flexão do grupo primário de dedos artificiais (74), quando necessário.

[0041] A acomodação para os dedos artificiais (7) envolve os outros componentes da mão protética, dando proteção e servindo como base de apoio para tais componentes. Em uma concretização, a acomodação para os dedos artificiais (7) compreende uma proteção superior (1) e inferior em que cada proteção compreende ao menos uma aba de fixação (13).

[0042] Em uma concretização, a acomodação para os dedos artificiais (7) compreende o sistema de acionamento (4) de três dedos em seu interior, em que tal sistema está posicionado na proteção superior (1). Em uma concretização, a acomodação para os dedos artificiais (7) compreende o sistema de acionamento (4) de três dedos em seu interior, em que tal sistema está posicionado na proteção inferior (5).

[0043] Em uma concretização, acomodação para os dedos artificiais (7) compreende torres de fixação (6), onde as torres de fixação (6) estabilizam e conectam os dedos artificiais (7) na acomodação para os dedos artificias. Em uma concretização, as torres de fixação (6) estão posicionadas na proteção

superior (1). Em outra concretização, as torres de fixação (6) estão posicionadas na proteção inferior (5).

[0044] Em uma concretização, a prótese eletrônica para membros superiores compreende adicionalmente uma prótese de antebraço, em que a prótese de antebraço e a mão protética estão conectadas por um meio de fixação (8), de forma a se fixar ao coto do usuário. Em uma concretização, o sensor de eletromiografia se encontra no interior da prótese de antebraço.

[0045] A prótese de antebraço se adapta ao coto do usuário e se fixa ao mesmo em ao menos duas regiões, sendo estas regiões o antebraço e o braço do usuário, além de se conectar com a mão protética por um meio de fixação (8). Em uma concretização a prótese de antebraço compreende acomodação para coto de usuário compreendendo ao menos uma aba superior (9) e ao menos uma aba inferior.

[0046] Em uma concretização, a acomodação para coto de usuário está disposta de maneira que as abas, superior (9) e inferior, tem como propósito copiar a forma do coto do usuário, pois muitas vezes a amputação pode deixar deformações. Dessa maneira, então, é possível obter um encaixe genérico para todos os tipos de amputações e tamanhos de braços. Em uma concretização, a(s) aba(s) inferior(es) possui(em) uma geometria de modo a alocar uma bateria (17) de alimentação para a prótese eletrônica para membros superiores.

[0047] Em uma concretização, a prótese de antebraço compreende adicionalmente fixação ao antebraço de usuário e/ou fixação ao braço do usuário. Em uma concretização, a fixação ao antebraço (10) do usuário compreende um meio de ajustar a prótese de antebraço ao coto do usuário, por exemplo, uma fita elástica (10) que passa em vãos criados nas abas da prótese do antebraço. Em uma concretização, a fixação ao braço (12) do usuário compreende um meio de fixação no braço do usuário, garantindo estabilidade e firmeza durante a utilização da prótese, por exemplo, uma fita de Velcro® (12) ajustável.

[0048] O meio de fixação (8) entre a prótese de antebraço e a mão

protética realiza a conexão entre os mesmos além de fornecer à prótese eletrônica um aspecto menos mecânico da prótese. Em uma concretização, o meio de fixação (8) compreende um furo passante em sua constituição escondendo fios e parafusos, além de compreender duas abas de fixação, em que, uma primeira aba de fixação (13) está conectada à mão protética e uma segunda aba de fixação (13) está conectada à prótese de antebraço.

[0049] Em uma concretização, os elementos mecânicos da presente invenção compreendem fabricação por meio de impressora 3D. Em uma concretização, a prótese eletrônica para membros superiores é utilizada por qualquer ser capaz de gerar impulsos elétricos por meio de atividades musculares.

[0050] Em um segundo objeto, a presente invenção apresenta um método de controle em prótese eletrônica para movimentação de dedos artificiais compreendidos na referida prótese eletrônica compreendido pelas etapas de:

- a. comando de ao menos um servomotor (3) executado pelo processador (2);
- b. movimentação de dedos artificiais (7) por meio de ao menos um servomotor (3), em que a movimentação de dedos artificiais (7) compreende:
 - i. movimentação de dedos mínimo, anelar e médio compreendendo rotação em três eixos de rotação (71) em cada dedo, em que tais dedos estão conectados a um sistema de acionamento (4) de três dedos que impede a flexão do dedo artificial (7) que encontrar um bloqueio durante sua movimentação;
 - ii. movimentação de dedo indicador compreendendo rotação em três eixos de rotação (71);
 - iii. movimentação de dedo polegar compreendendo rotação em dois eixos de rotação (71).

[0051] Em uma concretização, a etapa de comando de ao menos um

servomotor (3) compreende uma etapa de detecção de sinais de eletromiografia da região de coto de usuário por meio de ao menos um sensor de eletromiografia.

[0052] Na etapa de detecção de sinais de eletromiografia, o sensor EMG executa a detecção dos sinais proveniente das atividades musculares na região do coto e transmite os sinais detectados a um processador (2). Em uma concretização, a detecção desses sinais é invasiva. Em outra concretização, a detecção desses sinais ocorre de maneira não invasiva, sobre a superfície do coto.

[0053] Em uma concretização, a etapa de comando de ao menos um servomotor (3) compreende adicionalmente uma etapa de comunicação entre sensor de eletromiografia e processador (2) compreendendo processamento de dados de eletromiografia.

[0054] Em uma concretização, a comunicação entre o sensor de eletromiografia e o processador (2) ocorre de maneira sem fio. Em outra concretização, a comunicação entre o sensor de eletromiografia e o processador (2) ocorre de maneira ocorre por fios de comunicação. Em uma concretização adicional, os fios estão contidos dentro da prótese eletrônica para membros superiores de maneira a não ser visível fios sobre a superfície da prótese.

[0055] Em uma concretização, a etapa de comando de ao menos um servomotor (3) compreende adicionalmente uma etapa de ordem de rotação de ao menos um servomotor (3) por meio do processador (2). O processador (2) processa os sinais detectados e envia comandos aos servomotores (3) para que estes gerem o movimento de flexão dos dedos artificiais (7).

[0056] A etapa de movimentação de dedos artificiais (7) conectados ao servomotor (3) compreende a rotação dos eixos de rotação (71) dos dedos de modo que essa rotação gere a flexão dos dedos. A movimentação dos dedos ocorre por ao menos três servomotores (3) separados, onde cada movimentação é independente da outra e separadas em movimentação de dedos mínimo, anelar e médio, movimentação de dedo indicador e movimentação de dedo

polegar. Em uma concretização, a movimentação de dedo indicador compreende rotação em três eixos de rotação (71), onde a movimentação do dedo indicador independe da movimentação dos outros dedos, gerando uma maior precisão e naturalidade dos movimentos. A movimentação de dedo polegar compreende rotação em dois eixos de rotação (71), em que um primeiro eixo abre o polegar na direção oposta ao dedo indicador e um segundo eixo permite o polegar realizar o movimento de pega fino.

[0057] A movimentação de dedos mínimo, anelar e médio compreende rotação em três eixos de rotação (71) em cada dedo, em que tais dedos estão conectados a um sistema de acionamento (4) de três dedos que impede a flexão do dedo artificial (7) que encontrar um bloqueio durante sua movimentação. Dessa maneira a movimentação desses três dedos se assimila a movimentação humana de modo a aparentar uma flexão natural dos dedos. Em uma concretização adicional, o sistema de acionamento (4) de três dedos compreende dois elementos de bloqueio de movimento (pp1 e pp2) que impedem a flexão do dedo artificial aos quais estão conectados, desse modo os elementos de bloqueio de movimento determinam dos dedos artificiais (7). Nesta concretização, a conexão entre os dedos artificiais (7) e o sistema de acionamento (4) ocorre por meio de tendões artificiais compreendidos nos dedos artificiais (7), assim o sistema de acionamento trava a movimentação dos tendões artificiais, conseqüentemente determinando a flexão dos dedos artificiais (7).

[0058] Em uma concretização, o método compreende adicionalmente ajuste de prótese ao coto de usuário, em que o ajuste da prótese se adequa ao coto de usuário. Dessa forma, a prótese eletrônica para membros superiores se mantém estável e firme ao coto do usuário durante sua utilização. Em uma concretização adicional, o ajuste da prótese eletrônica ocorre por uma fixação da prótese (10) na região do antebraço do usuário e no braço do usuário.

[0059] Em uma concretização, o método de controle em prótese eletrônica para movimentação de dedos artificiais compreendidos na referida prótese

eletrônica é executado em uma prótese eletrônica para membros superiores, conforme definido anteriormente.

Exemplo 1

[0060] Os exemplos aqui mostrados têm o intuito somente de exemplificar uma das inúmeras maneiras de se realizar a invenção, contudo sem limitar, o escopo da mesma.

[0061] Uma das possíveis concretizações da presente invenção está demonstrado na figura 1. Para uma melhor explicação sobre os elementos da prótese eletrônica para membros superiores, a figura 2 mostra uma perspectiva explodida da prótese eletrônica para membros superiores.

[0062] A mão protética está composta pelos dedos artificiais (7) que se movimentam por três servomotores (3) comandados pelo microcontrolador (2), em que esses elementos da mão protética estão compreendidos no interior da acomodação para os dedos artificiais (7). O microcontrolador (2) está conectado a um suporte para o microcontrolador (15), sendo tal suporte fixado a proteção inferior (5) da acomodação para os dedos artificiais (7), conforme demonstrado pela figura 12. Fixado a proteção inferior (5) da acomodação para os dedos artificiais (7), também se encontram as torres de fixação (6), o sistema de acionamento (4) de três dedos e sobressaltos de fixação (14) dos servomotores (3). Os sobressaltos (14) na estrutura que posicionam os servos motores (3) realizam sua fixação por dois parafusos. A fixação do microcontrolador (2) na estrutura ocorre pelo suporte do microcontrolador (15) e por pequenos parafusos nos furos presentes no próprio microcontrolador (2).

[0063] Conforme demonstrado pelas figuras 10 e 11, a construção da acomodação para dedos artificiais (7) foi dividida em duas partes, superior e inferior.

[0064] A parte superior possui a forma humana simplificada, com um detalhe acima, do polegar, no intuito de reforçar a mesma estética de relevo presente nos dedos. Essa parte é impressa com três abas, demonstrado na

Figura 10, para serem fixadas à estrutura. São duas abas laterais que se fixam direto na estrutura da prótese, enquanto a terceira aba é fixada junto ao pulso (8). Apenas um parafuso é utilizado em cada lateral, enquanto no pulso (8) são quatro. O meio de fixação (8) entre a mão protética e a prótese de antebraço, neste exemplo é denominado de pulso (8).

[0065] Conforme demonstrado na Figura 11, a parte inferior foi criada com as sinuosidades da palma humana, dando destaque aos músculos do polegar que servem de apoio para os dedos ao realizar o movimento de agarrar um objeto. Essa parte possui apenas uma aba de fixação (13) ao pulso (8), com a mesma estratégia de inclinação que a superior. Foi dada uma inclinação de dois graus na palma em relação ao pulso (8) e uma inclinação de dois graus nos dedos em relação a palma, com o objetivo de auxiliar durante o movimento de pega.

[0066] As torres de fixação (6) foram projetadas com apenas um furo para fixar o pino, seguindo o mesmo princípio de fixação do pino dos dedos. Conforme a geometria das torres de fixação (6) há um apoio no topo de cada torre de fixação (6), com o objetivo de servir de apoio para a mola de torção, evidenciado pela figura 13. Há um furo passante em cada torre (6) com o objetivo de guiar o tendão artificial para o engate do servomotor (3).

[0067] Todos os dedos são constituídos de três partes, conectadas em três eixos de rotação (71) por pinos de aço. Em cada parte, há um vinco nos eixos (71) para possibilitar o movimento de rotação, demonstrado pela Figura 06. A geometria foi projetada de forma que cada parte gire no máximo 90 graus até parar batendo na parte seguinte, no entanto a geometria da primeira parte possui uma abertura maior para facilitar a fixação do tendão artificial.

[0068] Há um relevo presente no topo do dedo para dar destaque e estabelecer um diferencial da parte inferior. Esse detalhe é repetido em outros componentes da prótese para reforçar uma linguagem visual única, tornando o produto semelhante, embora tenha formas complexas.

[0069] A figura 8 demonstra uma perspectiva do dedo artificial (7). O

tendão artificial dá uma volta na ponta do dedo criando um ponto de fixação (72). Então, é a partir desse ponto que se inicia o movimento. A dimensão do furo (73) foi definida em 2,40 milímetros de diâmetro, podendo ser expandida até para 2,60 milímetros. O furo (73) aceita pinos de comprimento de 9 a 10 milímetros, com exceção do dedo mínimo, no qual o comprimento se limita de 8 a 9 milímetros. Essa margem de 1 milímetro é deixada no intuito de facilitar a montagem do produto.

[0070] O tendão artificial percorre cada parte dos dedos, por canais de 0,80 milímetros. Quando os servomotores (3) puxam os tendões artificiais, forças rotacionais são aplicadas nas juntas, realizando o movimento de fechar. Já quando o servomotor (3) retorna à posição inicial, para auxiliar o retorno dos dedos são dispostas três molas de torção pequenas, localizadas em cada junta de cada dedo. Esta mola é apontada como necessária para o retorno rápido e firme na mão.

[0071] Ao final da montagem do eixo de rotação (71), o pino é coberto por um cilindro com a forma do dedo e fixado por pressão, dado através de um relevo em torno do cilindro. Dessa maneira, o pino se mantém firme e possibilita o movimento rotacional, conforme demonstra a figura 8.

[0072] O polegar tem dois eixos de rotação (71), conforme demonstrado na figura 9. O primeiro eixo projetado para abrir o polegar em direção oposta ao dedo indicador. O segundo eixo para realizar o movimento de pega fino, demonstrado na figura 9, em conjunto ao dedo indicador. Seu sistema de eixos possui o mesmo princípio que o sistema dos outros dedos artificiais (7). Sua geometria simula um polegar e esconde o eixo fixado na estrutura.

[0073] O sistema de acionamento (4) de três dedos possui uma configuração de três fios indo para um mesmo ponto fazendo com que os dedos seguintes parem no momento em que um deles encontra um bloqueio, enquanto a flexão natural permite que os dedos copiem a forma que está sendo agarrada.

[0074] O sistema para tornar a flexão mais natural se estabeleceu em dois pinos (pp1 e pp2), dividindo o acionamento entre os três dedos. Conforme

mostrado na Figura 14, os fios do anelar e do mínimo se encontram em cada ponta do pp1, esse então é direcionado para uma ponta do pp2 junto ao fio do dedo médio. Por fim, ao centro do pp2 sai o fio que é conectado ao cabeçote do servomotor (3). A utilização do servomotor (3) com maior torque possibilita o acionamento desse sistema. O suporte dos pinos foi feito em filetes (16), pois diminuem o atrito, facilitando o movimento.

[0075] Após conectar os fios, é colocado um suporte superior, também em filetes (16), fixado através de dois parafusos laterais. Os filetes de suporte (16) reduzem o atrito dos pinos ao acionar os dedos.

[0076] O pulso (8) é fixo realizando a união entre a mão protética e o antebraço. Seu formato é arredondado nas bordas, conforme figura 18, devido ao formato elíptico das formas que une. Sua fixação foi desenvolvida pensando na estética proposta do trabalho, evitando dessa maneira fios e parafusos aparentes. Por essa razão, a mão protética é fixada dessa maneira no pulso (8), a fim de esconder os parafusos de encaixe. O pulso (8) também possui um furo passante ao centro para ser possível transferir os fios da mão para o antebraço. A conexão é possível ser vista nas figuras 3 a 5.

[0077] A prótese de antebraço compreende uma bateria (17) fixada em sua aba inferior. Utiliza-se a própria fixação da prótese como fixação para a bateria (17), criando um bolsão (11) na parte inferior do antebraço, conforme demonstrado na figura 19. A maneira que as abas estão dispostas tem como propósito copiar a forma do coto do usuário, pois muitas vezes a amputação pode deixar deformações. Dessa maneira, então, a prótese possui um encaixe genérico para todos os tipos de amputações e tamanhos de braços.

[0078] De acordo com a figura 20, há três pontos de fixação do antebraço: fixação no pulso (8), fixação da prótese (10) na região do coto e no braço. O primeiro ponto conecta as duas partes ao pulso (8), utilizando quatro parafusos para a fixação. Já a região do coto consiste em uma fita elástica (10) que passa em vãos criados nas quatro abas do antebraço.

[0079] Esses vãos foram reforçados para prevenir fraturas nas formas.

Cada aba, então, copia a forma do coto do usuário, por isso o corte vertical foi criado contemplando todas as possíveis deformações causadas pela amputação. Ao final do corte horizontal há uma abertura na forma do bolsão (11), no intuito de facilitar o ajuste realizado pelo usuário e ao final escondendo o que sobrou da fita por baixo de uma das abas.

[0080] Essa fixação é localizada na região do coto contempla uma pluralidade de casos da amputação transradial. Por final, a fixação no braço (12) ocorre no bíceps sendo a segunda conexão entre o usuário e a prótese, para garantir firmeza durante o uso. Uma fita de Velcro® (12) é costurada ao tecido e ajustada conforme gosto do usuário.

[0081] A bateria (17) é alocada no bolsão, sendo mantida firme pela fita elástica do segundo ponto de fixação, o espaço horizontal no bolsão permite o movimento de copiar das abas inferiores, mesmo com a bateria (17) fixada.

[0082] O sensor EMG está disposto de acordo com o nível de amputação do usuário por debaixo do tecido. Essa versatilidade se dá devido a suas faixas de valores facilmente configuradas, visto que o sinal pode variar de acordo com a fisionomia ou região muscular. Cada placa do sensor EMG possui três eletrodos aplicados sob a pele, dois eletrodos utilizados para captar o sinal do músculo e o terceiro utilizado como referência.

[0083] O visual do antebraço segue a proposta dos outros componentes, tendo como referência a forma humana e o detalhe em relevo localizado no bolsão reforçando uma estética de conjunto a todas as partes do produto.

Exemplo 2

[0084] Nas Figuras 15 a 17 é possível entender o funcionamento do sistema de acionamento (4) ao pegar um copo de vidro. Os pinos param quando determinado dedo encontra uma barreira ao seu movimento. Como o copo se torna estreito na sua base, figura 16, os dedos anelar e mínimo estendem seus movimentos em relação ao dedo médio. A Figura 15 demonstra o sistema de acionamento (4) de três dedos em repouso, enquanto na Figura 17 é

demonstrado como o sistema de acionamento (4) de três dedos funcionaria. Ao encontrar um obstáculo durante o movimento de flexão de dedos, o obstáculo gera uma força contrária ao movimento que gera uma perturbação no sistema de acionamento (4), de modo que o mesmo impede que os tendões artificiais, aos quais estão conectados, continuem o movimento de flexão, dessa forma impedindo a flexão dos dedos artificiais (7).

[0085] Os versados na arte valorizarão os conhecimentos aqui apresentados e poderão reproduzir a invenção nas modalidades apresentadas e em outras variantes e alternativas, abrangidas pelo escopo das reivindicações a seguir.

Reivindicações

1. Prótese eletrônica para membros superiores caracterizado por compreender:

- a. ao menos um sensor de eletromiografia;
- b. uma mão protética compreendendo:
 - i. dedos artificiais (7);
 - ii. uma acomodação para os dedos artificiais (7);
 - iii. ao menos três servomotores (3) conectados aos dedos artificiais (7), em que os servomotores (3) são comunicantes ao processador (2) e são associados individualmente a grupos específicos de dedos artificiais (7);
 - iv. ao menos um processador (2) comunicante a ao menos um sensor de eletromiografia.

2. Prótese eletrônica, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pela acomodação para os dedos artificiais (7) compreender ao menos um entre:

- a. torres de fixação (6);
- b. sistema de acionamento (4) de três dedos associado a um grupo primário (74) de dedos artificiais (7);
- c. proteção superior (1) compreendendo ao menos uma aba de fixação (13); e
- d. proteção inferior (5) compreendendo ao menos uma aba de fixação (13);

em que,

- o sistema de acionamento (4) de três dedos está conectado a proteção inferior (5) e/ou proteção superior (1);
- as torres de fixação (6) estão conectadas a proteção inferior (5) e/ou proteção superior (1).

3. Prótese eletrônica, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 2, **caracterizado** por compreender adicionalmente uma prótese de antebraço compreendendo:

- a. acomodação para coto de usuário compreendendo ao menos uma aba superior (9) e ao menos uma aba inferior;
- b. fixação ao antebraço de usuário;
- c. fixação ao braço do usuário;

em que,

- a prótese de antebraço e a mão protética estão conectadas por um meio de fixação (8);
- o sensor de eletromiografia se encontra no interior da prótese de antebraço.

4. Prótese eletrônica, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado** pelo sistema de acionamento (4) compreender ao menos um elemento de bloqueio de movimento (pp1), em que o elemento de bloqueio de movimento compreende impedimento de flexão do dedo artificial (7) ao qual está conectado ao detectar uma força contrária ao movimento do dedo artificial (7).

5. Prótese eletrônica, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado** pelos dedos artificiais (7) compreenderem:

- a. dedo mínimo;
- b. dedo anelar;
- c. dedo médio;
- d. dedo indicador;
- e. dedo polegar;
- f. ao menos um eixo de rotação (71) por dedo artificial (7) compreendendo ao menos uma mola de torção em cada eixo de rotação (71).

6. Prótese eletrônica, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado** pelo meio de fixação (8) entre a prótese de antebraço e a mão protética compreender:

- a. ao menos duas abas de fixação, em que, uma primeira aba de fixação está conectada à mão protética e uma segunda aba de fixação está conectada à prótese de antebraço;
- b. furo de passagem para comunicação entre prótese de antebraço e mão protética.

7. Método de controle em prótese eletrônica para movimentação de dedos artificiais compreendidos na referida prótese eletrônica **caracterizado** por compreender as etapas de:

- a. comando de ao menos um servomotor (3) executado por ao menos um processador (2);
- b. movimentação de dedos artificiais (7) por meio de ao menos um servomotor (3), em que a movimentação de dedos artificiais (7) compreende:
 - i. movimentação de dedos mínimo, anelar e médio compreendendo rotação em três eixos de rotação (71) em cada dedo, em que tais dedos estão conectados a um sistema de acionamento (4) de três dedos que impede a flexão do dedo artificial (7) que encontrar um bloqueio durante sua movimentação;
 - ii. movimentação de dedo indicador compreendendo rotação em três eixos de rotação (71);
 - iii. movimentação de dedo polegar compreendendo rotação em dois eixos de rotação (71).

8. Método de controle em prótese eletrônica, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pela etapa de comando de ao menos um servomotor (3) compreender:

- a. detecção de sinais de eletromiografia da região de coto de usuário por meio de ao menos um sensor de eletromiografia;
- b. comunicação entre sensor de eletromiografia e processador (2) compreendendo processamento de dados de eletromiografia;

c. ordem de rotação de ao menos um servomotor (3) por meio do processador (2).

9. Método de controle em prótese eletrônica, de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 8, **caracterizado** pelo impedimento da flexão do dedo artificial (7) ocorrer por meio de dois elementos de bloqueio de movimento (pp1 e pp2) compreendidos pelo sistema de acionamento (4), em que os elementos de bloqueio de movimento determinam a flexão dos dedos artificiais (7).

10. Método de controle em prótese eletrônica, de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 9, **caracterizado** por ser executado em uma prótese eletrônica para membros superiores, conforme definido nas reivindicações de 1 a 6.

FIGURAS



Figura 1

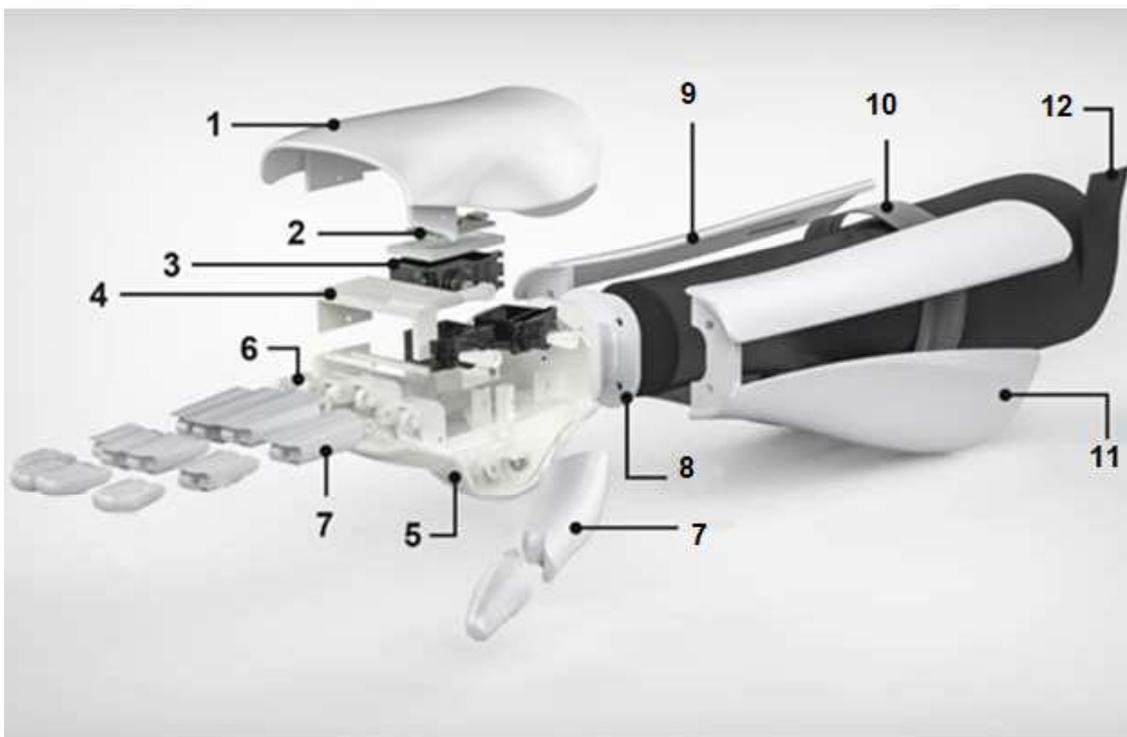


Figura 2

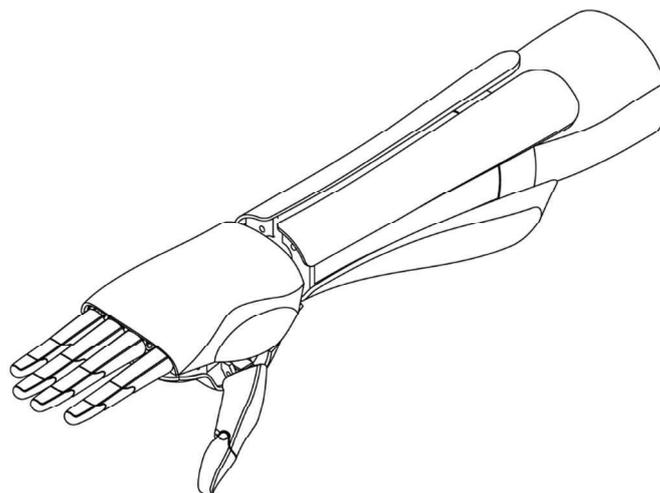


Figura 3

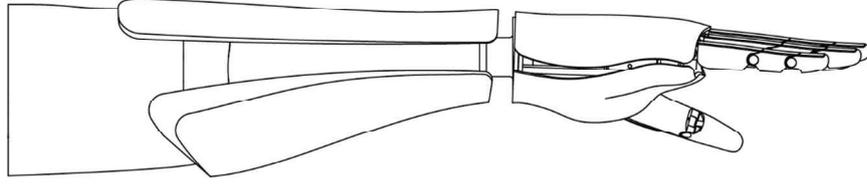


Figura 4

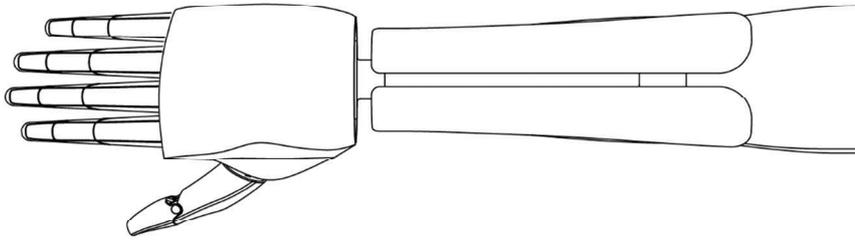


Figura 5

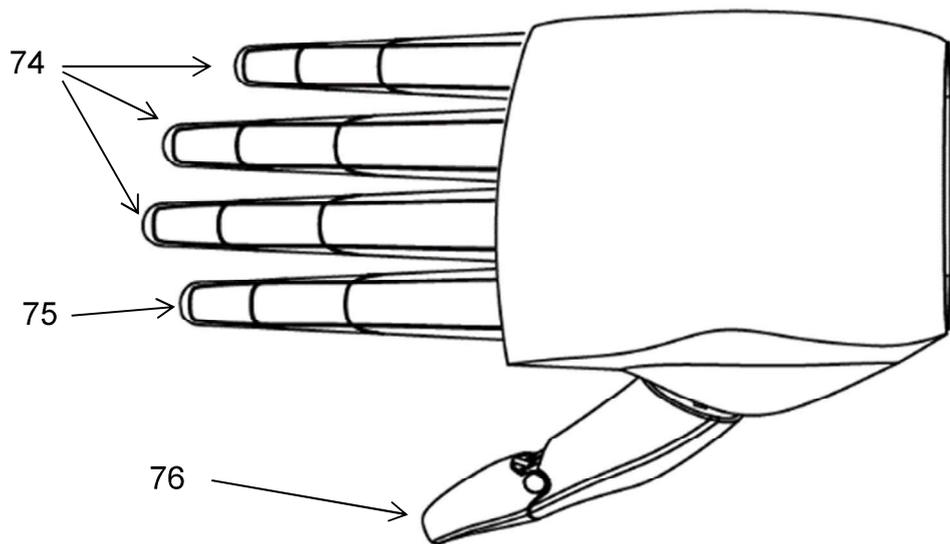


Figura 6

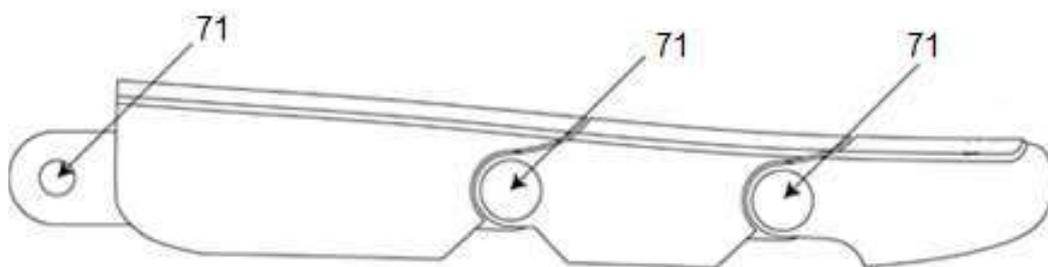


Figura 7

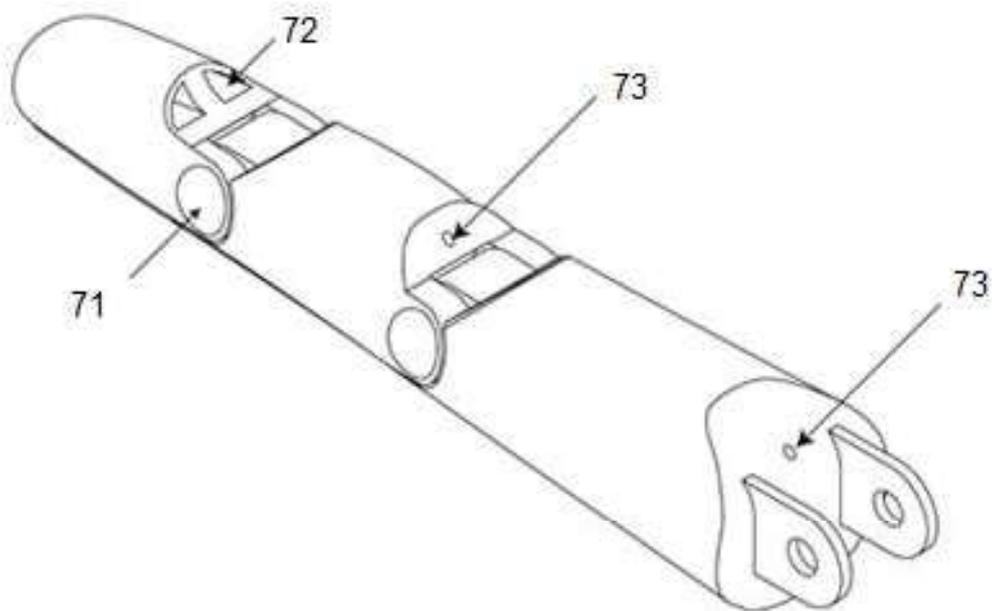


Figura 8

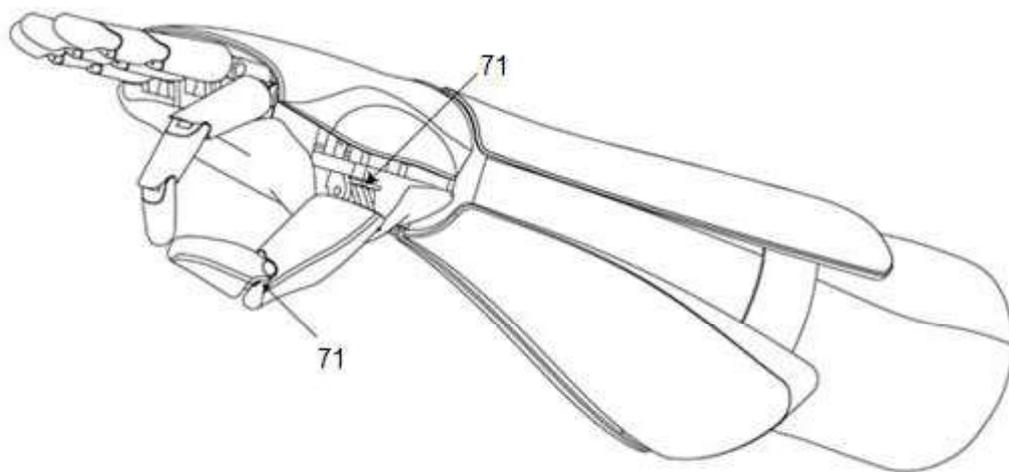


Figura 9

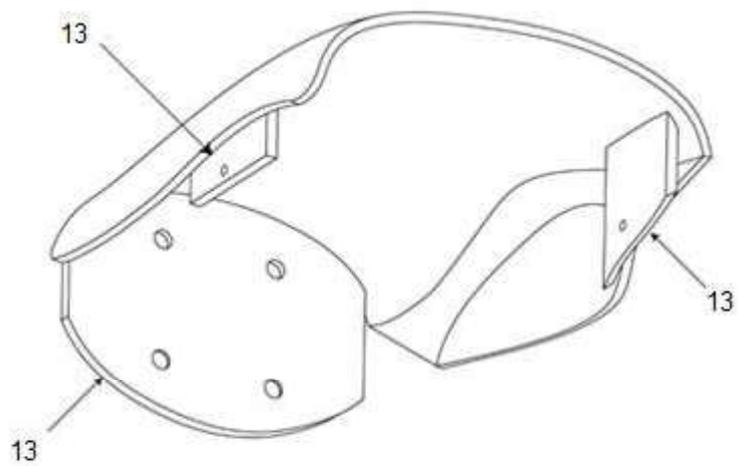


Figura 10

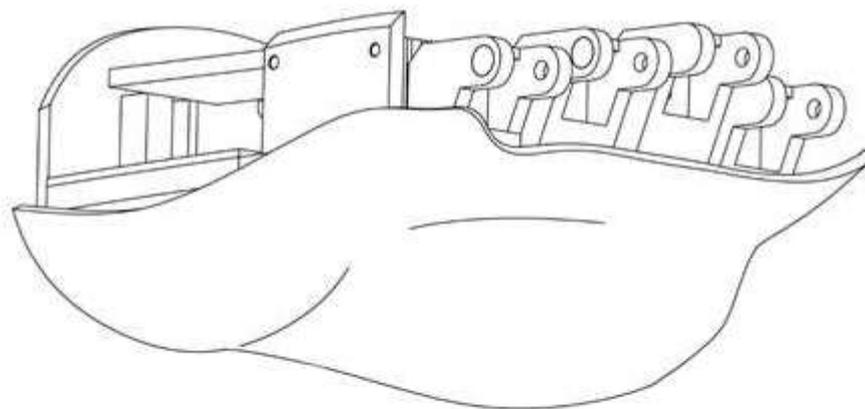


Figura 11

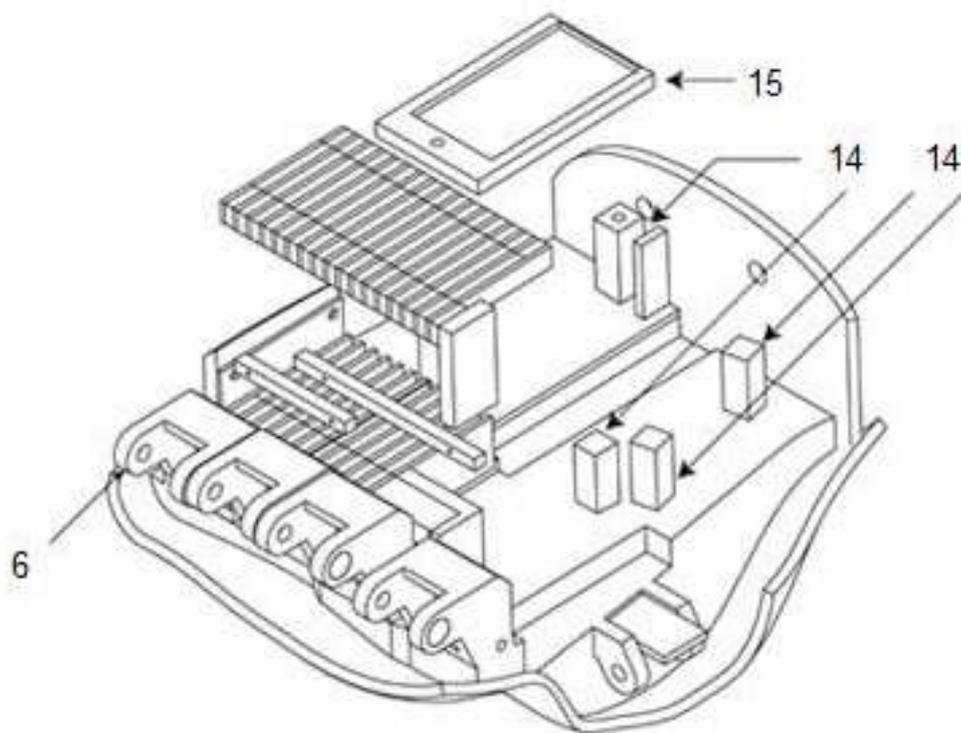


Figura 12

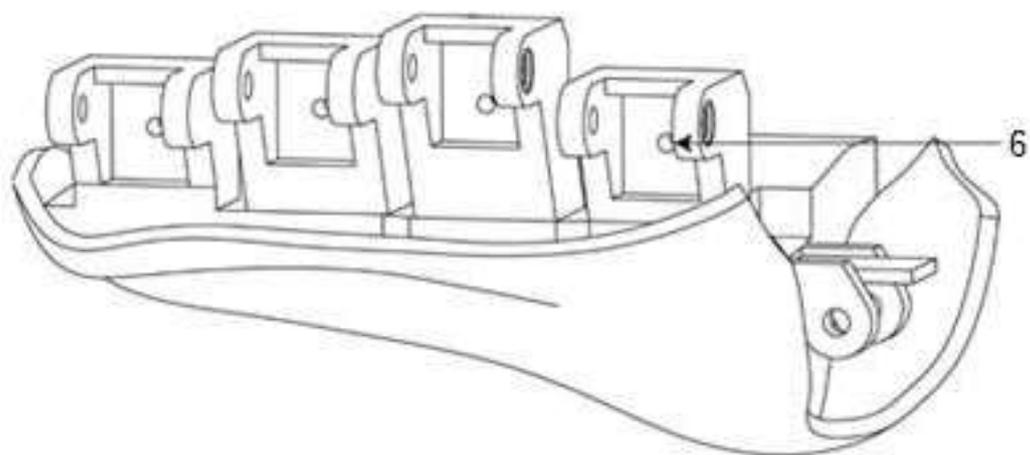


Figura 13

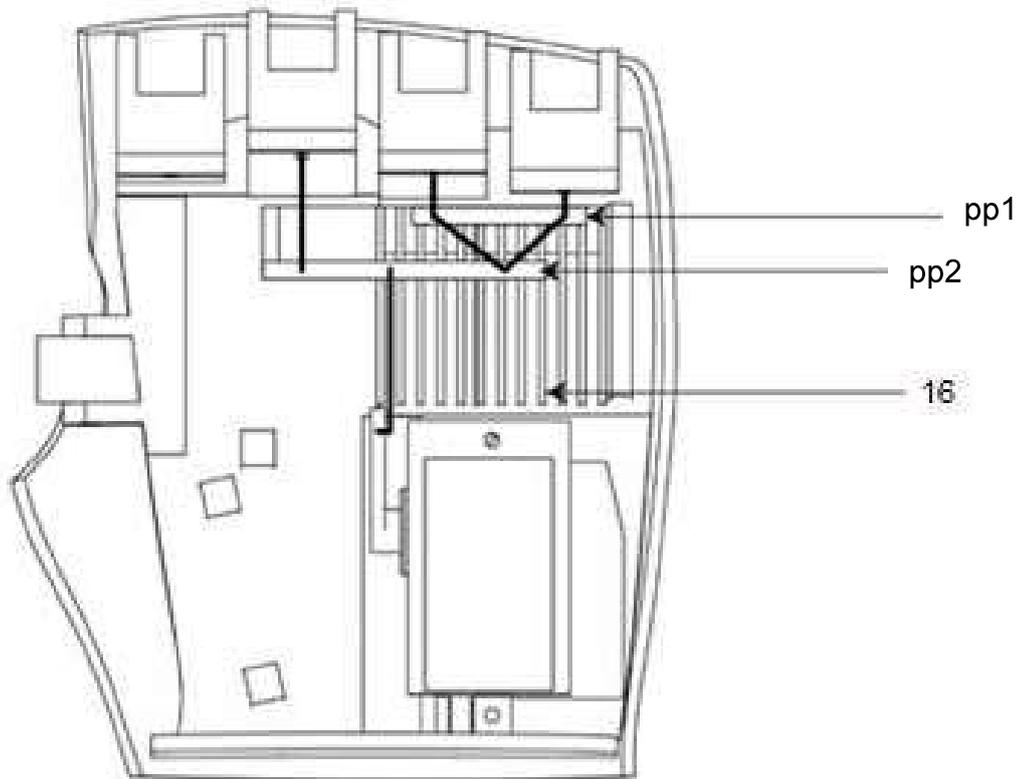


Figura 14

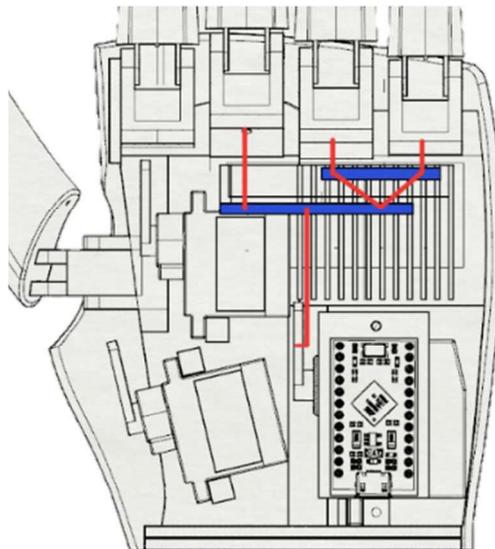


Figura 15



Figura 16

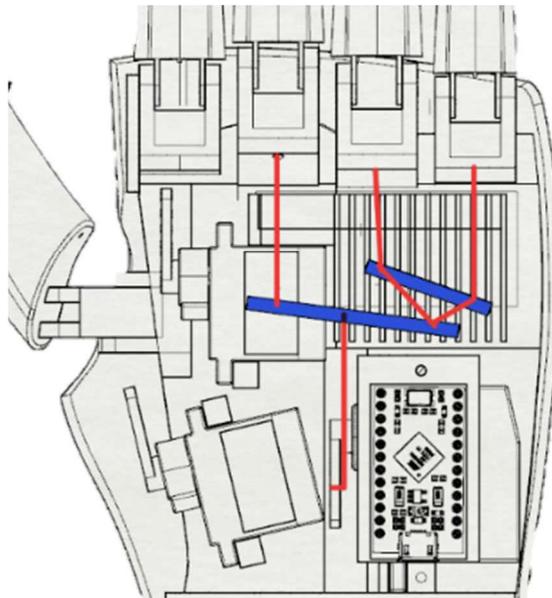


Figura 17

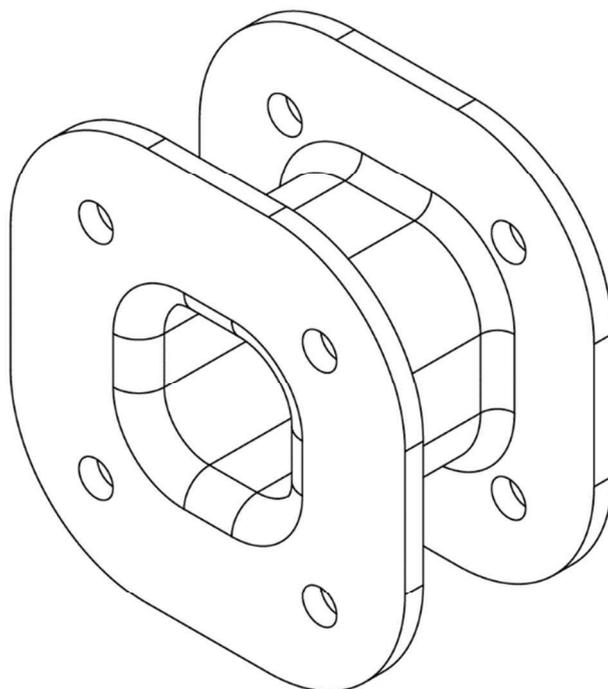


Figura 18

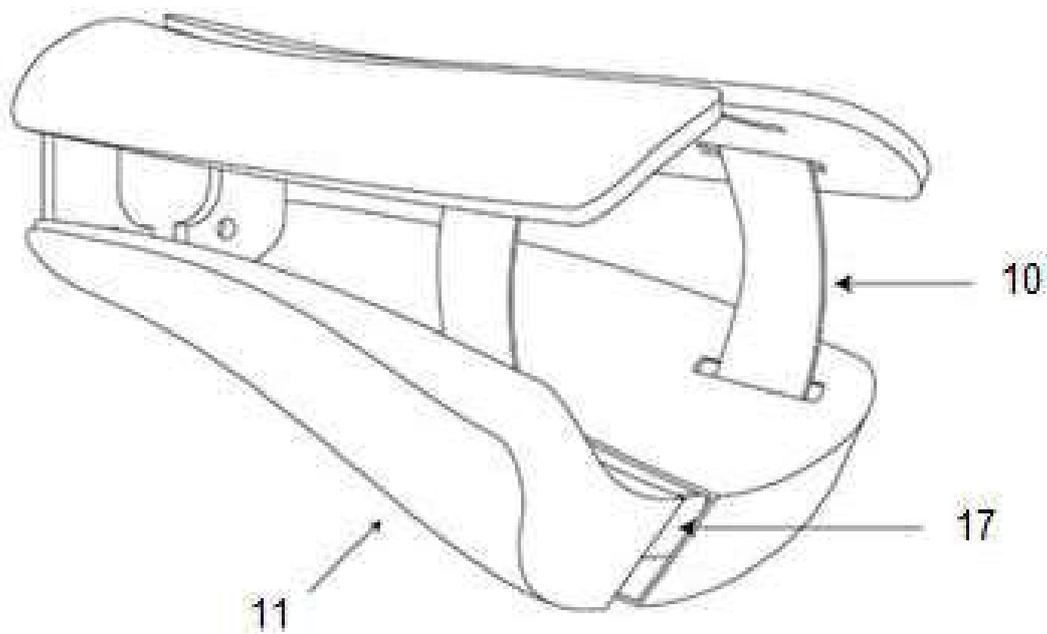


Figura 19

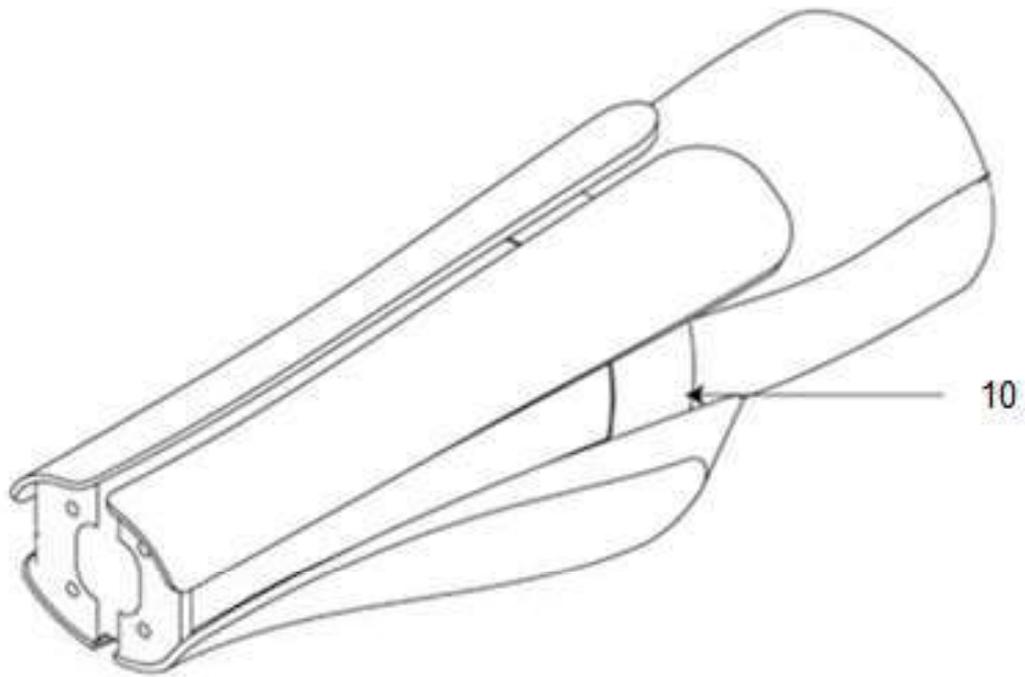


Figura 20

Resumo**PRÓTESE ELETRÔNICA PARA MEMBROS SUPERIORES E MÉTODO DE
CONTROLE EM PRÓTESE ELETRÔNICA**

A presente invenção descreve um método de controle em prótese eletrônica e uma prótese eletrônica para membros superiores compreendendo uma mão protética e um sensor de eletromiografia. Especificamente, a presente invenção compreende um sensor de eletromiografia para detecção de sinal elétrico gerado pela atividade muscular, um processador, ao menos três servomotores e dedos artificiais comandados eletronicamente. A presente invenção se situa nos campos da engenharia elétrica, robótica, próteses, mecanismos conectáveis ao corpo, ortopedia e aparelhos ortopédicos.