



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

(21) BR 102021015070-0 A2



(22) Data do Depósito: 30/07/2021

(43) Data da Publicação Nacional: 09/08/2022

(54) **Título:** FIXAÇÃO DE FERRAMENTA, TROCADOR DE FERRAMENTA E MÉTODO CORRESPONDENTE DE USO

(51) **Int. Cl.:** B25J 15/04.

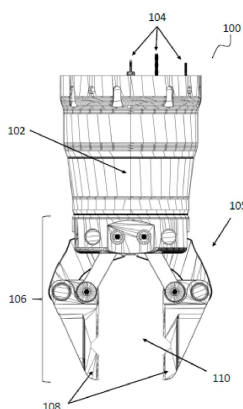
(52) **CPC:** B25J 15/04.

(30) **Prioridade Unionista:** 30/07/2020 GB 2011848.5.

(71) **Depositante(es):** SAAB SEAEYE LIMITED.

(72) **Inventor(es):** JON MORTIMER ROBERTSON.

(57) **Resumo:** FIXAÇÃO DE FERRAMENTA, TROCADOR DE FERRAMENTA E MÉTODO CORRESPONDENTE DE USO. Uma fixação de ferramenta (200) para um manipulador robótico (100), compreendendo: um alojamento (202), um eixo de entrada (208) configurado para ser engatado por um efetor de extremidade (105) do manipulador robótico (100), um eixo de saída (210) e uma ferramenta (214) acoplada ao eixo de saída (210). O alojamento (202) compreende meio (206) para evitar movimento rotacional relativo entre o alojamento (202) e um alojamento do manipulador robótico (100). Após engate do efetor de extremidade (105) do manipulador robótico (100) com o eixo de entrada (208), a fixação de ferramenta (200) é retida no manipulador robótico (100), e o movimento rotacional do efetor de extremidade (105) do manipulador robótico (100) atua para girar o eixo de entrada (208) e acionar a ferramenta (214).



**“FIXAÇÃO DE FERRAMENTA, TROCADOR DE FERRAMENTA E MÉTODO
CORRESPONDENTE DE USO”**

[0001] A presente invenção refere-se a uma fixação de ferramenta para um manipulador robótico. Em particular, uma ou mais modalidades se referem a uma fixação de ferramenta tendo uma ferramenta, em que a fixação de ferramenta deve ser engatada por um efetor de extremidade do manipulador robótico e a ferramenta é acionada por movimento rotacional do efetor de extremidade. A presente invenção refere-se ainda a um trocador de ferramenta compreendendo uma pluralidade de fixações de ferramenta e um método de uso do trocador de ferramenta.

[0002] Um manipulador é um tipo de robô que é capaz de replicar certas funções e movimentos humanos. Em particular, um manipulador pode ser utilizado para manipular objetos sem exigir que um operador tenha contato físico direto com o objeto. Conseqüentemente, manipuladores são tipicamente utilizados para executar tarefas que são repetitivas, demasiadamente difíceis ou demasiadamente perigosas para execução por um ser humano. Um manipulador pode assumir a forma de um braço robótico que é projetado para simular amplamente a funcionalidade e desteridade de um braço humano. Atuadores hidráulicos, pneumáticos ou eletromecânicos podem ser utilizados para mover as partes diferentes do manipulador e o manipulador pode consistir em múltiplas juntas articuladas para permitir o grau de liberdade desejado.

[0003] Um manipulador compreende um efetor de extremidade, que é projetado para interagir com o ambiente. Um efetor de extremidade é geralmente o módulo final do

manipulador e compreende, tipicamente, alguma forma de ferramenta para interagir com ou manipular objetos no ambiente em volta. Há diversos tipos diferentes de efetores de extremidade e efetores de extremidade são frequentemente intercambiáveis, de modo que um manipulador robótico único possa executar uma variedade de funções utilizando um efector de extremidade diferente.

[0004] Um efector de extremidade conhecido para um manipulador é uma pinça. Uma pinça consiste, em geral, em dois ou mais dedos, pinos, ou garras que são atuadas para abrir e fechar os dedos, pinos ou garras com um movimento paralelo ou radial. Muitas pinças têm também um pulso rotativo que permite que a pinça gire em torno do eixo longitudinal do braço robótico. A finalidade da pinça é engatar vários objetos e permitir que o manipulador robótico segure e aplique força suficiente para assegurar e manipular a posição do objeto.

[0005] Entretanto, esses efetores de extremidade conhecidos apresentam diversos problemas. Cada efector de extremidade é tipicamente projetado para uma função única, tal como agarramento, remoção de material (por exemplo, corte, perfuração ou rebarbamento), soldagem ou detecção. Quando o manipulador robótico deve realizar uma função diferente, o efector de extremidade deve ser substituído. Esse é um processo complexo, demorado e caro, que requer tipicamente pessoal humano treinado.

[0006] Adicionalmente, como cada efector de extremidade bem como a conexão entre o manipulador e o efector de extremidade são altamente complexas e tolerâncias

de fabricação são baixas, efetores de extremidade são de fabricação cara.

[0007] Alguns manipuladores do estado da técnica são conhecidos que têm adaptadores configurados para fixação em um efetor de extremidade, tal como aquele descrito em WO 2019/096939. Entretanto, esses adaptadores são tipicamente configurados para fixação em um efetor de extremidade específico único, e são fixados em uma ligação do manipulador robótico para acrescentar juntas adicionais e ligações associadas ao braço robótico. Cada dessas juntas adicionais aumenta o número de graus do braço robótico, desse modo melhorando sua funcionalidade. Cada junta requer motores ou atuadores individuais para aumentar o número de graus de liberdade do braço robótico.

[0008] Entretanto, a alteração do efetor de extremidade permanece complexa e demorada, pois pode exigir alteração ou remoção do adaptador.

[0009] Adicionalmente, uma aplicação comum para manipuladores robóticos são veículos subaquáticos não tripulados "UUVs", que incluem veículos subaquáticos remotamente operados "ROVs" e veículos subaquáticos autônomos "AUVs". Entretanto, como trocar efetores de extremidade é complexo, um UUV é frequentemente capaz de executar apenas uma função única com seu manipulador robótico (a função associada ao efetor de extremidade conectado ao manipulador robótico) antes de ter de retornar a um veículo de superfície do qual foi lançado.

[00010] Os inventores reconheceram a necessidade de uma fixação de ferramenta para um manipulador robótico, que

permite que a função do manipulador robótico seja alterada autonomamente e rapidamente sem necessidade de trocar o efector de extremidade.

[00011] Os inventores reconheceram ainda a necessidade de um trocador de ferramenta capaz de conter uma pluralidade de fixações de ferramenta e tornar as mesmas seletivamente acessíveis para fixação no manipulador robótico.

[00012] Em um primeiro aspecto, a invenção provê uma fixação de ferramenta para um manipulador robótico, compreendendo: um alojamento configurado para engatar com um manipulador robótico; um eixo de entrada configurado para ser engatado por um efector de extremidade do manipulador robótico; um eixo de saída acoplado ao eixo de entrada; e uma ferramenta acoplada ao eixo de saída. O alojamento compreende meios para evitar o movimento rotacional relativo entre o dito alojamento e um alojamento do manipulador robótico. Após engate do efector de extremidade do manipulador robótico como eixo de entrada, a fixação de ferramenta é retida no manipulador robótico, e o movimento rotacional do efector de extremidade do manipulador robótico atua para girar o dito eixo de entrada e acionar a dita ferramenta.

[00013] A fixação de ferramenta da presente invenção permite substituição rápida e remota de uma fixação de ferramenta de um manipulador robótico, sem necessitar que um efector de extremidade do manipulador robótico seja substituído. Como o manipulador robótico pode engatar facilmente o eixo de entrada da fixação de

ferramenta através de seu efetor de extremidade para acionar a ferramenta, e o alojamento da fixação de ferramenta evita o movimento rotacional relativo entre o alojamento da fixação de ferramenta e um alojamento do manipulador robótico, a ferramenta de fixação permite funcionalidade aumentada de um manipulador robótico bem como troca remota e mais rápida de uma ferramenta.

[00014] Em contraste com os adaptadores do estado da técnica, tal como aquele de WO 2019/096939, a presente invenção provê uma luva facilmente engatável com um eixo de entrada para engate pelo manipulador robótico para transferência de torque, de modo que o movimento rotacional do efetor de extremidade do manipulador robótico atua diretamente para girar o eixo de entrada da fixação de ferramenta ou luva e, desse modo, acionar a ferramenta. O adaptador do WO 2019/096939 é meramente fixável em uma ligação do braço robótico, e não permite a mesma adaptabilidade e funcionalidade e autonomia aumentadas de um manipulador robótico tal como a fixação de ferramenta da presente invenção.

[00015] Como o alojamento da fixação de ferramenta compreende meios para evitar o movimento rotacional relativo entre o alojamento da fixação de ferramenta e um alojamento do manipulador robótico, a fixação de ferramenta pode ser engatada e desengatada por um efetor de extremidade de um braço robótico que é controlado remotamente pelo usuário. Portanto, essa tarefa pode ser conduzida enquanto o manipulador robótico está em missão, por exemplo, fixado em um UUV muitas centenas de metros

abaixo do nível do mar, sem exigir entrada física direta pelo usuário.

[00016] De preferência, o dito alojamento compreende uma porção de luva oca tendo uma primeira extremidade aberta e uma segunda extremidade fechada, a dita ferramenta disposta na segunda extremidade. Vantajosamente, isso permite que o manipulador robótico entre na porção de luva oca através da primeira extremidade aberta para acionar a ferramenta na segunda extremidade sem contato direto com a ferramenta.

[00017] A primeira extremidade, mais preferencialmente, compreende uma porção de guia configurada para alinhar radialmente e guiar o manipulador robótico para dentro do alojamento. Isso permite que o manipulador robótico entre facilmente no alojamento sem exigir que o manipulador robótico seja alinhado, e resulta em um engate mais seguro do eixo de entrada pelo efector de extremidade.

[00018] O termo "radial" é utilizado na presente invenção para descrever uma direção ao longo do raio da fixação de ferramenta, isto é, perpendicular a um eixo longitudinal da fixação de ferramenta.

[00019] Ainda mais preferencialmente, a porção de guia é troncônica. Um manipulador robótico será, desse modo, guiado para dentro do alojamento pelo efeito de afunilamento do formato troncônico.

[00020] Um eixo rotacional do dito eixo de entrada, em modalidades preferenciais, é substancialmente alinhado com um eixo longitudinal do dito alojamento. Como tal, o

movimento rotacional do manipulador robótico é transferido para sobre o eixo de entrada sem qualquer momento angular.

[00021] O dito meio para evitar o movimento rotacional relativo compreende, de preferência, pelo menos uma fenda, ou pelo menos uma projeção, configurada para engatar com uma projeção ou fenda, correspondente, no manipulador robótico. Vantajosamente, tal sistema de projeção e fenda é simples, e é seguro porque é improvável de sofrer desgaste.

[00022] Alternativamente, o meio para evitar o movimento rotacional relativo pode compreender uma porção rosqueada fêmea provida na superfície interna do alojamento, e configurada para engatar com uma porção rosqueada macho provida no manipulador robótico. Nessa alternativa, as porções rosqueadas podem ser configuradas para engatar após rotação em uma direção oposta à direção de acionamento do eixo de entrada, ou em uma direção que casa com a direção de acionamento do eixo de entrada dependendo de se o eixo de entrada e o eixo de saída giram nas direções iguais ou opostas. Desse modo, a fixação de ferramenta mantém engate com o manipulador robótico durante uso. Para efetuar o engate das roscas o efector de extremidade pode ser aberto quando dentro do alojamento de luva para engatar com um aspecto de sulco interno. O efector de extremidade pode ser então girado para girar o alojamento e, desse modo, atarraxar o mesmo sobre o braço. O efector de extremidade pode engatar então com o eixo de entrada e girar para acionar a ferramenta.

[00023] Um meio alternativo adicional para evitar o movimento rotacional relativo pode compreender uma conexão de baioneta.

[00024] Adicionalmente, tal sistema pode, em algumas modalidades, ser codificado, de modo que uma fixação de ferramenta específica seja engatável apenas por um manipulador robótico específico. Isso pode evitar danos acidentais ao manipulador robótico ou à fixação de ferramenta, em particular, se, por exemplo, um UUV compreender uma pluralidade de manipuladores robóticos diferentes.

[00025] Em modalidades preferidas, o dito eixo de entrada compreende uma porção de interface configurada para ser engatada pelo efector do manipulador robótico. Em modalidades mais preferenciais, a dita porção de interface compreende uma barra afixada perpendicular ao dito eixo de entrada para formar uma peça-T. Isso permite engate e desengate fácil e seguro do efector de extremidade do manipulador robótico com a porção de interface. Adicionalmente, uma peça-T é de fabricação fácil e estruturalmente resiliente.

[00026] Em algumas modalidades, a ferramenta é uma ferramenta rotativa e o eixo de saída é acoplado ao eixo de entrada por uma unidade de transmissão que compreende uma entrada acoplada ao eixo de entrada e uma saída acoplada ao eixo de saída, a dita unidade de transmissão configurada de modo que a velocidade rotacional da saída é mais alta que a velocidade rotacional da entrada, ou tal que a velocidade rotacional da saída é mais baixa que a velocidade

rotacional da entrada. Isso permite que a ferramenta rotativa seja acionada em uma velocidade rotacional apropriada sem exibir modificação da velocidade rotacional do efector de extremidade do manipulador robótico. A unidade de transmissão compreende, de preferência, uma caixa de câmbio epicíclica, planetária. Alternativamente, a unidade de transmissão pode compreender um trem de engrenagens. Vantajosamente, isso permite que um manipulador robótico acione uma grande variedade de ferramentas sem modificação, desse modo aumentando a funcionalidade.

[00027] Um eixo rotacional da saída de unidade de transmissão pode ser angularmente deslocado a partir de um eixo rotacional da entrada de unidade de transmissão. Vantajosamente, isso permite funcionalidade aumentada do manipulador robótico visto que a rotação do efector de extremidade não pode apenas ser transferida coaxialmente para aquela do eixo de entrada, porém angularmente deslocada. Portanto, uma variedade maior de ferramentas pode ser fixada a, e utilizada pelo, manipulador robótico devido à fixação da ferramenta sem exigir alterações no manipulador robótico. De preferência, o deslocamento é cerca de 90 graus. Onde o eixo rotacional da saída de unidade de transmissão é angularmente deslocado a partir de um eixo rotacional da entrada de unidade de transmissão, a unidade de transmissão é de preferência uma caixa de engrenagens cônica, mais preferencialmente uma caixa de engrenagens cônica de 90 graus.

[00028] A fixação de ferramenta pode compreender uma primeira unidade de transmissão, configurada de modo

que a velocidade rotacional da saída é mais alta que a velocidade rotacional da entrada, ou de tal modo que a velocidade rotacional da saída é mais baixa que a velocidade rotacional da entrada, e uma segunda unidade de transmissão, configurada de modo que um eixo rotacional da segunda saída de unidade de transmissão é angularmente deslocada a partir de um eixo rotacional da entrada de unidade de transmissão.

[00029] A ferramenta rotativa pode ser uma de: uma escova; um disco de corte; um disco de esmerilhar; e uma broca.

[00030] Em outras modalidades, a ferramenta é uma ferramenta linear, e o eixo de saída é acoplado ao eixo de entrada por uma unidade de transmissão linear compreendendo uma entrada acoplada ao eixo de entrada e uma saída acoplada ao eixo de saída, a dita unidade de transmissão configurada de modo que o eixo de entrada de rotação causa movimento linear do eixo de saída. Desse modo, a fixação de ferramenta permite que o manipulador robótico acione uma ferramenta linear sem ter de trocar o efector de extremidade, desse modo permitindo funcionalidade aumentada sem a exigência de substituição complexa e demorada do efector de extremidade. A ferramenta linear pode ser uma de: um cortador de cabo; uma pinça compreendendo três ou mais garras; um pegador de "casca laranja"; e um coletor de amostra.

[00031] Em um segundo aspecto, a invenção provê um trocador de ferramenta que compreende uma pluralidade de fixações de ferramenta para um manipulador robótico como

descrito acima, cada fixação de ferramenta compreendendo uma ferramenta diferente; e um cesto de ferramentas compreendendo uma pluralidade de suportes, cada suporte configurado para montar de modo liberável uma fixação respectiva da pluralidade de fixações de ferramenta.

[00032] O trocador de ferramenta permite armazenagem, liberação e troca convenientes de uma pluralidade de fixações de ferramenta. A função de um manipulador robótico pode ser desse modo fácil e remotamente trocada - cada fixação de ferramenta compreende uma ferramenta diferente e pode ser "equipada" pelo manipulador robótico sem ter de substituir um efector de extremidade do manipulador robótico. As ferramentas das fixações de ferramenta podem ser ferramentas rotativas ou lineares, aumentando, adicionalmente, a funcionalidade do manipulador robótico.

[00033] O cesto de ferramentas é configurado, de preferência, para ser montado em um veículo subaquático não tripulado. Desse modo, o UUV pode executar uma pluralidade de funções sem ter de retornar a um veículo de superfície do qual foi lançado.

[00034] O cesto de ferramentas pode compreender um carrossel giratoriamente montado configurado para seletivamente girar a dita pluralidade de fixações de ferramenta até uma posição na qual uma fixação de ferramenta pode ser engatada por um manipulador robótico. Como tal, a fixação de ferramenta pode ser facilmente substituída com outra fixação de ferramenta sem o manipulador robótico ter de procurar a outra fixação de

ferramenta - o manipulador robótico pode colocar uma primeira fixação de ferramenta em um primeiro suporte, o carrossel pode ser girado e o manipulador robótico pode engatar com uma segunda fixação de ferramenta em um segundo suporte que foi girado para estar na mesma posição que o primeiro suporte antes da rotação.

[00035] Em modalidades preferenciais, o trocador de ferramenta compreende ainda uma porção de manipulador robótico compreendendo um efector de extremidade, em que um alojamento da dita porção de manipulador robótico compreende meios correspondentes para evitar movimento rotacional relativo entre o dito alojamento do manipulador robótico e o dito alojamento da fixação de ferramenta.

[00036] Em modalidades mais preferenciais, o alojamento da fixação de ferramenta compreende pelo menos uma fenda, ou pelo menos uma projeção, e o dito alojamento do manipulador robótico compreende pelo menos uma projeção correspondente, ou pelo menos uma fenda correspondente, no manipulador robótico. A pelo menos uma fenda ou pelo menos uma projeção são, em modalidades ainda mais preferenciais, chaveadas a pelo menos uma projeção correspondente, ou pelo menos uma fenda, de modo que o manipulador robótico seja alinhado de modo rotacional com a dita fixação de ferramenta.

[00037] Nas modalidades mais preferenciais, o efector de extremidade é uma pinça.

[00038] Em um terceiro aspecto, a invenção provê um método de uso de um trocador de ferramenta compreendendo uma pluralidade de fixações de ferramenta para um

manipulador robótico, o método compreendendo as etapas de: engatar um eixo de entrada de uma primeira fixação de ferramenta da pluralidade de fixações de ferramenta com um efetor de extremidade do manipulador robótico; desmontar a primeira fixação de ferramenta a partir de um primeiro suporte do trocador de ferramenta; e remontar a primeira fixação de ferramenta sobre o primeiro suporte do trocador de ferramenta.

[00039] De preferência, o método compreende ainda a etapa de executar uma ação com a primeira fixação de ferramenta. Mais preferencialmente, o método compreendendo ainda a etapa de desmontar uma segunda fixação de ferramenta a partir de um segundo suporte do trocador de ferramenta. Ainda mais preferencialmente, o método compreende ainda a etapa de girar, seletivamente, um carrossel do trocador de ferramenta, para posicionar uma fixação específica da pluralidade de fixações de ferramenta de modo a ser engatável pelo efetor de extremidade do manipulador robótico.

[00040] Qualquer característica em um aspecto da invenção pode ser aplicada a outros aspetos da invenção, em qualquer combinação apropriada. Em particular, aspectos do método podem ser aplicados em aspectos do aparelho e vice-versa. Adicionalmente, qualquer, algumas e/ou todas as características em um aspecto podem ser aplicadas a qualquer, algumas e/ou todas as características em qualquer outro aspecto, em qualquer combinação apropriada.

[00041] Deve ser também reconhecido que combinações específicas das várias características descritas e

definidas em quaisquer aspectos da invenção podem ser implementadas e/ou fornecidas e/ou utilizadas independentemente.

[00042] A invenção será descrita adicionalmente agora com referência às figuras nas quais:

[00043] A Figura 1 é uma vista lateral de um manipulador robótico exemplificador;

[00044] A Figura 2 é uma seção transversal esquemática de uma fixação de ferramenta de acordo com a presente invenção;

[00045] A Figura 3A é uma vista em perspectiva recortada da fixação de ferramenta da Figura 2 sem parte de seu alojamento, e o efector de extremidade exemplificador da Figura 1 conectado a um manipulador robótico;

[00046] A Figura 3B é uma vista em perspectiva de close-up de uma conexão entre o alojamento da fixação de ferramenta da Figura 2 e o efector de extremidade exemplificador da Figura 1;

[00047] A Figura 4 é uma vista em perspectiva de um veículo subaquático não tripulado exemplificador e um trocador de ferramenta de acordo com a presente invenção;

[00048] A Figura 5 mostra uma vista em perspectiva aumentada do trocador de ferramenta da Figura 4 e uma porção do veículo subaquático não tripulado exemplificador;

[00049] As figuras 6a e 6b mostram exemplos adicionais de ferramentas adequados para a fixação de ferramenta; e

[00050] A Figura 7 mostra um fluxograma da operação de selecionar uma ferramenta a partir de um carrossel.

[00051] A Figura 1 é uma vista lateral de uma extremidade distal de um manipulador robótico exemplificador 100, que compreende um alojamento 102, e que compreende uma pluralidade de conectores 104, tal como fios, configurados para serem conectados às porções restantes do manipulador robótico (não mostrado).

[00052] Os termos "distal" e "proximal" são utilizados na presente invenção para descrever as posições relativas de componentes do manipulador robótico 100 e da fixação de ferramenta 200. Um manipulador robótico exemplificador 100, ou uma fixação de ferramenta 200 de acordo com a presente invenção, tem uma extremidade proximal que está mais próxima a um manipulador robótico e uma extremidade distal que está mais distante de um manipulador robótico.

[00053] O manipulador robótico 100 termina distalmente em um efector de extremidade 105. O efector de extremidade 105 é um módulo de agarramento 106 tendo dois dedos ou pinos 108. O módulo de agarramento 106 é configurado para permitir que cada dos pinos ou dedos 108 seja atuado para fechar uma abertura 110 entre os pinos ou dedos 108 para segurar, ou engatar, objetos externos ao manipulador robótico 100. O módulo de agarramento 106 é configurado também para girar, acionado por um motor de acionamento, em torno de um eixo longitudinal do manipulador robótico.

[00054] Como mostrado nas figuras 2, 3A e 3B, uma fixação de ferramenta 200 de acordo com a presente invenção compreende um alojamento 202 tendo uma extremidade proximal

201A que é aberta, mostrada no topo da Figura 2, e uma extremidade distal 201B que é fechada, mostrada na parte inferior da Figura 2. A extremidade proximal 201A do alojamento 202 compreende uma porção de guia 203, que é troncônica. O alojamento 202 é uma luva oca que define uma cavidade 204 configurada para receber um manipulador robótico 100 e uma porção de um manipulador robótico.

[00055] À medida que a porção distal do manipulador robótico 100 compreendendo o módulo de agarramento 106 entra na cavidade 204 para engatar a fixação de ferramenta 200, a porção de guia 203 é configurada para guiar a porção distal do manipulador robótico 100 para dentro da cavidade 204 bem como alinhar radialmente o manipulador robótico 100 com o alojamento 202.

[00056] Em sua extremidade proximal 201A, o alojamento 202 compreende ainda uma pluralidade de fendas 206 configuradas para engatar com projeções correspondentes em um alojamento 102 do manipulador robótico 100. Como tal, as fendas-e-projeções evitam a rotação relativa entre o alojamento 202 da fixação de ferramenta 200 e alojamento 102 do manipulador robótico 100. Ou seja, as fendas e projeções transferem o torque gerado quando o efetor de extremidade, isto é, o módulo de agarramento 106, gira para acionar a ferramenta 214.

[00057] Somente algumas das fendas 206 são mostradas nas figuras 2, 3A e 3B. Em algumas modalidades, há três fendas, ou quatro fendas, e as fendas são espaçadas uniformemente em torno da circunferência do alojamento, de modo que o torque que deve ser resistido pelas fendas-e-

projeções para evitar o movimento rotacional relativo dos alojamentos 102, 202 entre si possa ser uniformemente distribuído em torno da circunferência.

[00058] O módulo de agarramento 106 é configurado para engatar um eixo de entrada 208 da fixação de ferramenta 200. O módulo de agarramento 106 é fixado no manipulador robótico 100. O alojamento 102 do manipulador robótico 100 compreende uma pluralidade de projeções 302 que correspondem à pluralidade de fendas 206 no alojamento 202 da fixação de ferramenta 200.

[00059] O eixo de entrada 208 é acoplado a um eixo de saída 210. Quando o eixo de entrada 208 é engatado pelo módulo de agarramento 106 do manipulador robótico 100, o movimento rotacional do módulo de agarramento 106 atua para girar o eixo de entrada 208, e a rotação do eixo de entrada 208 aciona o eixo de saída 210.

[00060] O eixo de entrada 208 é substancialmente coaxial com o eixo longitudinal do alojamento 202, de tal modo que o eixo rotacional do eixo de entrada 208 seja alinhado com o eixo longitudinal do alojamento 202, de modo que não haja substancialmente momento angular entre o manipulador robótico 100 e o eixo de entrada 208.

[00061] Proximamente, o eixo de entrada 208 compreende uma porção de interface, configurada para ser engatada pelo manipulador robótico 100, que é uma barra 212 afixada perpendicular ao eixo de entrada 208. O eixo de entrada 208 e a barra 212 formam uma peça-T que facilita o engate do eixo de entrada 208 pelo manipulador robótico 100.

[00062] Na extremidade distal 201B, a fixação de ferramenta 200 compreende a ferramenta 214. Na modalidade mostrada na Figura 2, a ferramenta 214 é uma escova rotativa. Como a ferramenta 214 é uma ferramenta rotativa, o eixo de saída 210 é acoplado ao eixo de entrada 208 por uma unidade de transmissão 216 ou caixa de câmbio. A unidade de transmissão 216 permite que a velocidade rotacional do eixo de saída 210 seja diferente daquela do eixo de entrada 208 - nesse exemplo a unidade de transmissão é uma caixa de câmbio epicíclica, planetária compreendendo uma engrenagem de anel 218 fixada ao alojamento 220 da unidade de transmissão 216, uma série de engrenagens planetárias 222a, 222b, ..., fixadas em um transportador planetário 224, e uma engrenagem solar 226. Nesse exemplo, o transportador planetário 224 é acoplado ao eixo de entrada 208, e a engrenagem solar 226 é acoplada ao eixo de saída 210, e assim a velocidade rotacional do eixo de saída será maior que a velocidade rotacional do eixo de entrada. Como será reconhecido, se for exigido que a velocidade rotacional do eixo de saída seja menor que a velocidade rotacional do eixo de entrada então a unidade de transmissão pode ser disposta de modo que o eixo de entrada seja acoplado a engrenagem solar e o eixo de saída seja acoplado ao transportador planetário.

[00063] Como mostrado na vista em perspectiva recortada da fixação de ferramenta 200 na Figura 3A, o módulo de agarramento 106 é configurado para entrar na cavidade 204 definida pelo alojamento 202 para engatar o eixo de entrada 208 através da barra 212.

[00064] As figuras 4 e 5 mostram um UUV 400 compreendendo dois manipuladores robóticos 100, cada manipulador robótico 100 compreendendo um módulo de agarramento 106 como efetor de extremidade 105. Os manipuladores robóticos 100 compreendem juntas 402 e ligações 404.

[00065] Também é mostrado um trocador de ferramenta 500 de acordo com a presente invenção. O trocador de ferramenta 500 compreende uma pluralidade de fixações de ferramenta 200. Cada fixação de ferramenta 200 compreende uma ferramenta diferente 214A, 214B, 214C.

[00066] O trocador de ferramenta 500 é definido por um cesto de ferramentas 502 compreendendo uma pluralidade de suportes 504A, 504B, 504C. Cada suporte 504A, 504B, 504C é configurado para receber uma das fixações de ferramenta 200.

[00067] Cada fixação de ferramenta 200 é montada de forma liberável em um suporte respectivo dos suportes 504A, 504B, 504C. Embora não mostrado, o cesto de ferramentas 502 pode ser montado no UUV 400 por um meio de fixação, como cavilhas ou fios. Alternativamente, o cesto de ferramentas 502 pode ser montado no UUV 400 por pinos de liberação rápida. Os pinos de liberação rápida podem ser remotamente atuáveis para permitir que o UUV acople e desacople com o cesto de ferramentas enquanto sob o mar. Nessa alternativa, o cesto de ferramentas 502 pode permanecer, por exemplo, no fundo do mar enquanto o UUV realiza a missão.

[00068] Uma primeira fixação de ferramenta 200A é montada em um primeiro suporte 504A e compreende uma

ferramenta rotativa como a escova rotativa 214A também mostrada nas figuras 2 e 2A. Embora a velocidade rotacional da escova rotativa 214A possa diferir de uma velocidade rotacional do manipulador robótico 100 devido à unidade de transmissão 216, o eixo rotacional da escova rotativa 214A é coaxial ao eixo rotacional do manipulador robótico 100.

[00069] Uma segunda fixação de ferramenta 200B é montada em um segundo suporte 504B, e compreende uma ferramenta linear como um cortador de cabo 214B. A segunda fixação de ferramenta 200B compreende, portanto, uma unidade de transmissão linear que é configurada para converter movimento rotacional do eixo de entrada 208 em movimento linear do eixo de saída 210.

[00070] A conversão de movimento rotativo em movimento linear pode ser obtida por qualquer meio conhecido pelo técnico no assunto, tal como um mecanismo do tipo parafuso, mecanismos de cremalheira e pinhão, mecanismos de manivela-deslizante ou similar. O mecanismo do tipo parafuso pode ser um mecanismo de parafuso de avanço, parafuso de esfera ou parafuso de esfera satélite.

[00071] Uma terceira fixação de ferramenta 200C é montada em um terceiro suporte 504C, e compreende uma ferramenta rotativa como um disco de corte ou disco de esmerilhar 214C, cujo movimento rotacional é angularmente deslocado a partir de um eixo rotacional do eixo de entrada 208. A unidade de transmissão angular 506 da terceira fixação de ferramenta 200C permite que o movimento rotacional do eixo de entrada 208 seja angularmente deslocado, de modo que o movimento rotacional do eixo de

saída 210 ocorre ao longo de um eixo rotacional diferente do movimento rotacional do eixo de entrada 208. O eixo rotacional do disco de corte ou disco de esmerilhar 214C é deslocado em cerca de 90 graus a partir do eixo rotacional do eixo de entrada 208.

[00072] Embora o trocador de ferramenta 500 seja mostrado como tendo três ferramentas 214A, 214B, 214C fixadas em três fixações de ferramenta 200A, 200B, 200B montadas em três suportes 504A, 504B, 504C, o trocador de ferramenta 500 pode compreender qualquer número de ferramentas. As ferramentas com funcionalidade adicional podem ser facilmente consideradas pelo técnico no assunto.

[00073] Qualquer variedade de ferramentas lineares pode ser considerada pelo técnico no assunto, e embora o cortador de cabo 214B seja configurado para se mover linearmente em uma direção do eixo rotacional do eixo de entrada 208, a ferramenta linear pode se mover em uma direção que é angularmente deslocada a partir do eixo rotacional do eixo de entrada 208.

[00074] Similarmente, qualquer variedade de ferramentas angulares pode ser considerada, e o movimento rotacional de tal ferramenta angular pode ser ao longo do eixo rotacional do eixo de entrada 208 ou pode ser angularmente deslocado a partir do eixo rotacional do eixo de entrada 208. Adicionalmente ou alternativamente, a velocidade rotacional do eixo de saída 210 pode ser diferente da velocidade rotacional do eixo de entrada 208, e a velocidade rotacional do eixo de saída 210 pode ser

variável dependentemente ou independentemente da velocidade do eixo de entrada 208.

[00075] As figuras 6(a) e 6(b) mostram, respectivamente, dois exemplos de ferramentas atuadas lineares adicionais. Em cada exemplo, o alojamento do dispositivo de fixação de ferramenta e a entrada na unidade de transmissão é a mesma como para o exemplo mostrado e descrito com referência à Figura 2. Olhando primeiramente para a Figura 6(a), o dispositivo de fixação de ferramenta 600 compreende uma ferramenta coletora de amostra submarina 602. A ferramenta compreende um par de conchas correspondentes, na forma de copos côncavos, configurados para abrir e fechar após atuação linear da ferramenta. A unidade de transmissão 604 é configurada para converter a entrada rotacional em movimento linear do eixo de saída 606 que, por sua vez, atua sobre os braços de alavanca da ferramenta 602.

[00076] Olhando agora para a Figura 6(b), o dispositivo de fixação de ferramenta 608 compreende uma ferramenta de pegador de "casca de laranja" 610. A ferramenta de pegador de "casca de laranja" 610 compreende uma pluralidade de seções côncavas que, após o pegador ser fechado, formam um espaço encerrado no qual material pode ser retido. Similarmente à fixação de ferramenta 600, a fixação de ferramenta 608 compreende ainda a unidade de transmissão 612 que é configurada para converter a entrada rotacional em movimento linear do eixo de saída 614 que, por sua vez, atua sobre os braços de alavanca da ferramenta 610.

[00077] Como o alcance dos manipuladores robóticos 100 fixados no UUV 400 pode ser limitado, o cesto de ferramentas 502 do trocador de ferramenta 500 pode compreender um carrossel que é giratório de modo que uma fixação selecionada das três fixações de ferramenta 200A, 200B, 200C está em uma posição a ser engatada pelo módulo de agarramento 106 do manipulador robótico 100.

[00078] A Figura 7 mostra um método de uso de um trocador de ferramenta 500 da presente invenção. O efector de extremidade 105 do manipulador robótico 100 engata 702 um eixo de entrada 210 de uma primeira fixação de ferramenta 200A. O manipulador robótico 100 desmonta então 704 a primeira fixação de ferramenta 200A a partir de um primeiro suporte 504A de um cesto de ferramentas 502 de um trocador de ferramenta 500.

[00079] Uma ferramenta 214A da primeira fixação de ferramenta 200A pode, opcionalmente, ser utilizada para executar 706 uma ação. A primeira fixação de ferramenta 200A é então remontada 708 sobre o primeiro suporte 504A do trocador de ferramenta 500.

[00080] Opcionalmente, um carrossel do trocador de ferramenta 500 é girado 710 para posicionar uma segunda fixação de ferramenta 200B a ser engatável pelo efector de extremidade 105 do manipulador robótico 100.

[00081] Ainda opcionalmente, o efector de extremidade 105 do manipulador robótico 100 engata 712 um eixo de entrada de uma segunda fixação de ferramenta 200B. Uma ferramenta 214B da segunda fixação de ferramenta 200B pode ser então utilizada para executar uma ação.

REIVINDICAÇÕES

1. Fixação de ferramenta para um manipulador robótico, **caracterizada pelo** fato de que compreende:

um alojamento configurado para engatar com um manipulador robótico;

um eixo de entrada configurado para ser engatado por um efector de extremidade do manipulador robótico;

um eixo de saída acoplado ao eixo de entrada; e

uma ferramenta acoplada ao eixo de saída, em que:

o dito alojamento compreende meio para evitar o movimento rotacional relativo entre o dito alojamento e um alojamento do manipulador robótico; e

após engate do efector de extremidade do manipulador robótico com o eixo de entrada, a fixação de ferramenta é retida no manipulador robótico, e movimento rotacional do efector de extremidade do manipulador robótico atua para girar o dito eixo de entrada e acionar a dita ferramenta.

2. Fixação de ferramenta para um manipulador robótico, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo** fato de que o alojamento compreende uma porção de luva oca tendo uma primeira extremidade aberta, e uma segunda extremidade fechada, a dita ferramenta disposta na segunda extremidade.

3. Fixação de ferramenta para um manipulador robótico, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizada pelo** fato de que a primeira extremidade compreendendo uma porção de guia configurada para alinhar radialmente e guiar o manipulador robótico para dentro do dito alojamento.

4. Fixação de ferramenta para um manipulador robótico, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizada pelo** fato de que a porção de guia é troncônica.

5. Fixação de ferramenta para um manipulador robótico, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizada pelo** fato de que um eixo rotacional do dito eixo de entrada é substancialmente alinhado com um eixo longitudinal do dito alojamento.

6. Fixação de ferramenta para um manipulador robótico, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizada pelo** fato de que o meio para evitar o movimento rotacional relativo compreende pelo menos uma fenda, ou pelo menos uma projeção, configurada para engatar com uma projeção ou fenda, correspondente, no manipulador robótico.

7. Fixação de ferramenta para um manipulador robótico, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizada pelo** fato de que o eixo de entrada compreende uma porção de interface configurada para ser engajada pelo efector do manipulador robótico.

8. Fixação de ferramenta para um manipulador robótico, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizada pelo** fato de que a dita porção de interface compreende uma barra afixada perpendicular ao dito eixo de entrada para formar uma peça-T.

9. Fixação de ferramenta para um manipulador robótico, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizada pelo** fato de que a ferramenta é uma ferramenta rotativa, e em que o eixo de saída é

acoplado ao eixo de entrada por uma unidade de transmissão compreendendo uma entrada acoplada ao eixo de entrada e uma saída acoplada ao eixo de saída, a dita unidade de transmissão configurada de modo que a velocidade rotacional da saída é mais alta que a velocidade rotacional da entrada, ou de tal modo que a velocidade rotacional da saída é mais baixa que a velocidade rotacional da entrada.

10. Fixação de ferramenta para um manipulador robótico, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizada pelo** fato de que um eixo rotacional da saída da unidade de transmissão é angularmente deslocado a partir de um eixo rotacional da entrada da unidade de transmissão.

11. Fixação de ferramenta para um manipulador robótico, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizada pelo** fato de que o deslocamento é cerca de 90 graus.

12. Fixação de ferramenta de acordo com a reivindicação 9, 10 ou 11, **caracterizada pelo** fato de que a ferramenta rotativa é uma entre: uma escova; um disco de corte; um disco de esmerilhar; e uma broca.

13. Fixação de ferramenta para um manipulador robótico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **caracterizada pelo** fato de que a ferramenta é uma ferramenta linear, e em que o eixo de saída é acoplado ao eixo de entrada por uma unidade de transmissão linear compreendendo uma entrada acoplada ao eixo de entrada e uma saída acoplada ao eixo de saída, a dita unidade de transmissão configurada de tal modo que o eixo de entrada de rotação causa movimento linear do eixo de saída.

14. Fixação de ferramenta para um manipulador robótico, de acordo com a reivindicação 13, **caracterizada pelo** fato de que a ferramenta linear é uma de: um cortador de cabo; uma pinça compreendendo três ou mais garras; um pegador de "casca de laranja"; e um coletor de amostra.

15. Trocador de ferramenta, **caracterizado pelo** fato de que compreende:

uma pluralidade de fixações de ferramenta para um manipulador robótico conforme definida em qualquer uma das reivindicações anteriores, cada fixação de ferramenta compreendendo uma ferramenta diferente; e

um cesto de ferramentas compreendendo uma pluralidade de suportes, cada suporte configurado para montar de modo liberável uma fixação respectiva da pluralidade de fixações de ferramenta.

16. Trocador de ferramenta, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado pelo** fato de que o cesto de ferramentas é configurado para ser montado em um veículo subaquático não tripulado.

17. Trocador de ferramenta, de acordo com a reivindicação 15 ou 16, **caracterizado pelo** fato de que o dito cesto de ferramentas compreende um carrossel montado rotativamente configurado para seletivamente girar a dita pluralidade de fixações de ferramenta em uma posição na qual uma fixação de ferramenta pode ser engatada por um manipulador robótico.

18. Trocador de ferramenta, de acordo com qualquer uma das reivindicações 15, 16 ou 17, **caracterizado pelo** fato de que compreende adicionalmente uma porção de

manipulador robótico compreendendo um efetor de extremidade, em que um alojamento da dita porção de manipulador robótico compreende meios correspondentes para evitar movimento rotacional relativo entre o alojamento do manipulador robótico e o alojamento da fixação de ferramenta.

19. Trocador de ferramenta, de acordo com a reivindicação 18, quando dependente da reivindicação 6, **caracterizado pelo** fato de que o dito alojamento da fixação de ferramenta compreende pelo menos uma fenda, ou pelo menos uma projeção e o dito alojamento do manipulador robótico compreende pelo menos uma projeção correspondente ou pelo menos uma fenda correspondente, no manipulador robótico.

20. Trocador de ferramenta, de acordo com a reivindicação 19, **caracterizado pelo** fato de que pelo menos uma fenda ou pelo menos uma projeção são chaveadas com pelo menos uma projeção ou pelo menos uma fenda correspondente, de modo que o manipulador robótico seja alinhado de modo rotacional com a dita fixação de ferramenta.

21. Trocador de ferramenta, de acordo com qualquer uma das reivindicações 18, 19 ou 20, **caracterizado pelo** fato de que o efetor de extremidade é uma pinça.

22. Método de uso de um trocador de ferramenta compreendendo uma pluralidade de fixações de ferramenta para um manipulador robótico, **caracterizado pelo** fato de que compreende as etapas de:

engatar um eixo de entrada de uma primeira fixação de ferramenta da pluralidade de fixações de ferramenta com um efetor de extremidade do manipulador robótico;

desmontar a primeira fixação de ferramenta a partir de um primeiro suporte do trocador de ferramenta; e

remontar a primeira fixação de ferramenta sobre o primeiro suporte do trocador de ferramenta.

23. Método, de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado pelo** fato de que compreende adicionalmente a etapa de:

executar uma ação com a primeira fixação de ferramenta.

24. Método, de acordo com a reivindicação 22 ou 23, **caracterizado pelo** fato de que compreende adicionalmente a etapa de:

engatar um eixo de entrada de uma segunda fixação de ferramenta da pluralidade de fixações de ferramenta com o efetor de extremidade do manipulador robótico; e

desmontar uma segunda fixação de ferramenta a partir de um segundo suporte do trocador de ferramenta.

25. Método, de acordo com a reivindicação 22, 23 ou 24, **caracterizado pelo** fato de que compreende adicionalmente a etapa de:

girar, seletivamente, um carrossel do trocador de ferramenta, para posicionar uma fixação específica da pluralidade de fixações de ferramenta de modo a ser engatável pelo efetor de extremidade do manipulador robótico.

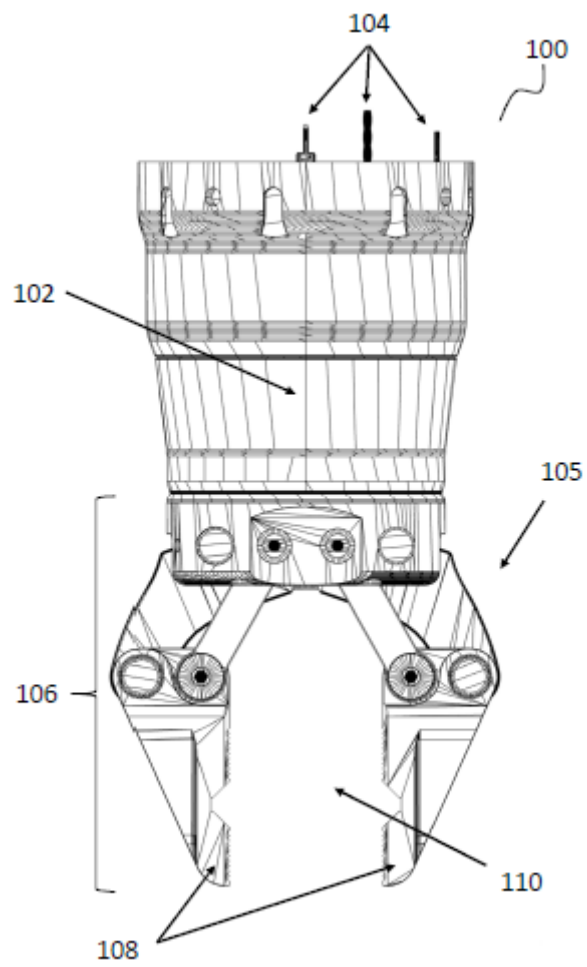


Figura 1

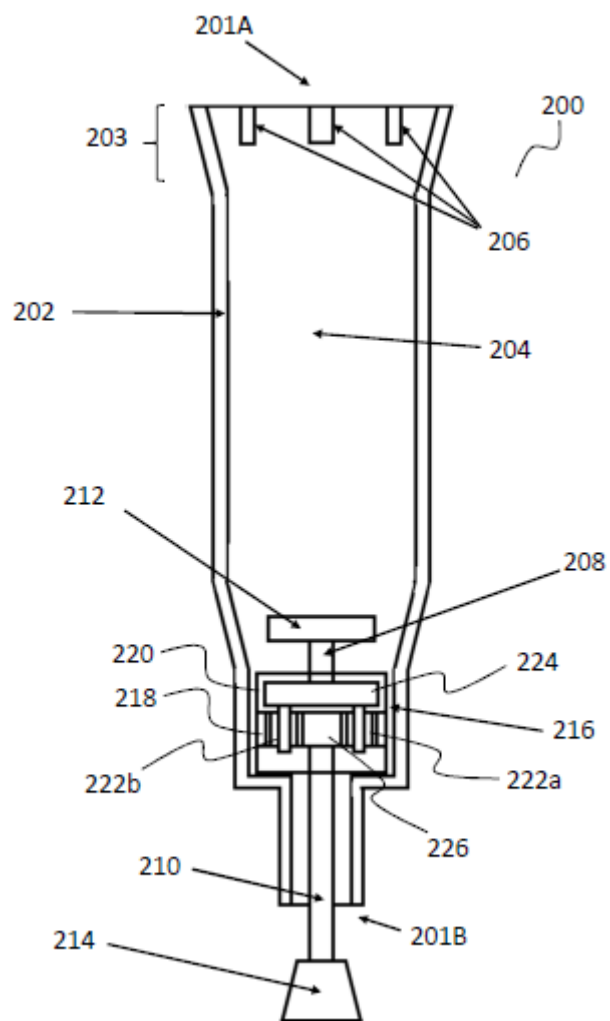


Figura 2

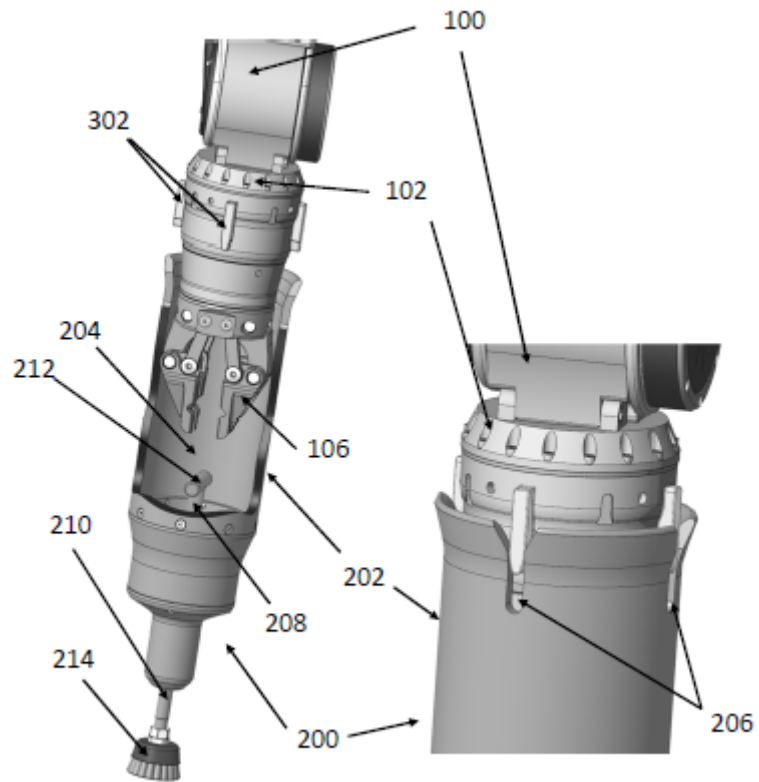


Figura 3

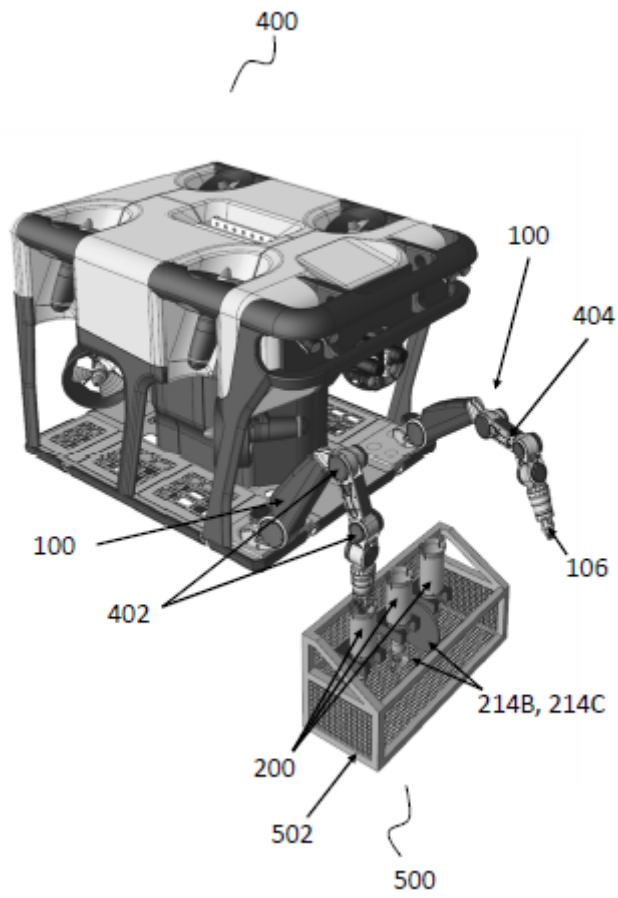


Figura 4

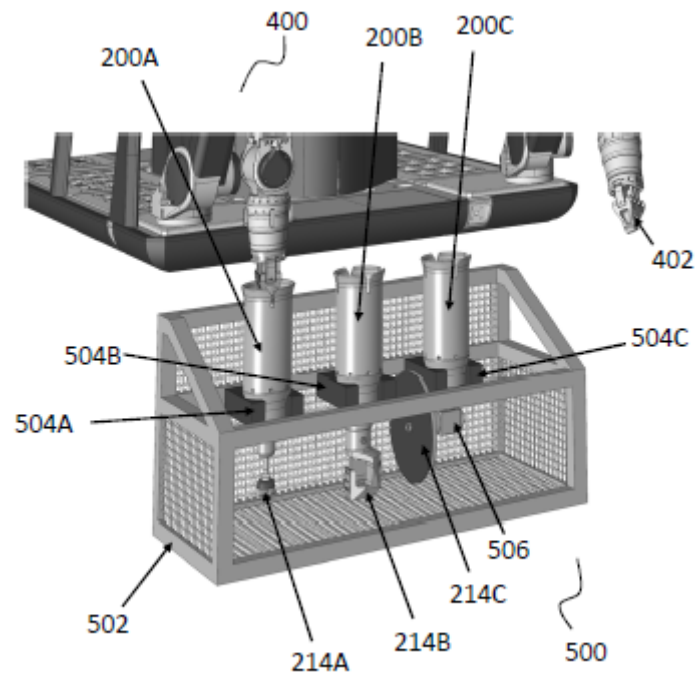
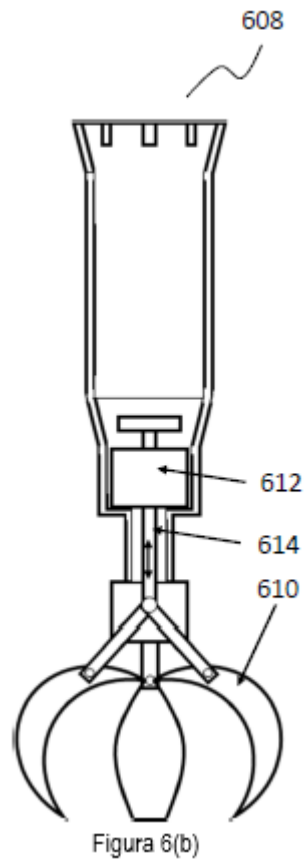
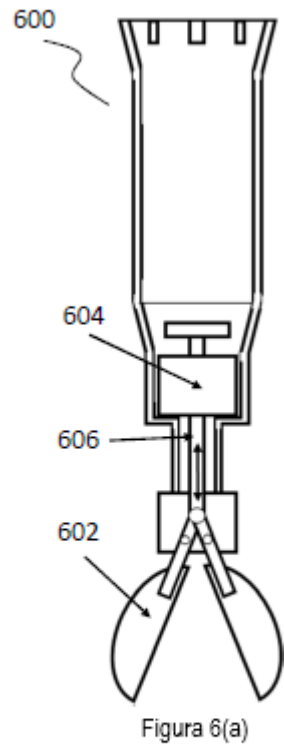


Figura 5



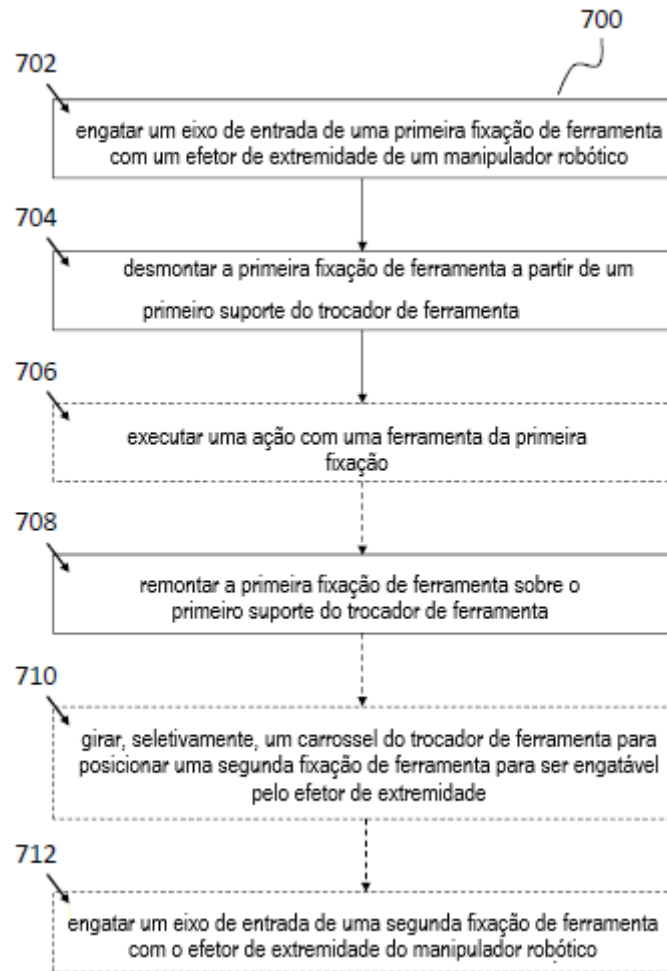


Figura 7

RESUMO**“FIXAÇÃO DE FERRAMENTA, TROCADOR DE FERRAMENTA E MÉTODO
CORRESPONDENTE DE USO”**

Uma fixação de ferramenta (200) para um manipulador robótico (100), compreendendo: um alojamento (202), um eixo de entrada (208) configurado para ser engatado por um efetor de extremidade (105) do manipulador robótico (100), um eixo de saída (210) e uma ferramenta (214) acoplada ao eixo de saída (210). O alojamento (202) compreende meio (206) para evitar movimento rotacional relativo entre o alojamento (202) e um alojamento do manipulador robótico (100). Após engate do efetor de extremidade (105) do manipulador robótico (100) com o eixo de entrada (208), a fixação de ferramenta (200) é retida no manipulador robótico (100), e o movimento rotacional do efetor de extremidade (105) do manipulador robótico (100) atua para girar o eixo de entrada (208) e acionar a ferramenta (214).