



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº BR 102017023685-4

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: BR 102017023685-4

(22) Data do Depósito: 01/11/2017

(43) Data da Publicação Nacional: 04/06/2019

(51) Classificação Internacional: B64C 39/00; G05D 1/00.

(52) Classificação CPC: B64C 39/00; B64C 2201/00; G05D 1/00.

(54) Título: MECANISMO VARIADOR DE PASSO DE HÉLICE, VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO COM PASSO DE HÉLICE VARIÁVEL E MÉTODO DE CONTROLE DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO COM PASSO DE HÉLICE VARIÁVEL

(73) Titular: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL, Instituição de Ensino e Pesquisa. CGC/CPF: 88648761000103. Endereço: RUA FRANCISCO GETÚLIO VARGAS, 1130, Caxias do Sul, RS, BRASIL(BR), 95070-560, Brasileira

(72) Inventor: MARCOS ALEXANDRE LUCIANO; SERGIO DA SILVA KUCERA; VAGNER GRISON; HERITON JÚNIOR ALBUQUERQUE; JONATAS COMPARIN ARALDI; RICARDO LUIS DE OLIVEIRA.

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 01/11/2017, observadas as condições legais

Expedida em: 10/09/2024

Assinado digitalmente por:

Alexandre Dantas Rodrigues

Diretor de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

Relatório Descritivo de Patente de Invenção

MECANISMO VARIADOR DE PASSO DE HÉLICE, VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO COM PASSO DE HÉLICE VARIÁVEL E MÉTODO DE CONTROLE DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO COM PASSO DE HÉLICE VARIÁVEL

Campo da Invenção

[0001] A presente invenção descreve meios de variação de passo de hélice de um veículo aéreo não tripulado de asas fixas radiocontrolado. A presente invenção se situa nos campos de veículos aéreos, mais precisamente nos campos de veículos aéreos não tripulados (VANTS).

Antecedentes da Invenção

[0002] A ideia de voar é bastante antiga. Existem muitos registros no qual demonstram que a vontade do homem de voar vem de tempos imemoráveis. Os avanços da engenharia foram entendendo e solucionando os problemas para que enfim uma máquina mais pesada que o ar pudesse voar.

[0003] A Engenharia Aeronáutica deixou marcas incontáveis na história, e esteve presente em acontecimentos como a Primeira Guerra Mundial, na qual se iniciou a utilização de aeronaves em combates.

[0004] Ao se projetar um equipamento ou máquina busca-se sempre a melhor condição de trabalho. No grupo motopropulsor, para que isto ocorra, é necessária a alteração do passo da hélice durante as diferentes situações de voo. Na decolagem da aeronave, por exemplo, é necessária uma grande tração e isto é possível com um passo pequeno e o motor trabalhando em alta rotação. Durante o voo de cruzeiro, variando para um passo maior ganha-se velocidade com baixas rotações, trazendo benefícios como uma maior autonomia no voo e menor desgaste ao motor. Ao reverter o passo, a hélice deslocará massa de ar para a frente da aeronave, assim freando-a e reduzindo o comprimento de pista necessário ao pouso.

[0005] Em Veículos Aéreos não Tripulados (VANTS) com motor do tipo a

pistão não existem mecanismos variadores de passo que atendam todas as necessidades citadas acima para sua implementação.

[0006] Na busca pelo estado da técnica em literaturas científica e patentária, foram encontrados os seguintes documentos que tratam sobre o tema:

[0007] O documento “*Sistema de Hélice de Passo Variável para UAVs Elétricos*” de Sousa (2012) tem como objetivo reduzir o consumo elétrico das aeronaves não tripuladas (VANT) por meio do estudo do desempenho da variação de passo de hélices. Contudo, o documento refere-se a um sistema que utiliza um motor elétrico, em que não há uma grande tração como há em motores a pistão, e dessa forma, o mecanismo desenvolvido não adequa o passo de hélice para essa situação, o que acarreta no desgaste do motor.

[0008] O documento US1857319A revela um mecanismo que disponibiliza a possibilidade de reversão do passo da hélice, auxiliando no pouso do avião. Contudo, tal mecanismo foi desenvolvido para veículos aéreos tripulados em que o próprio piloto executa o ajuste das pás durante o vôo.

[0009] O documento US2347104A refere-se a um mecanismo que tem como objetivo proporcionar uma atuação hidráulica de inclinação das hélices, ajustando automaticamente as configurações em resposta às variações nas velocidades do motor e do avião no voo. Ainda, o documento relaciona-se a veículos aéreos tripulados.

[0010] O documento CN 105539834(A) descreve um sistema de potência de asa fixa de passo variável para um veículo aéreo não tripulado. O sistema compreende pás, um pino excêntrico, um bloco deslizante, uma base deslizante de passo variável, um pistão de passo variável, um meio de automação e demais elementos de implementação do sistema de potência. Contudo, o sistema apresenta baixa resistência a tensões de cisalhamento, e portanto não se aplicaria a sistemas de motor a pistão.

[0011] O documento CN 106043670A refere-se a um mecanismo que proporciona um eixo de hélice de passo variável por um motor de acionamento

que tem um mecanismo de passo, através do eixo do motor por meio de furos para que as pás sejam sincronizadas. O suporte das pás é associado a um eixo e dessa forma, o sistema apresenta baixa resistência a rotação das hélices, o que impactaria em falhas de operação em sistemas do tipo motor a pistão que gera uma grande tração principalmente na decolagem.

[0012] 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.

[0013] Portanto, é notável a existência de uma necessidade de variação de passo de hélice em veículos aéreos não tripulados (VANT) em um sistema de resistência mecânica suficiente para trabalhar em altas rotações e permitindo a reversão de passo.

Sumário da Invenção

[0014] Dessa forma, a presente invenção tem por objetivo resolver os problemas constantes no estado da técnica a partir de um mecanismo variador de passo de hélice de um veículo aéreo não tripulado (VANT), compreendendo um mancal de deslizamento (2) associado a um meio de automação (5) por um rolamento (3) e uma haste (4), um bloco fixo (1) bipartido associado ao mancal de deslizamento (2) e para fixação do suporte de pás (6) no mecanismo. Tal mecanismo permite o controle remoto do VANT apresentando uma otimização do desempenho do voo em relação à rotação do motor, permitindo a variação de um ângulo positivo a outro negativo adequando-se à necessidade.

[0015] Em um primeiro objeto, a presente invenção apresenta um mecanismo variador de passo de hélice de veículo aéreo não tripulado de asas fixas compreendendo:

- a. mecanismo de rotação de pás compreendendo:
 - i. um bloco fixo (1); e
 - ii. um mancal de deslizamento (2);

b. mecanismo de acionamento compreendendo:

- i. rolamento (3);
- ii. haste (4); e
- iii. meio de automação (5);

c. mecanismo de pás compreendendo:

- i. suportes de pás (6); e
- ii. pás (7);

em que,

- o bloco fixo (1) é fixado ao mancal de deslizamento (2);
- o rolamento (3) é associado à ranhura do mancal de deslizamento (2) e à haste (4);
- a haste (4) é associada ao meio de automação (5) por braço rotativo;
- os suportes de pás (6) são conectados ao bloco fixo (1) por encaixe;
- as pás (7) são conectadas ao suporte de pás (6) por elemento de fixação; e
- o suporte de pás (6) é associado ao mancal de deslizamento (2).

[0016] Em um segundo objeto a presente invenção apresenta um veículo aéreo não tripulado (VANT) com passo de hélice variável compreendendo:

- a. mecanismo variador de passo de hélice conforme definido anteriormente;
- b. motor a pistão;
- c. unidade de controle;

em que, o meio de automação (5) do mecanismo variador de passo de hélice é associado ao meio de ligação do motor a pistão e à unidade de controle.

[0017] Em um terceiro objeto a presente invenção apresenta um método para controle de veículo aéreo não tripulado de asas fixas com passo de hélice variável implementado no sistema de acordo com o terceiro objeto e que compreende as etapas de:

- a. envio de comando da unidade de controle ao meio de automação (5);
- b. aplicação de força do meio de automação (5) no mancal de

deslizamento (2);

c. variação do ângulo das pás (7);

em que,

- o ângulo das pás (7) varia de acordo com o deslocamento aplicado pelo meio de automação (5).

[0018] Ainda, o conceito inventivo comum a todos os contextos de proteção reivindicados compreende a variação de passo de hélice de um veículo aéreo não tripulado de asas fixas, com um mecanismo de acionamento com mancal de deslizamento (2) associado ao meio de automação (5) por rolamento (3) e haste (4).

[0019] Estes e outros objetos da invenção serão imediatamente valorizados pelos versados na arte e pelas empresas com interesses no segmento, e serão descritos em detalhes suficientes para sua reprodução na descrição a seguir.

Breve Descrição das Figuras

[0020] Com o intuito de melhor definir e esclarecer o conteúdo do presente pedido de patente, são apresentadas as presentes figuras:

[0021] A figura 1 ilustra uma concretização do mecanismo variador de passo de hélice compreendendo: bloco fixo traseiro (1.1), bloco fixo dianteiro (1.2), mancal de deslizamento (2), suporte de pás (6), arruela (6.2), porca (6.3) e parafuso (6.4) do suporte, pás (7), *spinner* (8), parafuso do *spinner* (8.1), e os elementos de conexão entre o suporte de pás (6) e o mancal de deslizamento (2): ressalto de conexão do mancal (2.1), ressalto de conexão do suporte (6.1), porca (9.1), arruela de pressão (9.2), barra (9.3), bucha (9.4), arruela lisa (9.5) e parafuso (9.6).

[0022] A figura 2 mostra um detalhamento do mancal de deslizamento (2) e do bloco fixo traseiro (1.1) os quais formam o mecanismo de rotação de pás.

[0023] A figura 3 mostra um detalhamento do mecanismo de rotação das

pás em associação com o mecanismo de acionamento.

[0024] A figura 4a mostra o bloco fixo (1) em detalhe em associação com o suporte de pás (6).

[0025] A figura 4b mostra a associação do bloco fixo (1) com os suportes de pás (6) em corte.

[0026] A figura 5 mostra em detalhe a associação da pá (7) com o suporte de pá (6).

[0027] A figura 6 mostra um exemplo da configuração de passo de hélice nos passo máximo (PM), um intermediário (PI) e reverso (PR).

[0028] A figura 7 mostra exemplos dos ângulos de transmissão em passo máximo (PM) e passo reverso (PR).

[0029] A figura 8 mostra uma ilustração do veículo aéreo não tripulado (VANT) em uma plataforma para teste.

Descrição Detalhada da Invenção

[0030] Em um primeiro objeto, a presente invenção apresenta um mecanismo variador de passo de hélice de veículo aéreo não tripulado de asas fixas compreendendo ao menos um mecanismo de rotação de pás compreendendo: um bloco fixo (1) e um mancal de deslizamento (2), um mecanismo de acionamento compreendendo um rolamento (3), uma haste (4) e um meio de automação (5), um mecanismo de pás compreendendo: suportes de pás (6) e pás (7).

[0031] O bloco fixo (1) é bipartido compreendendo um bloco fixo traseiro (1.1) e um bloco fixo dianteiro (1.2). Conforme ilustração da figura 1, o bloco fixo (1) é fixado ao mancal de deslizamento (2) por meio do bloco fixo traseiro (1.1), ainda, o dito bloco fixo traseiro (1.1) compreende uma cunha (1.3). A dita cunha (1.3), mostrada na figura 4a, tem como função absorver as tensões de cisalhamento existentes no mecanismo, evitando que as mesmas sejam aplicadas nos parafusos do mecanismo.

[0032] O movimento do mancal de deslizamento (2) ocorre por meio da

força aplicada pelo meio de automação (5). Tal aplicação se dá por meio de uma haste (4) associada ao meio de automação (5) por um braço rotativo, como mostra a ilustração da Figura 3. Em uma concretização, o meio de automação (5) é um servo motor.

[0033] Ainda, a haste (4) é associada a um rolamento (3) que atua na ranhura do mancal de deslizamento (2) para diminuir o atrito durante o giro do conjunto.

[0034] Os suportes de pás (6) são encaixados no bloco fixo (1). O dito encaixe é dado pela associação do bloco fixo traseiro (1.1) e dianteiro (1.2). Onde os dois blocos são associados por elementos de fixação.

[0035] As pás (7) são associadas aos suportes das pás (6) por elementos de fixação, tal como parafusos (6.4). Os ditos suportes das pás (6) são associados ao mancal de deslizamento (2) para permitir a rotação do mecanismo. Para isso, o mancal de deslizamento (2) compreende ressaltos de conexão do mancal (2.1), e os suportes das pás (6) compreendem ressaltos de conexão do suporte (6.1), em que os ressaltos de conexão do mancal (2.1) e os ressaltos de conexão do suporte (6.1) são interconectados por barras (9.3). Assim, o movimento relativo do mancal de (2) em relação ao bloco fixo (1) promove o deslocamento angular do suporte (6) por meio da barra (9.3), que, por sua vez, possibilita a mudança do ângulo de ataque das pás (7).

[0036] Em um segundo objeto a presente invenção apresenta um veículo aéreo não tripulado (VANT) com passo de hélice variável compreendendo um mecanismo variador de passo de hélice conforme descrito no primeiro objeto e um motor a pistão. O dito motor a pistão é ligado ao meio de automação (5) para gerar tração para impulsionar a aeronave.

[0037] Ainda, o VANT adicionalmente compreende um *spinner* (8) fixado ao bloco fixo (1) por elementos de fixação com orientação axial ao motor a pistão. O dito *spinner* (8) auxilia na aerodinâmica do VANT e agrega proteção ao mecanismo.

[0038] Em um terceiro objeto a presente invenção apresenta um método

para controle de veículo aéreo não tripulado de asas fixas com passo de hélice variável implementado no sistema de acordo com o terceiro objeto e que compreende as etapas de envio de comando da unidade de controle ao meio de automação (5), aplicação de força do meio de automação (5) no mancal de deslizamento (2), variação do ângulo das pás (7).

[0039] A etapa de envio de comando da unidade de controle ao meio de automação (5) tem como intuito controlar o deslocamento aplicado pelo meio de automação (5) para permitir a variação de passo de hélice durante o voo.

[0040] Em uma concretização, um usuário realiza o envio do sinal de comando por um controlador remoto para realizar uma variação do passo do VANT. O sinal é recebido pelo VANT em um receptor de rádio frequência. Então, o sinal RF recebido é processado na unidade de controle para envio do sinal de comando ao meio de automação (5). Com o recebimento do comando, o meio de automação (5) varia o deslocamento aplicado no mancal de deslizamento (2) para a rotação das pás (7) para variar o passo de acordo com a necessidade do indivíduo.

[0041] O mecanismo possui um curso máximo e isto define os ângulos de passo máximo (PM) e reverso (PR) do mecanismo. Entre estes dois limites o ângulo poderá ser ajustado conforme as necessidades do piloto.

[0042] Em uma concretização de utilização de uma pá sem torção a condição de passo neutro não gera nenhuma tração.

[0043] Dessa forma, a presente invenção apresenta uma otimização do desempenho do voo em relação à rotação do motor, permitindo a variação de um ângulo positivo a outro negativo adequando-se a necessidade do usuário.

Exemplos - Concretizações

[0044] 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.

Exemplo I – Ângulos de variação do passo

[0045] O mecanismo varia o ângulo das pás devido à força aplicada pelo meio de automação e possui um curso máximo e isto define os ângulos de passo máximo (PM) e reverso (PR) do mecanismo. Entre estes dois limites o ângulo poderá ser ajustado conforme as necessidades do piloto.

[0046] Devido à utilização de uma pá sem torção a condição de passo neutro não gera nenhuma tração. A Figura 7 mostra os passos máximo (PM), reverso (PR) e um intermediário (PI).

[0047] Dessa forma, o mecanismo foi ajustado para que o usuário possa variar o passo de 18° até -18° em relação ao eixo vertical, podendo também ser ajustado em posições intermediárias (PI) como 10° indicado na Figura 7.

Exemplo II – Ângulos de transmissão

[0048] A força necessária para alterar o passo do mecanismo é exercida pelo meio de automação, um ângulo de transmissão próximo à 90° entre as barras traz vantagem mecânica, no projeto do mecanismo, para os passos máximo e reverso buscou-se esta condição de trabalho. A Figura 8 ilustra os ângulos de transmissão utilizados: passo máximo (PM) de 115° e passo reverso de 80° em relação ao eixo horizontal.

Exemplo III – Teste do mecanismo

[0049] Neste teste, o mecanismo variador de passo foi acoplado ao motor OS 0.61 f e instalado em uma plataforma, conforme Figura 8, o qual possuía um dinamômetro utilizado para medir valores de tração, também foi utilizado um dispositivo fotocélula para registrar os valores de rpm alcançados.

[0050] Os versados na arte valorizarão os conhecimentos aqui apresentados e poderão reproduzir a invenção nas modalidades apresentadas e em outras variantes, abrangidas no escopo das reivindicações anexas.

Reivindicações

1. Mecanismo variador de passo de hélice de veículo aéreo não tripulado de asas fixas compreendendo ao menos:

- a. mecanismo de rotação de pás compreendendo:
 - i. um bloco fixo (1); e
 - ii. um mancal de deslizamento (2);
- b. mecanismo de acionamento compreendendo:
 - i. rolamento (3);
 - ii. haste (4); e
 - iii. meio de automação (5);
- c. mecanismo de pás compreendendo:
 - i. suportes de pás (6); e
 - ii. pás (7);

em que,

- o bloco fixo (1) é fixado ao mancal de deslizamento (2);
- o rolamento (3) é associado à ranhura do mancal de deslizamento (2) e à haste (4);

- as pás (7) são conectadas ao suporte de pás (6) por elemento de fixação;

o mecanismo sendo **caracterizado pelo** fato de que:

- a haste (4) é associada ao meio de automação (5) por braço rotativo;
- os suportes de pás (6) são conectados ao bloco fixo (1) por encaixe;
- em que o bloco fixo (1) é bipartido e compreende um bloco fixo traseiro (1.1) e um bloco fixo dianteiro (1.2), em que: o bloco fixo traseiro (1.1) e o bloco fixo dianteiro (1.2) são associados por elementos de fixação; e o bloco fixo traseiro (1.1) compreende uma cunha (1.3);
- o suporte de pás (6) é associado ao mancal de deslizamento (2); e
- o mancal de deslizamento (2) compreende ressaltos de conexão do mancal (2.1), e os suportes das pás (6) compreendem ressaltos de conexão do suporte (6.1), em que os ressaltos de conexão do mancal (2.1) e os ressaltos de

conexão do suporte (6.1) são interconectados por barras (9.3).

2. Veículo aéreo não tripulado com passo de hélice variável **caracterizado** pelo fato de compreender ao menos:

- a. mecanismo variador de passo de hélice definido na reivindicação 1;
- b. motor a pistão;
- c. unidade de controle;

em que, o meio de automação (5) do mecanismo variador de passo de hélice é associado ao meio de ligação do motor a pistão e à unidade de controle.

3. Veículo aéreo não tripulado de asas fixas com passo de hélice variável, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pelo fato de compreender adicionalmente um *spinner* (8) fixado ao bloco fixo (1) por elementos de fixação com orientação axial ao motor a pistão.

4. Método de controle de veículo aéreo não tripulado de asas fixas com passo de hélice variável **caracterizado** pelo fato de ser implementado no veículo aéreo não tripulado de acordo com as reivindicações 2 e 3 e por compreender as etapas de:

- a. envio de comando da unidade de controle ao meio de automação (5);
- b. aplicação de deslocamento do meio de automação (5) no mancal de deslizamento (2);
- c. variação do ângulo das pás (7);

em que,

- o ângulo das pás (7) varia de acordo com o deslocamento aplicado pelo meio de automação (5).

5. Método de controle de veículo aéreo não tripulado de asas fixas com passo de hélice variável, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** pelo fato de a etapa de variação de ângulo das pás compreender a variação de passo entre um passo máximo (PM) e um passo reverso (PR).

6. Método de controle de veículo aéreo não tripulado de asas fixas com

passo de hélice variável, de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 e 5, **caracterizado** pelo fato de compreender uma etapa inicial de ajuste de passo máximo (PM) e de passo reverso (PR).

FIGURAS

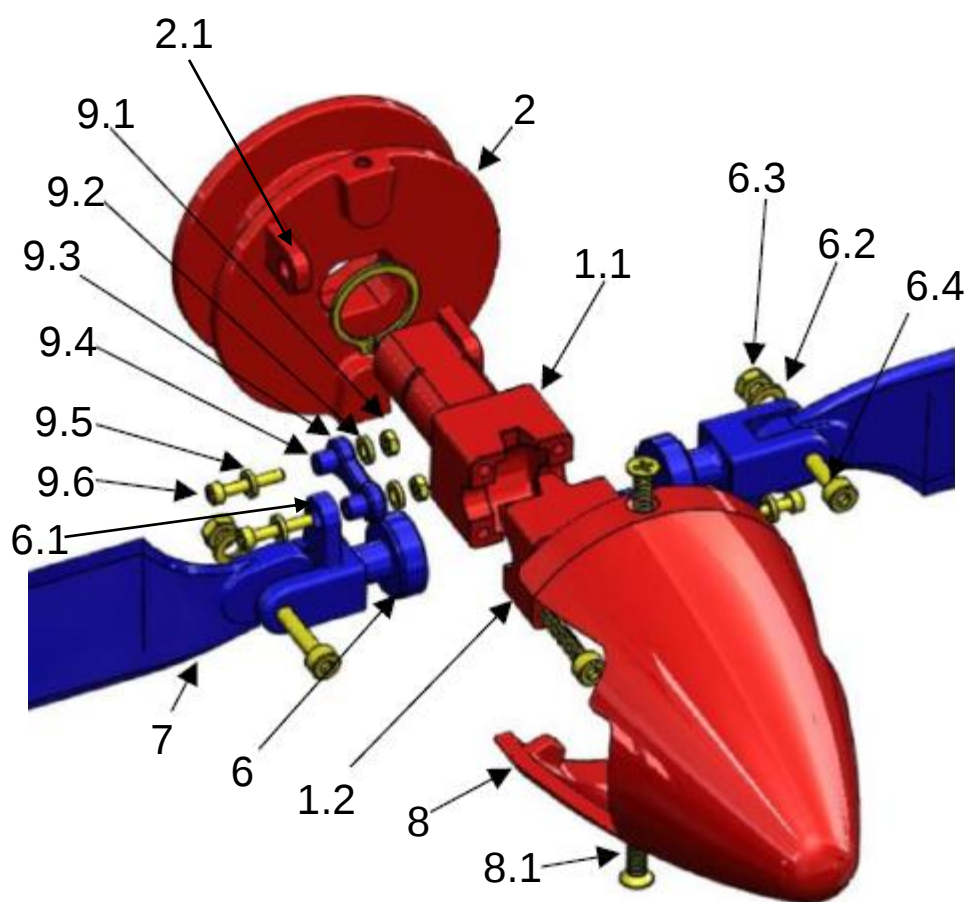
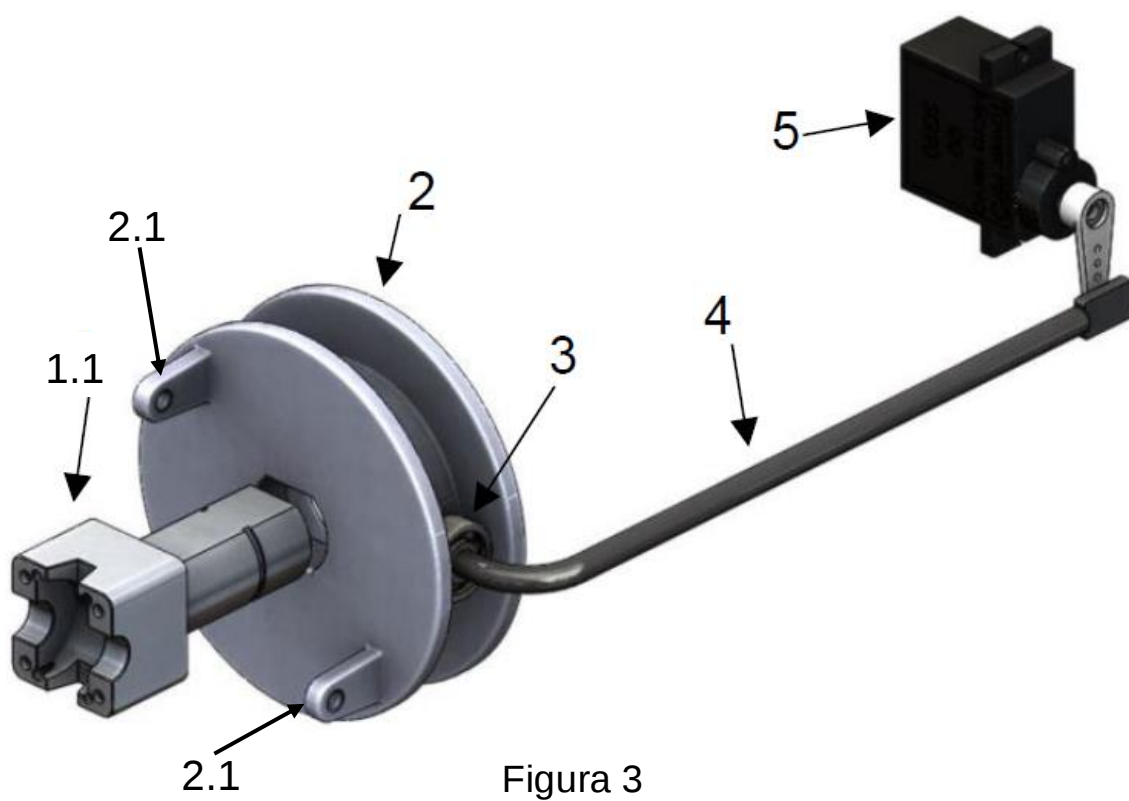
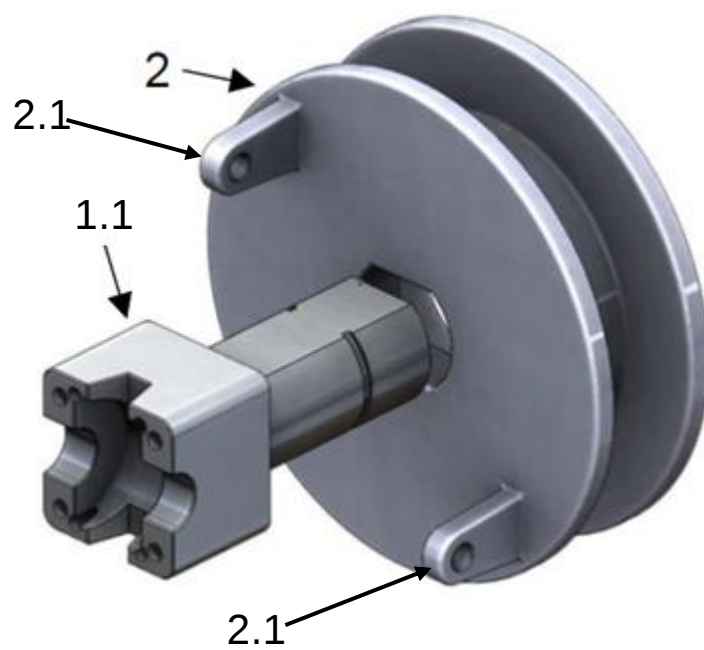


Figura 1



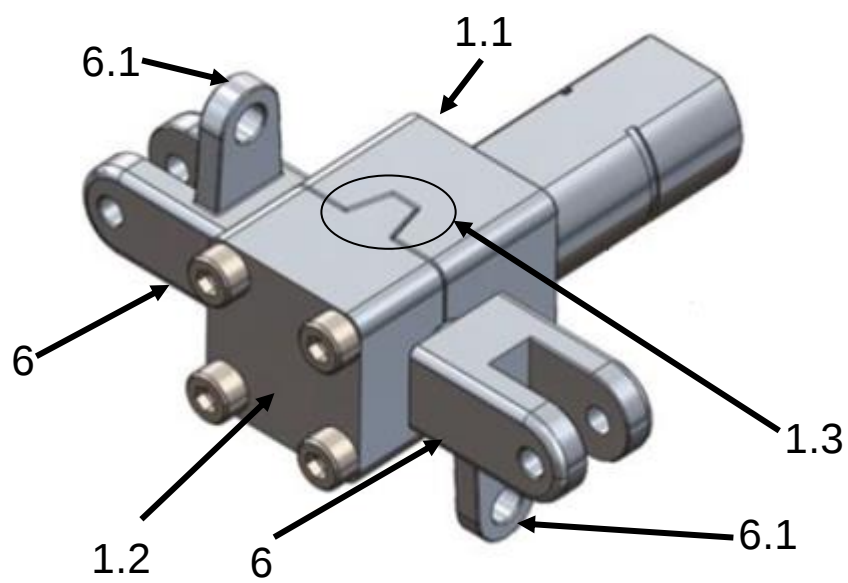


Figura 4a

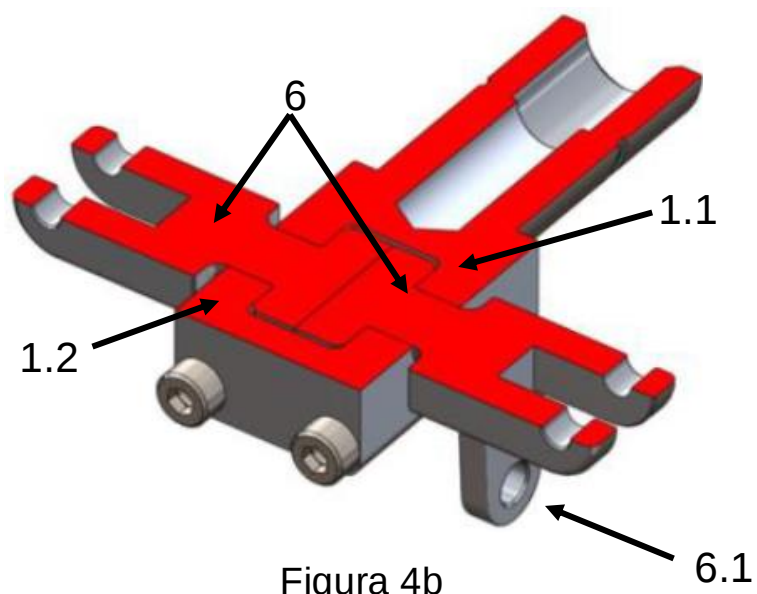


Figura 4b

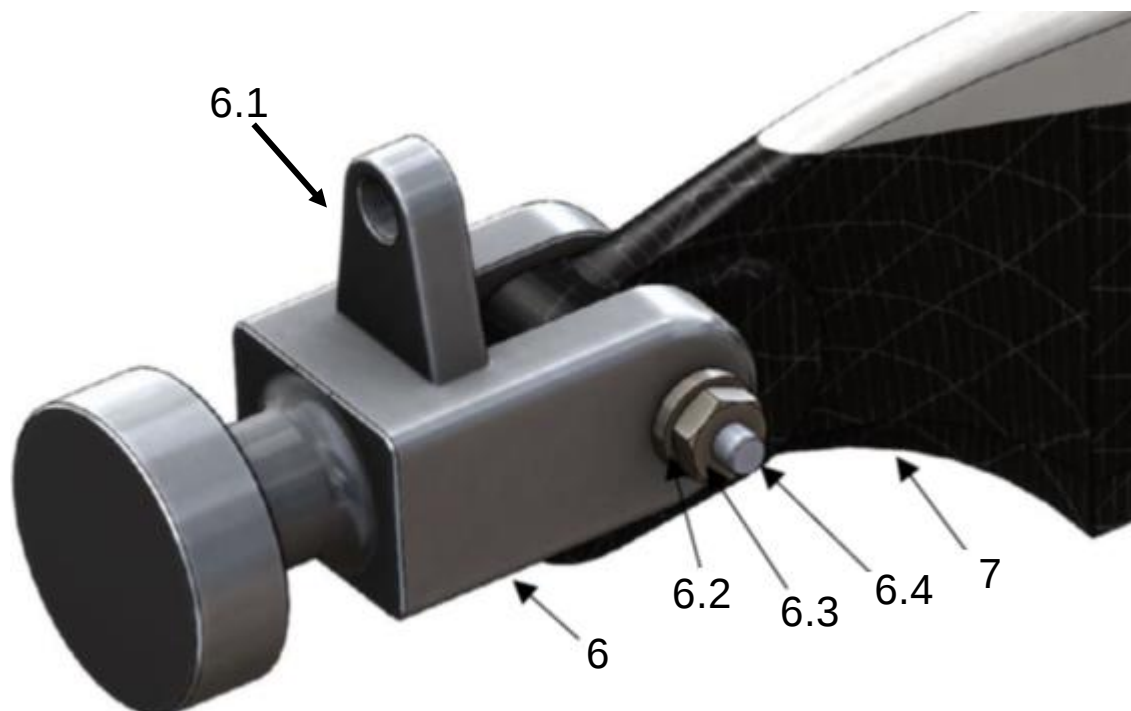


Figura 5

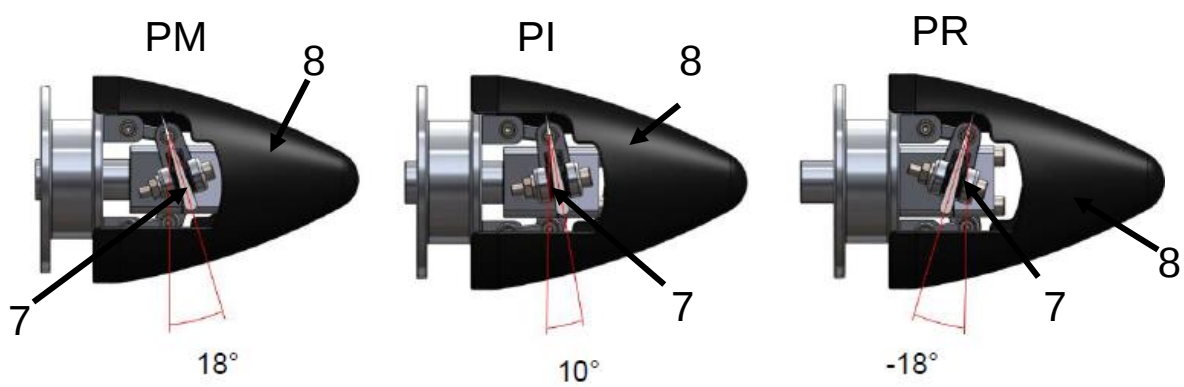


Figura 6

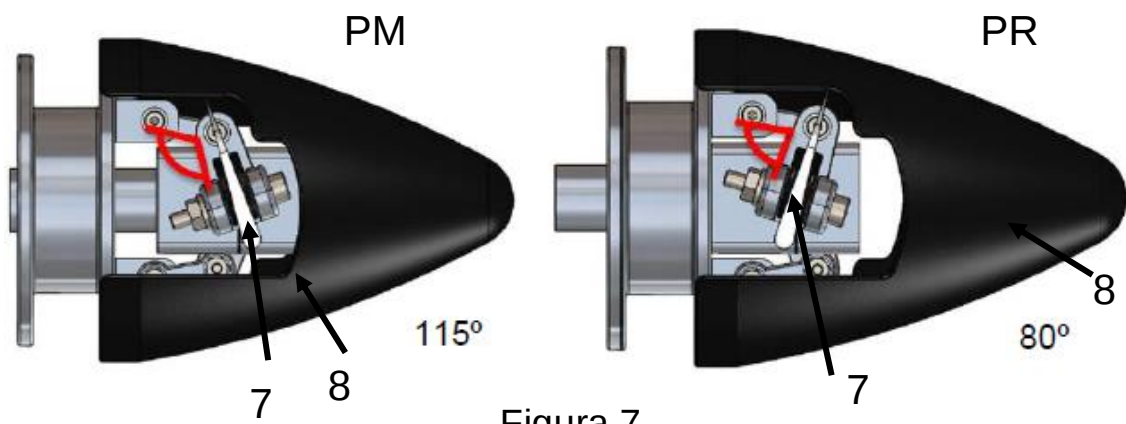


Figura 7

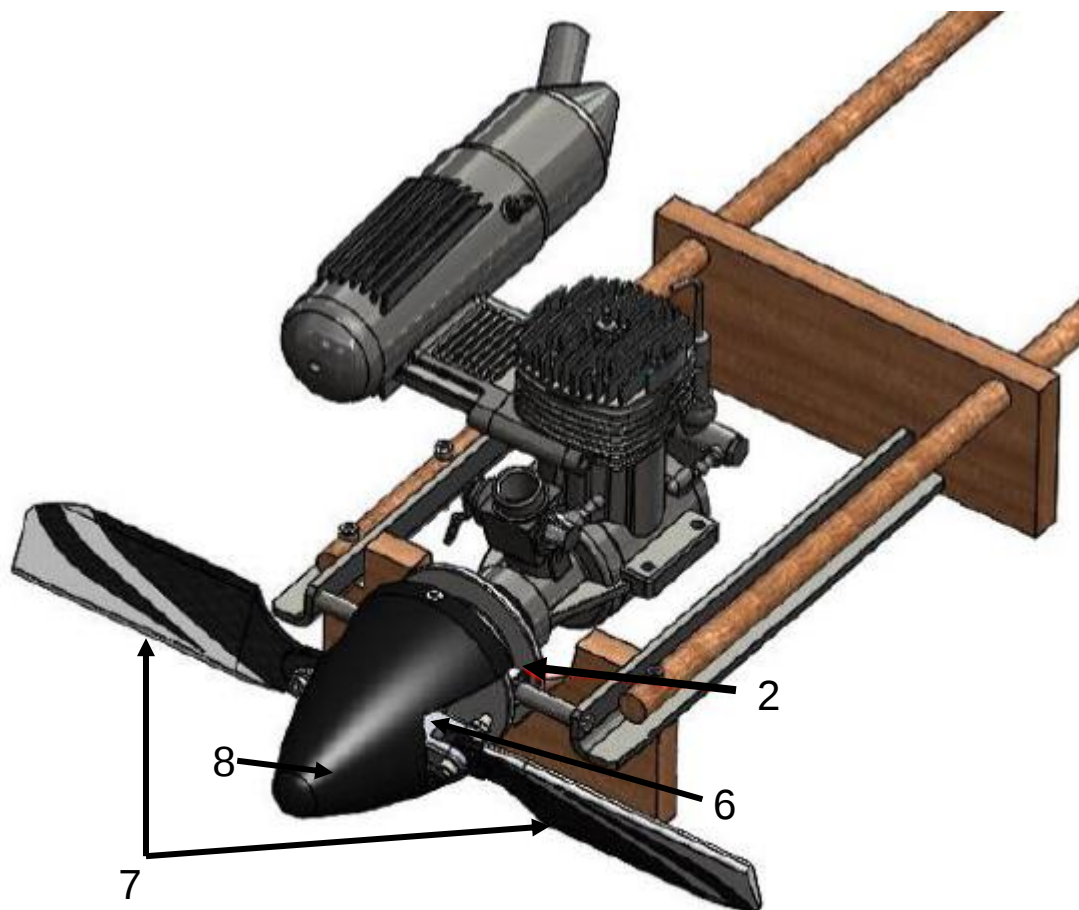


Figura 8