



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

(21) BR 102016012761-0 A2



(22) Data do Depósito: 03/06/2016

(43) Data da Publicação: 19/12/2017

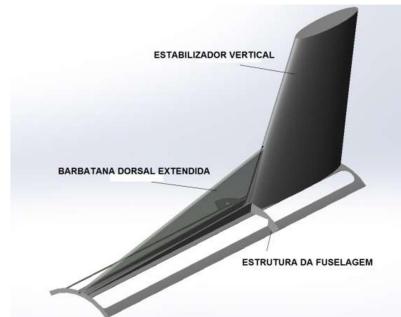
(54) Título: DISPOSITIVOS PNEUMÁTICOS

(51) Int. Cl.: B64C 17/00; B64C 5/00

(73) Titular(es): UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP

(72) Inventor(es): ALVARO MARTINS ABDALLA; ALEXANDER ANTÔNIO JASKULSKI

(57) Resumo: A presente invenção refere-se a dispositivos pneumáticos ventrais, dorsais ou laterais, os quais são acionados para funcionar como um dispositivo de emergência na recuperação da manobra parafuso, a qual pode ocorrer de forma acidental ou intencional em aeronaves. Os dispositivos consistem em um saco inflável que, depois de inflado, assume a forma geométrica necessária para atuar como barbatana dorsal, ventral ou lateral. A estrutura dos dispositivos consiste em se fixar e estruturar o saco inflável em um quadro de alumínio ou material composto de baixo peso. Quanto ao sistema de inflagem, há três tipos: drenagem de ar comprimido do motor, ar comprimido proveniente de compressor e reação química de pastilhas.



pelo piloto estão diretamente relacionados ao projeto da aeronave.

[005] A recuperação do parafuso requer o impedimento da autorrotação e a imediata recuperação de sustentação de ambas as asas. A quantidade de energia acumulada durante a rotação está diretamente relacionada à distribuição de massas em relação ao centro de gravidade da aeronave e a capacidade do leme de direção em produzir o amortecimento da rotação. A posição do estabilizador horizontal em relação ao leme de direção influencia diretamente a recuperação do parafuso.

[006] Em espiral descendente, a esteira do estabilizador horizontal em estol atinge frações ou toda a área do estabilizador vertical. Para recuperação, o leme de direção deverá ser defletido em direção oposta à rotação do avião e sua eficiência será medida em função da área do leme de direção não atingida pela esteira.

[007] Apesar dos avanços tecnológicos, a manobra parafuso, desde os primórdios da aviação, continua impiedosamente colhendo vítimas, inclusive dentre os mais experientes pilotos de prova.

[008] Segundo a *Aircraft Owners and Pilots Association* (AOPA), os acidentes cujas causas incluem o estol e o parafuso são aqueles que tendem a ser mais mortíferos dentre os tipos de acidentes nos quais a aviação geral (AG) está envolvida, representando uma parcela de 10% de todos os acidentes e 13,7% dos acidentes fatais. Ao todo, cerca de 20% de todos os acidentes da AG são fatais, mas acidentes gerados a partir de estol e de parafuso têm uma taxa de fatalidade de 28%.

[009] Outro estudo realizado em 2001 com 465 acidentes entre 1991 e 2000 mostram que pelo menos 80% deles ocorreu a partir de uma altura de menos de 1.000 pés, a altura de tráfego padrão. O mesmo estudo mostrou que apenas 7,1% dos acidentes ocorreram acima de 1.000 pés e 13% deles de uma altura desconhecida. Outro estudo, promovido pela Diretoria de Pequenas Aeronaves do FAA (*Federal Aviation Administration*), que incluiu 1.700 acidentes envolvendo perdas de sustentação (estol) e parafusos desde 1973 mostra que 93% deles ocorreram, em sua maioria, na altura de tráfego padrão ou abaixo dela. Revisando ainda outros 44 acidentes desse tipo de 1991 a 2000, classificados como voos de instrução, constatou-se que 91% deles ocorreram justamente durante as manobras de treinamento, tendo somente 9% deles ocorrido em voos solo.

[010] Existem dispositivos que são acionados quando a aeronave não possui condições satisfatórias para recuperação da manobra parafuso usando apenas as suas superfícies de controle. Estes dispositivos podem ser instalados na aeronave desde a campanha de ensaios em voo, no qual se verifica as características de estol e de recuperação satisfatória da manobra parafuso, na linha de montagem ou como uma modificação suplementar da aeronave. Para o caso de ensaios em voo, existem três tipos de dispositivos mais conhecidos: paraquedas de cauda, foguetes e barbatanas (*fins*) fixos ou mecânicos.

[011] O paraquedas de cauda é extensivamente usado como dispositivo de recuperação de emergência do parafuso. Entretanto, como o paraquedas segue acima da aeronave em parafuso, é possível que ele não se infla de forma adequada

devido ao efeito da esteira da aeronave. Além disso, como a vela depende de forças aerodinâmicas que são geralmente pequenas para abri-la, o paraquedas estará suscetível ao mau funcionamento causado por técnicas de empacotamento impróprias, defeitos mecânicos e efeitos de peso. O uso de paraquedas de cauda para produzir um momento de guinada efetivo para terminar o parafuso também causa um grande momento de arfagem negativo. Isto, além de poder retardar a recuperação do parafuso em certos tipos de aeronaves, também pode causar um incremento de peso devido ao reforço estrutural que deve ser feito para que a aeronave suporte este momento de arfagem elevado.

[012] Outro dispositivo são os foguetes. No seu uso, uma vez que a sua duração é limitada, é possível que a aeronave ainda não tenha se recuperado totalmente do parafuso quando o combustível se esgotar. Além disso, a aeronave pode ter se recuperado do parafuso em uma direção e então, entrar em um parafuso na direção oposta, se o empuxo gerado pelos foguetes não cessar imediatamente quando a aeronave parar sua rotação.

[013] Por último, as barbatanas ou *fins* têm sido usados efetivamente em vários tipos e categorias de aeronaves com o objetivo de melhorar suas características de recuperação da manobra parafuso. Existem três tipos de barbatanas: ventrais, dorsais e laterais (*strakes*), podendo ser fixas ou escamoteáveis através de mecanismo mecânico. Para as fixas, todas apresentam duas principais desvantagens: o peso adicional e aumento do arrasto, devido ao aumento da área molhada. As barbatanas ventrais, devido ao seu tamanho limitado por requisitos de distância com o

solo, tem sido ineficientes em aeronaves de ataque e caças. Além disso, para tentar limitar seu efeito nas características de desempenho da aeronave, é pequena, o que diminui sua eficiência na recuperação da manobra parafuso.

[014] Barbatanas flexíveis também são conhecidas no estado da técnica, mas sempre associadas a mecanismos mecânicos. Estes, por sua vez, sempre adicionam duas variáveis indesejáveis no avião: peso e risco. O aumento de peso ocorre devido ao peso próprio da barbatana, ao peso de seu mecanismo mecânico de atuação e também devido ao peso dos cabos e polias que comandam o dispositivo; e risco, por possíveis falhas mecânicas de acionamento. Além disso, elas também ocupam um espaço interno considerável, o que, para a cauda é algo que não se deseja.

Estado da técnica:

[015] O documento US2013096798 refere-se a um dispositivo automático instalado "nas asas" para nivelamento destas, empregando indução e sucção de fluxo. Ou seja, é um dispositivo de controle aerodinâmico que consiste de um amplificador e um detector pneumático para responder a pressões diferenciais induzidas, permitindo a aeronave manter a estabilidade lateral e de rolagem. O termo "pneumático" aqui se refere à pressão de ar induzida.

[016] O documento "*Lift enhancement of a wing/strake using pneumatic blowing*" descreve um dispositivo de controle de fluxo para melhorar a eficiência aerodinâmica e aumento de "sustentação" da semi-asa de um modelo genérico de aeronave de ataque, em túnel de vento. Novamente, o termo "pneumático" aqui se refere à pressão de ar induzida.

[017] O documento US4708305 (A) refere-se a uma partição na superfície do leme de direção para refinamento e melhorias no controle e estabilidade de aeronaves convencionais e também para controle de aeronaves tipo asas voador ou sem cauda (*tailless*) em altas velocidades. O sistema permite o controle e partição da estrutura do leme em várias combinações de ângulos e configurações.

[018] O documento US2013020444 (A1) refere-se a um sistema pneumático que separa partes do flap, ou superfícies de controle, como "split flap" duplo, com o objetivo de eliminar arrasto aerodinâmico extra, reduzir o custo e peso e vibração.

[019] Estes documentos não entram em conflito com a presente invenção, pois não tratam de forma alguma do emprego de um dispositivo do tipo barbatana (*fin* ou saco pneumático *airbag*) para controle e recuperação da manobra parafuso ou melhorias em estabilidade dinâmica.

Objetivo e vantagens da invenção:

[020] A presente invenção refere-se a dispositivos pneumáticos ventrais, dorsais ou laterais. As ineficiências e desvantagens do estado da técnica podem ser minimizadas ou dissipadas com a instalação do dispositivo pneumático aqui descrito, pois o mesmo possui as vantagens de: menor peso; diversidade de aplicação (dorsal, ventral, lateral); menor área molhada; modificação da área exposta; rápido acionamento; menor arrasto (e consequente maior economia de combustível); fácil instalação e manutenção; não interferência na estrutura original da aeronave em caso de pousos de emergência; não ocupação do espaço interno da aeronave; baixo custo e não alteração das formas externas

da aeronave quando inoperante.

Breve descrição da invenção:

[021] A presente invenção refere-se a dispositivos pneumáticos ventrais, dorsais ou laterais que consistem em um saco inflável que, depois de inflado, assume a forma geométrica necessária para atuar como barbatana dorsal, ventral ou lateral.

[022] O material empregado na construção dos dispositivos é o tecido emborrachado estruturado e sua estrutura consiste em se fixar e estruturar o saco inflável em um quadro de alumínio ou material composto de baixo peso.

[023] O tecido empregado na confecção do sistema é selecionado dentre: composto impregnado com camadas de borracha; nylon com resina PVC e/ou laminado de PVC calandrado com reforço de tecido de poliéster de alta tenacidade. Quanto ao sistema de inflagem, há três tipos: drenagem de ar comprimido do motor; ar comprimido proveniente de compressor e reação química de pastilhas.

Breve descrição das figuras:

[024] A Figura 1 mostra a barbatana dorsal.
[025] A Figura 2 mostra a barbatana ventral.
[026] A Figura 3 mostra a barbatana lateral.
[027] A Figura 4 mostra o suporte do saco - barbatana dorsal.

[028] A Figura 5 mostra o saco inflado - barbatana dorsal.

Descrição detalhada da invenção:

[029] A presente invenção refere-se a dispositivos pneumáticos que consistem em um saco inflável que, depois

de inflado, assume a forma geométrica necessária para atuar como barbatana dorsal, ventral ou lateral.

[030] A barbatana dorsal poderá ser instalada em quaisquer regiões do dorso ou parte superior da fuselagem da aeronave, interligando o estabilizador horizontal, conforme Figura 1.

[031] A barbatana ventral poderá ser instalada em quaisquer regiões do intradorso da aeronave (cone de cauda, cabine ou sob a asa), conforme mostrado na Figura 2.

[032] As barbatanas laterais são instaladas geralmente no cone de cauda, interligando a lateral da fuselagem ao estabilizador horizontal, conforme mostrado na Figura 3.

[033] Os dispositivos propostos poderão funcionar como um dispositivo de emergência na recuperação da manobra parafuso, a qual pode ocorrer de forma acidental ou intencional em aeronaves.

Tipos de Dispositivos

[034] Os dispositivos podem ser classificados:

1) Quanto à localização:

- 1.1 Barbatana dorsal;
- 1.2 Barbatana ventral;
- 1.3 Barbatanas laterais.

2) Quanto ao tipo:

- 2.1 - Instalação de barbatana nova (Tipo I);
- 2.2 - Ampliação de barbatana existente (Tipo II).

[035] O tipo 2.2 aplica-se a aeronaves que já possuem uma barbatana, no entanto, esta pode ser insuficiente para a recuperação de parafuso.

3) Quanto ao design:

3.1 Revestimento original;

3.2 Revestimento alternativo.

[036] Em relação ao item 3, o dispositivo com revestimento original (item 3.1) utiliza o revestimento original da aeronave como fechamento do compartimento do saco inflável, geralmente uma chapa metálica ou de material composto que será sobreposta ao saco inflável, que pode ou não ser ejetável.

[037] O dispositivo com revestimento alternativo (item 3.2) utiliza o próprio saco inflável como fechamento do compartimento e revestimento da aeronave na região do compartimento. Na região de contato contínuo com o ambiente externo, há um espessamento do material flexível do saco inflável para que a forma seja mantida.

[038] A geometria e dimensões do saco inflável serão projetadas para o tipo de aeronave.

Instalação do dispositivo:

[039] A descrição a seguir é detalhada apenas para o dispositivo dorsal. No entanto, a mesma também se aplica aos dispositivos laterais e ventrais.

[040] Para instalação do dispositivo dorsal (tipo I) com revestimento original, um saco inflável é fixado diretamente no interior da aeronave, na estrutura dorsal da fuselagem. Para isso, é feita a abertura de uma área com as dimensões do suporte que contém o dispositivo (conforme Figura 4) e este é fixado diretamente no sistema estrutural existente na aeronave. Sendo assim, de acordo com o tipo de estrutura e material, tubo-tela, monocoque, semi-monocoque em metal ou material composto, os elementos de fixação podem variar dentre parafusos, braçadeiras, porcas,

DISPOSITIVOS PNEUMÁTICOS

Campo da invenção:

[001] A presente invenção se insere no campo de aplicação da engenharia mecânica, mais especificamente, de operações de processamento e transporte e da aviação, uma vez que se refere a dispositivos pneumáticos ventrais, dorsais ou laterais, que são acionados quando necessário para funcionar como um dispositivo de emergência na recuperação da manobra parafuso que pode ocorrer acidental ou intencionalmente em aeronaves.

Fundamentos da invenção:

[002] Um dos principais requisitos impostos a uma aeronave de treinamento militar é a capacidade de execução de manobras acrobáticas sem restrições ou limitações. O sucesso e as qualidades de uma aeronave acrobática podem ser assegurados conforme: concepção compacta, inércia reduzida nos três eixos, eficiência e harmonia dos comandos, capacidade e qualidades para voo invertido e capacidade de execução de todos os tipos parafusos com recuperação rápida.

[003] A manobra parafuso, quando provocada, consiste em conduzir a aeronave à perda completa de sustentação, estol, provocar uma guinada lateral com a aplicação do leme de direção e então girá-la em espiral descendente em torno de seu eixo vertical. Durante a descida em espiral, a asa interna da aeronave encontra-se estolada enquanto a asa externa possui alguma sustentação.

[004] O comportamento de uma aeronave em parafuso e sua capacidade de recuperação por meio de suas características de estabilidade ou controle introduzido

rebites, soldas ou colagem. Depois de instalado o dispositivo, o revestimento original da aeronave é recomposto. Quando do acionamento do dispositivo, o mesmo exerce pressão sobre o revestimento e este se solta, dando passagem e lugar para o saco inflável, como pode ser observado na Figura 5.

[041] Para instalação do dispositivo dorsal (tipo II) com revestimento original, um saco inflável é fixado no interior de uma barbatana já existente, na estrutura dorsal da fuselagem. Para isso, é feita a abertura de uma área com as dimensões do suporte que contém o dispositivo. Quando do acionamento do dispositivo, o mesmo exerce pressão sobre o revestimento original da aeronave e este se solta, dando passagem e lugar para o saco inflável, que amplia a área da barbatana dorsal original da aeronave, tornando-a mais eficiente.

[042] Para instalação do dispositivo dorsal (tipo I) com revestimento alternativo, um saco inflável é fixado diretamente no interior da aeronave, na estrutura dorsal da fuselagem. Para isso, é feita a abertura de uma área com as dimensões do suporte que contém o dispositivo e este é fixado diretamente no sistema estrutural existente na aeronave. Sendo assim, de acordo com o tipo de estrutura e material, tubo-tela, monocoque, semi-monocoque em metal ou material composto, os elementos de fixação podem variar dentre parafusos, braçadeiras, porcas, rebites, soldas ou colagem. Depois de instalado o dispositivo, o revestimento da aeronave é o próprio saco inflável.

[043] Para instalação do dispositivo dorsal (tipo II) com revestimento alternativo, um saco inflável é fixado

de emergência.

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

no interior de uma barbatana já existente, na estrutura dorsal da fuselagem. Para isso, é feita a abertura de uma área com as dimensões do suporte que contém o dispositivo. Quando do acionamento do dispositivo, o mesmo exerce pressão sobre o revestimento original da aeronave e este se solta, dando passagem e lugar para o saco inflável, que amplia a área da barbatana dorsal original da aeronave, tornando-a mais eficiente.

Estrutura de Fixação do Dispositivo:

[044] O dispositivo será fixado diretamente na estrutura da aeronave conforme sua localização e sistema existente. A descrição a seguir é válida para os três tipos de dispositivo aqui propostos.

[045] Para que uma aeronave modificada seja certificada, é necessário que a mesma cumpra todos os requisitos afetados pela modificação.

[046] Assim, a fixação do dispositivo pode ser realizada diretamente na estrutura, através de braçadeiras com parafusos ou soldagem dos elementos.

[047] Quando em alumínio (monocoque ou semi monocoque), o dispositivo poderá ser fixado diretamente na estrutura, através de braçadeiras com parafusos, parafusos e porcas ou rebites. Quando em material composto, o dispositivo poderá ser fixado diretamente na estrutura utilizando-se braçadeiras com parafusos, parafusos e porcas ou elementos de material composto colados.

Estrutura do Dispositivo:

[048] A estrutura do dispositivo consiste em se fixar e estruturar o saco inflável em um recipiente de alumínio ou material composto de baixo peso conforme a

Figura 4.

[049] O dispositivo, dependendo da necessidade, geometria ou área, poderá ter uma estrutura interna para enrijecimento do mesmo, em que essa estrutura poderá ser em cabos, barras ou tubos em alumínio ou material composto. Essa estrutura aumenta a rigidez do saco inflado, de modo que o mesmo não deformar quando exposto a ação do escoamento livre (vento atuante).

Características do revestimento do saco inflável e materiais:

[050] O tecido empregado na confecção do sistema poderá ser:

- Composto impregnado com camadas de borracha que possua grande flexibilidade, resistência mecânica, baixo peso e impermeabilidade;

- Nylon com resina PVC que possua grande flexibilidade, resistência mecânica, baixo peso e impermeabilidade; ou

- Laminado de PVC calandrado com reforço de tecido de poliéster de alta tenacidade.

[051] Cabe ressaltar que o bordo de ataque dos dispositivos deverá ser mais espesso e rígido.

Sistema de Ar Comprimido

[052] O saco poderá ser inflado por ar comprimido proveniente de um sistema derivado do motor ou compressor, por pastilhas de nitrogênio acionadas por uma descarga elétrica pela central eletrônica dentro de saco (tal como nos "airbags" automotivos) ou por ambos. A vantagem do sistema inflado por pastilhas é o fato de este poder ser acionado imediatamente ou automaticamente em uma situação

reivindicações 1 a 6, **CARACTERIZADOS** pelo fato de a barbatana dorsal ser instalada em quaisquer regiões do dorso ou parte superior da fuselagem da aeronave, interligando o estabilizador horizontal.

8. Dispositivos pneumáticos, de acordo com as reivindicações 1 a 6, **CARACTERIZADOS** pelo fato de a barbatana ventral ser instalada em quaisquer regiões do intradorso da aeronave, sendo elas cone de cauda, cabine ou sob a asa.

9. Dispositivos pneumáticos, de acordo com as reivindicações 1 a 6, **CARACTERIZADOS** pelo fato de as barbatanas laterais serem instaladas geralmente no cone de cauda, interligando a lateral da fuselagem ao estabilizador horizontal.

10. Dispositivos pneumáticos, de acordo com as reivindicações 1 a 9, **CARACTERIZADOS** pelo fato de as suas estruturas consistirem em se fixar e estruturar o saco inflável em um quadro de alumínio ou, material composto de baixo peso conforme.

11. Dispositivos pneumáticos, de acordo com as reivindicações 1 a 10, **CARACTERIZADOS** pelo fato de compreenderem, opcionalmente, uma estrutura interna em cabos, barras ou tubos em alumínio ou material composto.

12. Dispositivos pneumáticos, de acordo com as reivindicações 1 a 11, **CARACTERIZADOS** pelo fato de serem fixados diretamente na estrutura da aeronave conforme sua localização e sistema existente.

13. Dispositivos pneumáticos, de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADOS** pelo fato de, quando em alumínio, a fixação ocorre diretamente na estrutura,

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivos pneumáticos **CARACTERIZADOS** pelo fato de consistirem em um saco inflável que, depois de inflado, assume a forma geométrica necessária para atuar como barbatana dorsal, ventral ou lateral e cuja geometria e dimensões são projetadas para o tipo de aeronave desejado.

2. Dispositivos pneumáticos, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADOS** pelo fato de serem classificados como barbatana dorsal, barbatana ventral ou barbatanas laterais, de acordo com a localização.

3. Dispositivos pneumáticos, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADOS** pelo fato de serem classificados como tipo I ou II, em que o tipo I se refere à instalação de barbatana nova e o tipo II se refere à ampliação de barbatana existente.

4. Dispositivos pneumáticos, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADOS** pelo fato de serem classificados como revestimento original ou revestimento alternativo, de acordo com seu design.

5. Dispositivos pneumáticos, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADOS** pelo fato de o dispositivo com revestimento original utilizar o revestimento original da aeronave como fechamento do compartimento do saco inflável.

6. Dispositivos pneumáticos, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADOS** pelo fato de o dispositivo com revestimento alternativo utilizar o próprio saco inflável como fechamento do compartimento e revestimento da aeronave na região do compartimento.

7. Dispositivos pneumáticos, de acordo com as

através de braçadeiras com parafusos, parafusos e porcas ou rebites.

14. Dispositivos pneumáticos, de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADOS** pelo fato de, quando em material composto, a fixação ocorre diretamente na estrutura utilizando-se braçadeiras com parafusos, parafusos e porcas ou elementos de material composto colados.

15. Dispositivos pneumáticos, de acordo com as reivindicações 1 a 14, **CARACTERIZADOS** pelo fato de o tecido empregado na confecção do sistema ser: composto impregnado com camadas de borracha; nylon com resina PVC ou laminado de PVC calandrado com reforço de tecido de poliéster de alta tenacidade.

16. Dispositivos pneumáticos, de acordo com as reivindicações 1 a 15, **CARACTERIZADOS** pelo fato de o bordo de ataque dos mesmos ser mais espesso e rígido.

17. Dispositivos pneumáticos, de acordo com as reivindicações 1 a 9, **CARACTERIZADOS** pelo fato de o saco ser inflado por ar comprimido proveniente de um sistema derivado do motor ou compressor ou pastilhas de nitrogênio que são acionadas por uma descarga elétrica pela central eletrônica dentro de saco.

18. Dispositivos pneumáticos, de acordo com as reivindicações 1 a 17, **CARACTERIZADOS** pelo fato de serem para uso como dispositivo de emergência na recuperação da manobra parafuso, ocorridas acidental ou intencionalmente em aeronaves.

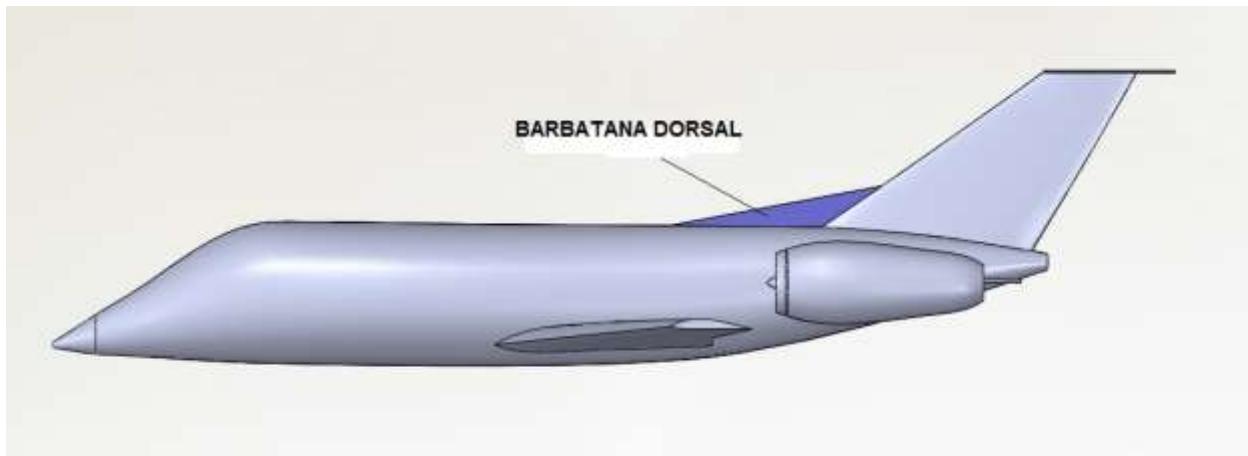


Figura 1

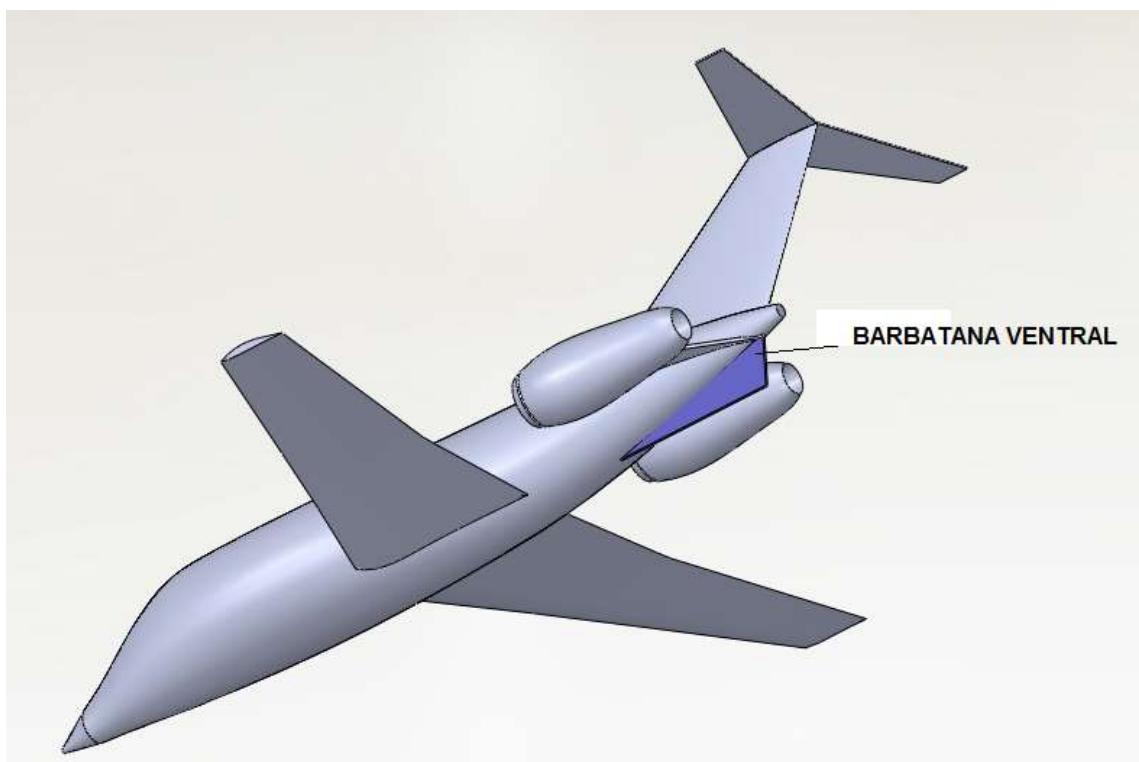


Figura 2

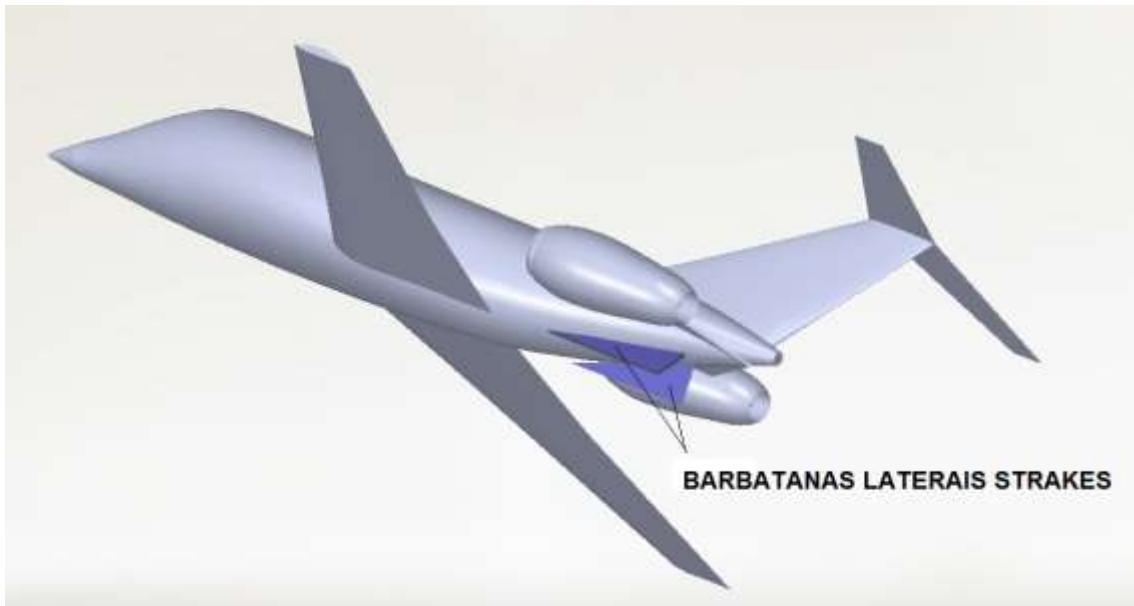


Figura 3

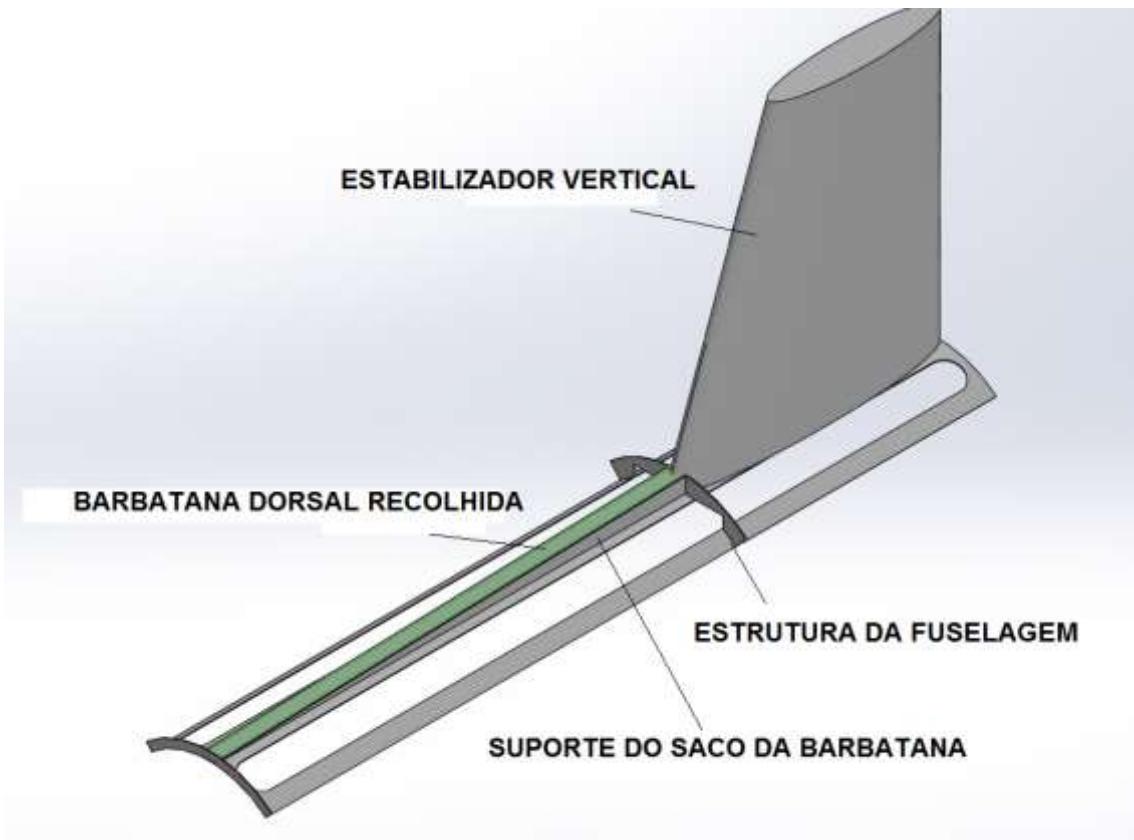


Figura 4

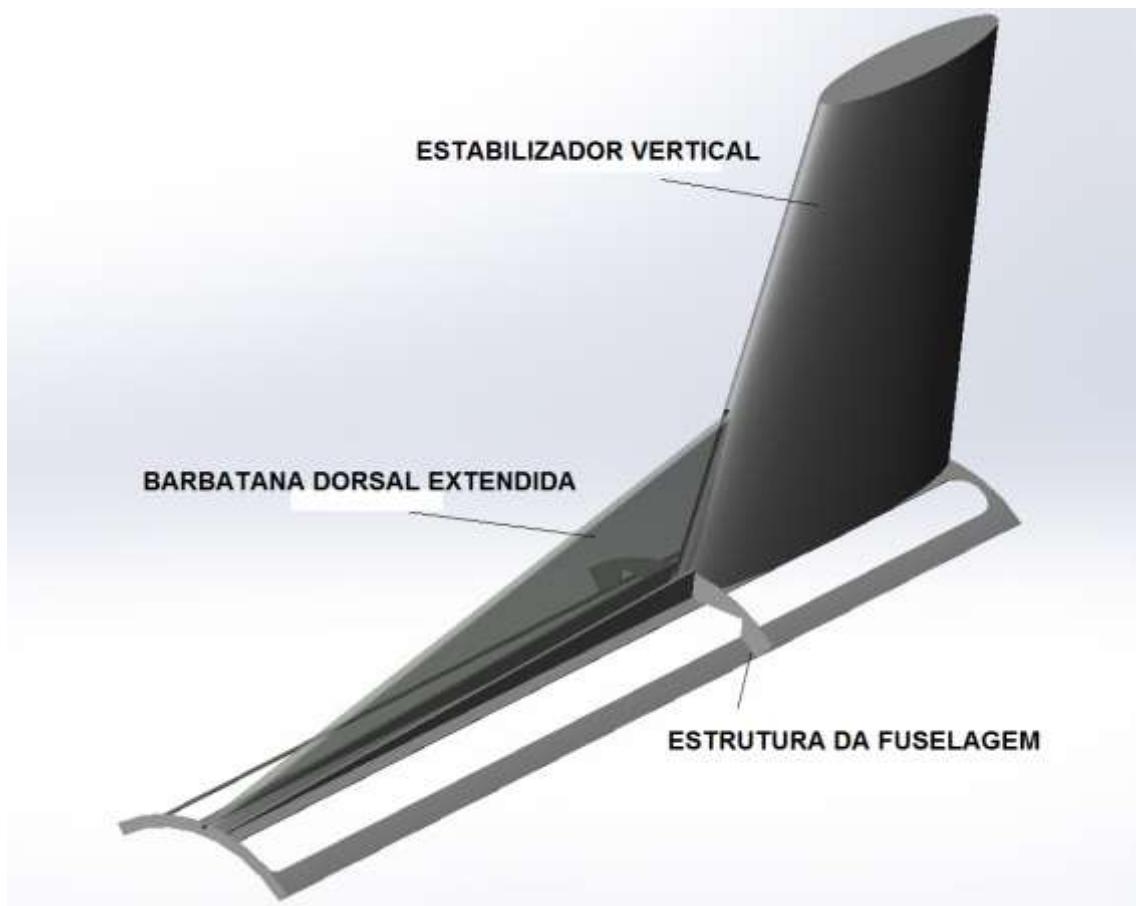


Figura 5

RESUMO

DISPOSITIVOS PNEUMÁTICOS

A presente invenção refere-se a dispositivos pneumáticos ventrais, dorsais ou laterais, os quais são acionados para funcionar como um dispositivo de emergência na recuperação da manobra parafuso, a qual pode ocorrer de forma acidental ou intencional em aeronaves.

Os dispositivos consistem em um saco inflável que, depois de inflado, assume a forma geométrica necessária para atuar como barbatana dorsal, ventral ou lateral. A estrutura dos dispositivos consiste em se fixar e estruturar o saco inflável em um quadro de alumínio ou material composto de baixo peso.

Quanto ao sistema de inflagem, há três tipos: drenagem de ar comprimido do motor, ar comprimido proveniente de compressor e reação química de pastilhas.