



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

(11) PI 0925220-7 B1



(22) Data do Depósito: 15/12/2009

(45) Data de Concessão: 21/07/2020

(54) Título: ESTRUTURA DE BORDO DE ATAQUE DE AERONAVE RESISTENTE A IMPACTO AERONAVE E MÉTODO PARA PROPORCIONAR RESISTÊNCIA A UMA AERONAVE

(51) Int.Cl.: B64C 3/00; B64C 5/00.

(30) Prioridade Unionista: 15/12/2008 US 12/335.524.

(73) Titular(es): EMBRAER - EMPRESA BRASILEIRA DE AERONÁUTICA S.A..

(72) Inventor(es): FRANCO OLMI; LUIZ ANDRÉ ROMARIZ.

(57) Resumo: ESTRUTURA DE BORDO DE ATAQUE DE AERONAVE RESISTENTE A IMPACTO, AERONAVE E MÉTODO PARA PROPORCIONAR RESISTÊNCIA A UMA AERONAVE Estruturas de empenagem de aeronaves têm resistência a impactos que atendem aos requisitos de certificação de aeronaves de transporte (por exemplo, Parte 25 da FAR e/ou outros requisitos para certificação internacional). As estruturas podem ser incorporadas especificamente nas estruturas de bordo de ataque que são aquelas preferencialmente na forma de componentes de uma única peça, moldados com materiais compostos reforçados com fibra (por ex., fibras de reforço, tais como fibras de vidro, fibras de aramida e/ou fibras de carbono incorporadas em uma matriz polimérica, como uma resina epóxi). As estruturas do bordo de ataque incluem, preferencialmente, um revestimento arqueado e reforço interno que se estende longitudinalmente, em forma geral de Y e que inclui um perfil planar e um par de braços de reforço planar divergentes. O perfil pode ser posicionado de forma coplanar com um plano que divide em dois a estrutura do bordo de ataque. Uma extremidade anterior do perfil pode, dessa forma, ser integralmente ligada na parte posterior de uma extremidade apical do revestimento, enquanto que uma extremidade posterior do perfil pode ser integralmente ligada a cada (...).

ESTRUTURAS DE BORDO DE ATAQUE DE AERONAVES RESISTENTE A IMPACTOS E AERONAVES INCLUINDO O MESMO

CAMPO

As estruturas mencionadas se aplicam, de
5 maneira geral, a aeronaves que possuem bordos de ataque
resistentes a impactos.

HISTÓRICO

Os requisitos para certificação de
aeronavegabilidade para aeronaves de transporte sob a parte
10 25 das Normas da aviação federal dos EUA (FARs, 14 CFR) e
outros requisitos para certificações internacionais
equivalentes, normalmente requerem que as estruturas da
aeronave suportem certos impactos em voo, como aves, sem que
ocorra falha na fuselagem, permitindo que a aeronave continue
15 o voo e pouse com segurança. Componentes como o bordo de
ataque da empenagem (por exemplo, asas e estabilizadores
horizontais e verticais) são componentes da fuselagem
especialmente críticos. Assim sendo, a fim de atender aos
requisitos de certificação de danos causados por fontes
20 distintas da parte 25 das FAR (em anexo, como referência), a
aeronave deve suportar o impacto de aves pesando até 4 libras
(aprox. 1,8 kg) (FAR §25.571[e][1]) e 8 libras (aprox. 3,6
kg) (FAR §25.631).

A fim de garantir a integridade estrutural da
25 estrutura da empenagem (conforme descrito nas FAR §25.631,
por exemplo), um projeto de engenharia usual tem sido incluir
um dispositivo adicional, coloquialmente chamado de "*splitter
plate*" (placa fragmentadora), residindo fisicamente dentro do
bordo de ataque, o qual é fixado firmemente à estrutura
30 básica da empenagem (longarina). Em tal situação, o *splitter
plate* é separado fisicamente do bordo de ataque, de maneira

que, caso o bordo de ataque sofra o impacto de uma ave durante o voo, a placa divisora absorverá a energia do impacto fragmentando a ave e protegendo a estrutura básica da empenagem. Esta opção tradicional, de colocar um *splitter plate* associado operacionalmente com os bordos de ataque da empenagem, é eficaz, mas paga um preço substancial em termos de peso, uma vez que, de modo geral, o *splitter plate* é um componente estruturalmente rígido feito de metal (por exemplo, alumínio ou aço).

Outras propostas foram feitas para oferecer resistência a impactos aos bordos de ataque das aeronaves. Por exemplo, uma proposta anterior foi objeto da publicação internacional WO2007/07138 (aqui incorporada, como referência) na qual se propõe um revestimento protetor arqueado, moldado em alumínio reforçado com fibra de vidro que pode incluir, opcionalmente, uma série de contrafortes de perfil espaçados. A publicação US2007/0138340 (aqui incorporada, como referência) propõe o uso de um revestimento protetor formando os bordos de ataque de uma estrutura de aeronave esculpido quimicamente e/ou polido mecanicamente em padrões ovais e retangulares para criar zonas de rompimento que proporcionem falhas progressivas do metal ao sofrer impacto em voo.

RESUMO DAS CONFIGURAÇÕES DE EXEMPLO

De modo amplo, as configurações preferidas são aquelas na forma de estruturas de bordo de ataque resistente a impactos, conforme os requisitos de certificação internacional (por exemplo, parte 25 das FAR). De preferência, as estruturas de bordo de ataque são na forma de um componente único, moldado com materiais compostos reforçados com fibras. As estruturas de bordo de ataque

incluirão preferencialmente um revestimento arqueado e reforço interno que se estende longitudinalmente.

O reforço interno é geralmente em forma de Y e inclui um elemento de perfil planar e um par de braços de reforço planar divergentes. No caso de configurações especiais, o perfil é coplanar com um plano longitudinal que bissecta a estrutura do bordo de ataque. Uma extremidade anterior do perfil pode, dessa forma, ser integralmente fixada na parte posterior de uma extremidade apical do revestimento, enquanto que uma extremidade posterior do perfil pode ser integralmente fixada em cada um dos braços de reforço. De acordo com certas configurações, a rigidez e, por conseguinte, a resistência a impactos, pode ser facilitada provendo a extremidade apical do revestimento com uma seção transversal de espessura maior à das extremidades de fixação do revestimento.

O material composto reforçado com fibras com o qual os elementos da estrutura do bordo de ataque podem ser fabricados inclui um ou mais tipos de fibras de reforço selecionadas do grupo integrado por fibras de vidro, fibras de aramida e fibras de carbono. Preferencialmente, o material composto inclui fibras de vidro incorporadas em uma resina epóxi. O material composto também é preferencialmente não-condutor elétrico, de modo a facilitar a montagem da antena e/ou outros componentes que requerem isolamento elétrico.

Os bordos de ataque resistentes a impactos incorporados na presente invenção promovem maior facilidade nos reparos estruturais da aeronave após um impacto por ave durante o voo ou incidente de impacto similar, uma vez que o número de peças da fuselagem que requer substituição é significativamente reduzido.

Estes e outros aspectos e vantagens da presente invenção se tornarão mais claros uma vez que se dê cuidadosa consideração à seguinte descrição detalhada das configurações exemplificativas preferidas.

5

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

As estruturas mencionadas referentes a presente invenção serão melhor compreendidas com referência à seguinte descrição detalhada de estruturas exemplificativas e ilustrativas sem limitação, em conjunto com as figuras, nas
10 quais:

A FIGURA 1 é uma vista parcial em perspectiva da seção da cauda de uma aeronave mostrando o local representativo de um bordo de ataque resistente a impactos de acordo com uma configuração da presente invenção.

15

A FIGURA 2 é uma vista em perspectiva ampliada do bordo de ataque resistente a impactos exibido na FIGURA 1; e

A FIGURA 3 é uma vista elevada de uma seção de corte ampliada do bordo de ataque resistente a impactos a
20 partir da linha 3-3 na FIGURA 2.

DESCRIÇÃO DETALHADA

A FIGURA 1 exhibe a porção traseira de uma aeronave AC incluindo a fuselagem F, o estabilizador vertical VS e os estabilizadores horizontais de bombordo e estibordo
25 HSp e HSs respectivamente. Como ilustração exemplificativa, uma estrutura de bordo de ataque resistente a impactos 10 é instalada no estabilizador vertical VS. Deve-se certamente entender que a estrutura de bordo de ataque resistente a impactos 10 poderia ser instalada, de modo similar, nos

estabilizadores horizontais HSp e HSS, assim como nas asas e, caso existam, nos *canards* (não exibidos).

Como talvez esteja mais claro nas FIGURAS 2 e 3, a estrutura de bordo de ataque resistente a impactos 10 inclui um revestimento externo arqueado 12 com uma extremidade apical 12-1 que se opõe estruturalmente a objetos que se aproximem em direção oposta, quando a aeronave AC estiver em voo (marcado pela seta Ao na FIGURA 3). Os segmentos do revestimento 14-1 e 14-2 se estendem em forma de arco a partir da extremidade apical 12-1 e terminam em um respectivo par de extremidades de fixação espaçadas lateralmente a e 14-2a. Estas extremidades de fixação 14-1a e 14-2a servem para fixar a estrutura do bordo de ataque 10 à estrutura da aeronave projetada para proteger (que, na representação ilustrada, é o estabilizador vertical VS).

A estrutura do bordo de ataque 10 inclui um reforço estrutural interno, geralmente em forma de Y, que se estende continuamente por todo o seu comprimento longitudinal. Especificamente, a estrutura do bordo de ataque 10 é, de preferência, formada por um perfil de reforço interno 16 e um par de braços de reforço 18-1 e 18-2. O perfil 16 é, preferencialmente, um elemento estrutural planar posicionado imediatamente atrás da extremidade apical 12-1 do revestimento 12 ao longo do plano de bisseção longitudinal BP (veja FIGURA 3). Desta forma, a extremidade frontal do perfil 16 é integrada com o revestimento 12 imediatamente atrás da extremidade apical 12-1. Os braços de reforço planar 18-1 e 18-2 estendem-se assim da extremidade posterior do perfil 16 em direções divergentes até as extremidades de fixação 14-1a e 14-2a dos segmentos do revestimento 14-1 e 14-2, respectivamente. Desta maneira, o perfil 16 e os braços de reforço 18-1 e 18-2 são integralmente fixados um ao outro e ao revestimento 12 para formar uma estrutura de uma só peça.

Conforme brevemente observado acima, a estrutura do bordo de ataque resistente a impactos 10 é, de preferência, moldada como um componente estrutural integral (uma só peça) com materiais compostos reforçados com fibras, apresentando uma razão resistência/peso e rigidez/peso relativamente alta. Materiais compostos são geralmente descritos como sendo materiais que incluem um ou mais tipos de fibras de reforço, como fibras de vidro, de aramida (por exemplo, fibras de aramida KEVLAR®), fibras de carbono e similares, incorporadas em uma matriz polimérica, como uma resina epóxi. A preferência para a construção da presente invenção é pela fibra de vidro. Os componentes da estrutura de bordo de ataque 10, conforme discutido previamente, podem ser moldados em uma estrutura integrada, por meio da laminação e da cura conjunta dos materiais compostos reforçados com fibras.

Deve ser ainda observado, por exemplo, na FIGURA 3, que a extremidade apical 12-1 do revestimento 12 apresenta uma seção transversal do material composto de maior espessura se comparada com as extremidades de fixação 12-1a e 12-2a. Além disso, as seções frontais dos braços de reforço 18-1 e 18-2 têm uma seção transversal do material composto de maior espessura se comparadas com o perfil 16. Esta maior espessura da seção transversal dos componentes contribui para uma maior rigidez e, por conseguinte, para as propriedades de resistência a impactos.

Os materiais compostos com os quais o bordo de ataque 10 é construído são preferencialmente não-condutores, de forma a permitir a instalação em seu interior de antenas de alta-frequência (AF) ou outros componentes de aviônicos que requerem isolamento elétrico.

Além de ser capaz de suportar impactos de aves para atender às FARs e a outros requisitos de certificações internacionais equivalentes, as estruturas de bordo de ataque da presente invenção são mais leves se comparadas com as *splitter plates* convencionais. Ademais, desde que as estruturas de bordo de ataque 10 têm a forma de um componente único, a montagem na aeronave é simplificada.

Assim, apesar da invenção ter sido descrita com relação ao que é considerado presentemente uma realização mais prática e preferida, deve-se entender que a invenção não se limita à realização revelada, mas, pelo contrário, seu objetivo é cobrir as diversas modificações e disposições equivalentes incluídas em seu espírito e escopo.

REIVINDICAÇÕES

1. Estrutura de bordo de ataque de aeronave (10), compreendendo:

um revestimento arqueado (12) com uma extremidade apical (12-1); e

um reforço interno, em forma geral de Y, que se estende longitudinal e integralmente ligado ao revestimento arqueado (12), em que o reforço interno que se estende longitudinalmente inclui um elemento de nervura de reforço interno (16) e um par de braços de reforço planar divergentes (18-1, 18-2), caracterizada pelo fato de que a extremidade anterior do perfil ser integralmente ligada na parte posterior da extremidade apical do revestimento e em que a extremidade posterior do perfil é integralmente ligada à cada um dos braços de reforço.

2. Estrutura de bordo de ataque de aeronave (10), de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de o revestimento ter uma extremidade apical (12-1) e um par de extremidades de ligação e em que a extremidade apical tem uma seção transversal de maior espessura em comparação com as extremidades de ligação.

3. Estrutura de bordo de ataque de aeronave (10), de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de o elemento de nervura de reforço interno (16) ser posicionado de forma coplanar com o plano longitudinal, que divide em duas partes a estrutura do bordo de ataque.

4. Estrutura de bordo de ataque de aeronave (10), de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de as seções anteriores dos braços de reforço (18-1, 18-2) terem uma seção transversal com maior espessura em comparação com as seções posteriores.

5. **Estrutura de bordo de ataque de aeronave (10)**, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de o revestimento e o reforço interno em forma de Y serem moldados em uma única peça com material composto reforçado com fibra, que inclui um ou mais tipos de fibras de reforço selecionadas do grupo integrado por fibras de vidro, fibras de aramida e fibras de carbono.

6. **Estrutura de bordo de ataque de aeronave (10)**, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de ser moldada em uma única peça com material composto reforçado com fibra.

7. **Estrutura de bordo de ataque de aeronave (10)**, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizada** pelo fato de o material composto não ser condutor de eletricidade.

8. **Aeronave (AC)**, **caracterizada** pelo fato de incluir ao menos uma estrutura de bordo de ataque de acordo com a reivindicação 1.

9. **Método para proporcionar resistência a impacto a uma aeronave (AC)**, **caracterizado** por compreender a instalação de uma estrutura de bordo de ataque resistente a impactos (10), de acordo com a reivindicação 1, no bordo de ataque da aeronave.

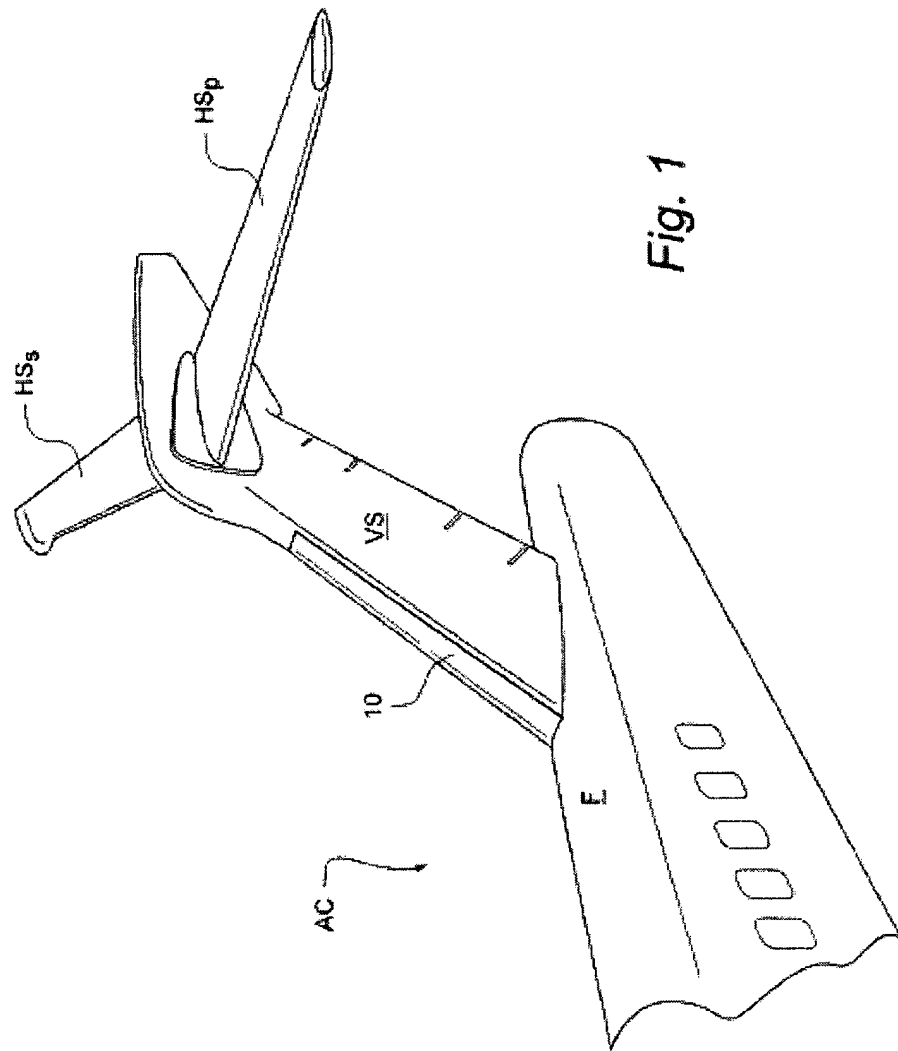


Fig. 1

