



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

(21) **PI 1104499-3 A2**

(22) Data de Depósito: 02/09/2011  
(43) Data da Publicação: 22/01/2013  
(RPI 2194)



(51) *Int.Cl.:*  
B64C 27/473

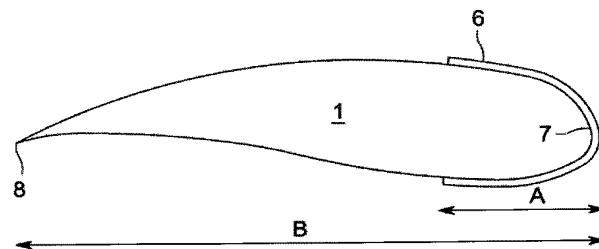
(54) **Título:** LÂMINA PROPULSORA PARA ROTAÇÃO AO REDOR DE UMA MONTAGEM DE EIXO

(30) **Prioridade Unionista:** 15/09/2010 GB 10154094

(73) **Titular(es):** GE AVIATION SYSTEMS LIMITED

(72) **Inventor(es):** MICHAEL FEDOR TOWKAN

(57) **Resumo:** LÂMINA PROPULSORA PARA ROTAÇÃO AO REDOR DE UMA MONTAGEM DE EIXO. Trata-se de uma lâmina propulsora (1) para rotação ao redor da montagem de eixo disposta em si pelo menos ao longo de uma borda guia (7) um revestimento (6) que compreende um material repelente de gelo, o revestimento (6) que se estende ao longo da lâmina (1) a partir de uma região radialmente interna (9) para uma região radialmente externa (10), em que a região radialmente externa (10) é disposta entre a raiz da lâmina e a ponta da lâmina em uma posição em que forças de rotação na lâmina (1) são suficientes, em uso, para provocar remoção de gelo de uma lâmina não-revestida (1).



## **“LÂMINA PROPULSORA PARA ROTAÇÃO AO REDOR DE UMA MONTAGEM DE EIXO”**

A invenção refere-se a lâminas propulsoras para aeronave, em particular, dotadas de meios para prevenir o acúmulo de gelo nas mesmas.

5 Os propulsores designados para aeronave que são aprovados para vôo em condições de formação de gelo conhecidas devem incluir formas para prevenir níveis inaceitáveis de acumulação de gelo nas lâminas propulsoras. O acúmulo de gelo nas seções de aerofólio de uma lâmina propulsora afeta a eficiência aerodinâmica da lâmina. Portanto, é desejável  
10 limitar a quantidade de gelo que permite-se acumular nas lâminas para reduzir a perda de eficiência aerodinâmica. Além disso, para prevenir danos à fuselagem da aeronave em condições de formação de gelo, é desejável minimizar o tamanho de blocos de gelo que são lançados nos propulsores.

Na técnica anterior, um sistema de aquecimento elétrico é  
15 controlado por um temporizador para fornecer aquecimento cíclico das lâminas para controlar o lançamento de gelo. O sistema de aquecimento inclui uma capa de aquecimento elétrico em cada lâmina, um cabeamento para conectar o sistema de aquecimento à alimentação elétrica, um meio para permitir que a alimentação elétrica seja transferida a partir da estrutura da aeronave até o  
20 propulsor giratório, por exemplo, anéis de contato e escovas de carbono, e um temporizador eletrônico de degelo. Em uso, o aquecedor é um dreno considerável no sistema de gerador elétrico da aeronave. De forma adicional, no caso em que as lâminas são aquecidas excessivamente, o gelo derretido pode retornar e reformar-se atrás da área eletricamente degelada. Isto é, uma  
25 condição potencialmente perigosa para uma aeronave. Tais sistemas elétricos de aquecimento exigem tipicamente em excesso de 1200 watts de energia elétrica por lâmina para remover gelo eficientemente. As capas de aquecimento elétrico se estendem até o corpo central do propulsor que fornece a interface

aerodinâmica para a nacela da aeronave. Um contratempo adicional da técnica anterior para sistemas de aquecimento é que o dano a um elemento aquecedor pode fazer com que todo o elemento pare de funcionar.

A presente invenção fornece uma lâmina propulsora para rotação  
5 ao redor de uma montagem de eixo, a lâmina que define uma direção radial ao longo de seu comprimento a partir de uma raiz da lâmina até uma ponta da lâmina, em que é disposta nela pelo menos ao longo de uma borda guia, a lâmina possui um revestimento que compreende um material repelente de gelo, o revestimento que se estende ao longo da lâmina a partir de uma região  
10 radialmente interna até uma região radialmente externa, em que a região radialmente externa é disposta entre a raiz da lâmina e a ponta da lâmina em uma posição em que as forças de rotação na lâmina são suficientes, em uso, para provocar remoção de gelo a partir de uma lâmina não-revestida.

Em operação, o gelo se acumula nas lâminas até certo ponto em  
15 que a massa de gelo é suficiente para provocar autolançamento sob a ação das forças centrífugas no gelo que resultam da rotação do propulsor. A força exercida pela massa de gelo é equivalente ao peso do gelo, multiplicada pelo local radial do gelo na lâmina, multiplicado pelo quadrado da velocidade rotacional do propulsor. Quando a força centrífuga do gelo excede a  
20 intensidade da ligação de aderência entre o gelo e a lâmina, o gelo se parte a partir da superfície da lâmina. Sobre o comprimento da lâmina, à medida que o raio ( $e$ , logo, o campo centrífugo) varia, a quantidade de gelo que deve acumular em qualquer raio específico da lâmina para superar a ligação de aderência entre o gelo e a lâmina também varia. Perto da ponta do propulsor,  
25 as forças centrífugas são suficientemente altas para prevenir acúmulo significativo de gelo sem qualquer revestimento repelente de gelo.

Em um exemplo, a velocidade rotacional da lâmina propulsora pode ser da ordem de 850rpm, pela qual o campo centrífugo do lado de fora de

um raio de 1,39m (55 polegadas) fornece força suficiente para lançar gelo a partir da superfície da lâmina sem revestimento repelente de gelo. Onde a aceleração do gelo devido à rotação da lâmina excede 1100g, o gelo tende a se autolançar a partir da superfície da lâmina sem qualquer revestimento.

5           Em virtude do revestimento repelente de gelo ser um sistema passivo, se o revestimento é danificado, por exemplo por impacto a partir de objetos externos, o revestimento ainda funciona mesmo se partes dele forem destruídas. A invenção reduz adicionalmente a demanda no sistema elétrico da aeronave para fornecer energia elétrica para degelo do propulsor. A redução no  
10 número de elementos exigidos no sistema fornece benefícios tanto técnicos quando comerciais, aprimorando a confiabilidade e sustentabilidade, e também diminuindo os custos de aquisição inicial e manutenção contínua.

A invenção reduz vantajosamente a intensidade da ligação de aderência entre o gelo e a lâmina, tal que o raio no qual o gelo acumulado nas  
15 lâminas se autolança é reduzido. A invenção garante vantajosamente ainda a intensidade da ligação de aderência na extremidade interior da lâmina onde a lâmina intercepta com o rotor ou nacela é tal que o acúmulo de gelo não excede o máximo permitido para as considerações que atingem ambas a aerodinâmica e a fuselagem. Logo, a confiança ao fornecer meio elétrico, ou  
20 qualquer outra forma de assistência para lançamento de gelo, é eliminada.

Onde um revestimento de acordo com a invenção é utilizado, ainda há escopo para pequenas quantidades de gelo para se formar no revestimento repelente de gelo, mas o material do revestimento é escolhido por ser suficientemente repelente de gelo tal que qualquer gelo que seja formado  
25 vai se autolançar antes de atingir um tamanho inaceitável.

O revestimento pode ser aplicado à lâmina durante a fabricação ou pode ser retroajustada para lâminas propulsoras existentes.

Os materiais repelentes de gelo que podem ser utilizados no

revestimento da presente invenção incluem materiais que têm um baixo coeficiente de aderência para gelo. Um exemplo de tal um material é PTFE.

A seguir há uma descrição detalhada das realizações da invenção por meio de exemplo apenas com referência aos desenhos anexos, no qual:

5 A Figura 1 é uma vista transversal esquemática que mostra a estrutura das camadas da lâmina revestimento de acordo com uma realização da invenção;

A Figura 2 é uma vista transversal esquemática de uma lâmina propulsora que representa a invenção; e

10 A Figura 3 é uma vista lateral de uma lâmina propulsora que representa a invenção.

A Figura 1 mostra a disposição de camadas de um revestimento 6 aplicada a uma lâmina propulsora 1. A primeira camada 2 de adesivo é fornecida diretamente adjacente à superfície da lâmina 1. A camada 3 de polímero é disposta na camada adesiva 2 e é, com isso, firmemente segura para a superfície da lâmina. A camada de polímero 3 pode compreender um ou mais materiais de borracha tal qual neoprene. Além disso, a camada de polímero 3 pode possuir uma espessura Ana faixa de 0,5mm a 1,0mm, por exemplo. Na camada de neoprene 3, um revestimento de união 4 é disposto para fornecer uma superfície adequada para fixação de uma camada 5 de material repelente de gelo ao revestimento. O revestimento de união 4 pode possuir uma espessura na ordem de 1 micron. A espessura do material repelente de gelo camada 5 pode ser de aproximadamente 3mm. A camada de polímero 3 pode ser colorida, pelo qual o desgaste do material repelente de gelo camada 5 e do revestimento de união 4 expõe a camada de polímero para fornecer uma indicação de desgaste do material repelente de gelo camada 5.

25 A Figura 2 mostra o revestimento 6 aplicado à borda guia 7 da lâmina propulsora 1. Em uma realização preferida, o revestimento 6 se estende

em 25% do comprimento dos cabos da lâmina, o comprimento dos cabos sendo definido como a distância a partir da borda guia 7 até a borda delimitadora 8 da lâmina 1. Em outras palavras, a distância A mostrada na Figura 2 é preferivelmente 25% da distância B. É desejável minimizar o tamanho do revestimento tanto quanto possível para reduzir o peso das lâminas propulsoras, enquanto fornece cobertura suficiente das lâminas para os propósitos de redução do acúmulo de gelo.

A Figura 3 mostra a lâmina 1 que define uma direção radial C ao longo de seu comprimento a partir de uma raiz da lâmina até uma ponta da lâmina, em que é disposta em si pelo menos ao longo da borda guia 7, a lâmina possui um revestimento 6. O revestimento 6 se estende ao longo da borda guia lâmina a partir de uma região radialmente interna 9 até uma região radialmente externa 10. A extensão radial do revestimento 6 é escolhida para fornecer uma baixa aderência para o gelo onde for necessária, ou seja, as porções radialmente internas da lâmina, enquanto que as porções radialmente externas são sujeitas a forças de rotação altas o suficiente para provocar que o autolanzamento de gelo a partir da superfície da lâmina não-revestida. Em uma realização, o revestimento pode possuir um coeficiente de aderência que varia ao longo do comprimento da lâmina, refletindo o fato de que as forças de rotação aumentam linearmente com o raio. O coeficiente de aderência pode aumentar com o aumento do raio, pelo qual as regiões radialmente internas possuem a maior propensão para lançamento de gelo. Isto pode ser alcançado pelo uso de parcelas de diferentes materiais repelentes de gelo ao longo do revestimento. Desta forma, é possível reduzir o custo do revestimento ao utilizar os materiais repelentes de gelo mais custosos apenas nas regiões radialmente internas.

### REIVINDICAÇÕES

1. LÂMINA PROPULSORA PARA ROTAÇÃO AO REDOR DE UMA MONTAGEM DE EIXO, sendo que a lâmina define uma direção radial ao longo de seu comprimento a partir de uma raiz da lâmina até uma ponta da lâmina, em que, disposta na mesma, pelo menos ao longo de uma borda guia, a lâmina possui um revestimento que compreende um material repelente de gelo, sendo que o revestimento se estende ao longo da lâmina a partir de uma região radialmente interna até uma região radialmente externa, em que a região radialmente externa é disposta entre a raiz da lâmina e a ponta da lâmina em uma posição em que forças de rotação na lâmina são suficientes, em uso, para provocar remoção de gelo a partir de uma lâmina não-revestida.

2. LÂMINA PROPULSORA, de acordo com a reivindicação 1, em que a região radialmente externa repousa aproximadamente em 50% a 70% ao longo da lâmina.

3. LÂMINA PROPULSORA, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que o revestimento possui um coeficiente de aderência que varia radialmente ao longo da lâmina.

4. LÂMINA PROPULSORA, de acordo com a reivindicação 3, em que o coeficiente de aderência aumenta com o aumento do raio.

5. LÂMINA PROPULSORA, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que o revestimento se estende a partir da borda guia da lâmina em aproximadamente 25% ao longo do comprimento dos cabos da lâmina.

6. LÂMINA PROPULSORA, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, em que o revestimento compreende uma pluralidade de camadas.

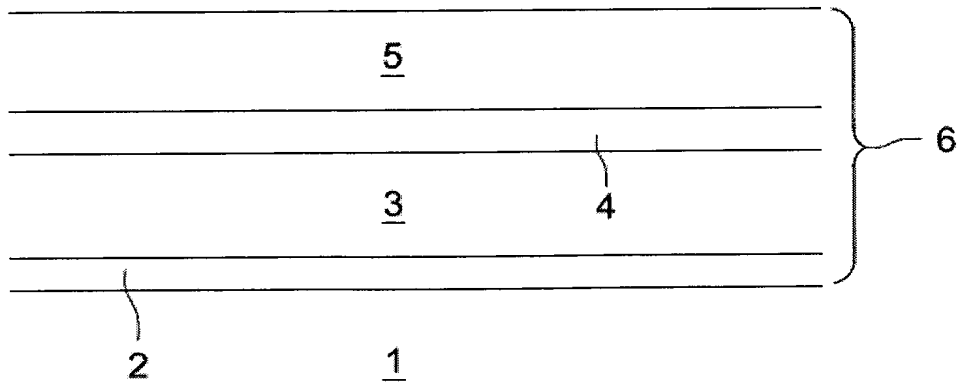
7. LÂMINA PROPULSORA, de acordo com a reivindicação 6, em que o revestimento compreende uma primeira, uma segunda, uma terceira

e uma quarta camada.

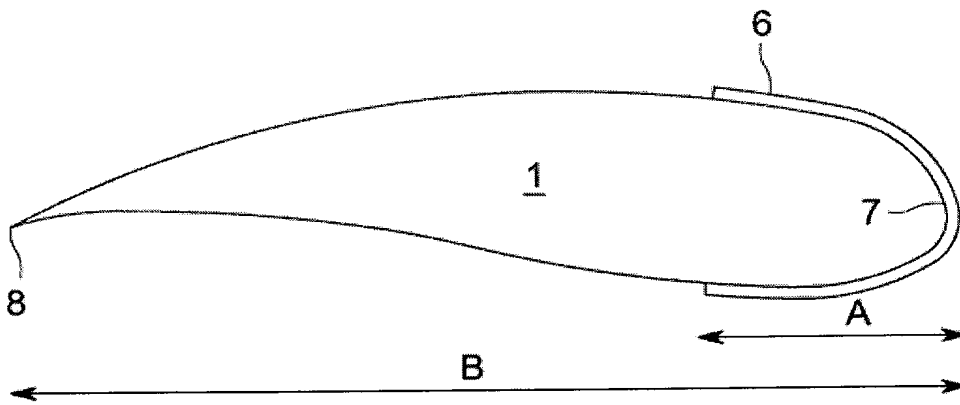
8. LÂMINA PROPULSORA, de acordo com a reivindicação 7, em que a primeira camada compreende um material adesivo, a segunda camada compreende um polímero e a terceira camada compreende um revestimento de união para unir a quarta camada à segunda camada.

9. LÂMINA PROPULSORA conforme substancialmente definido neste documento com referência aos desenhos em anexo.

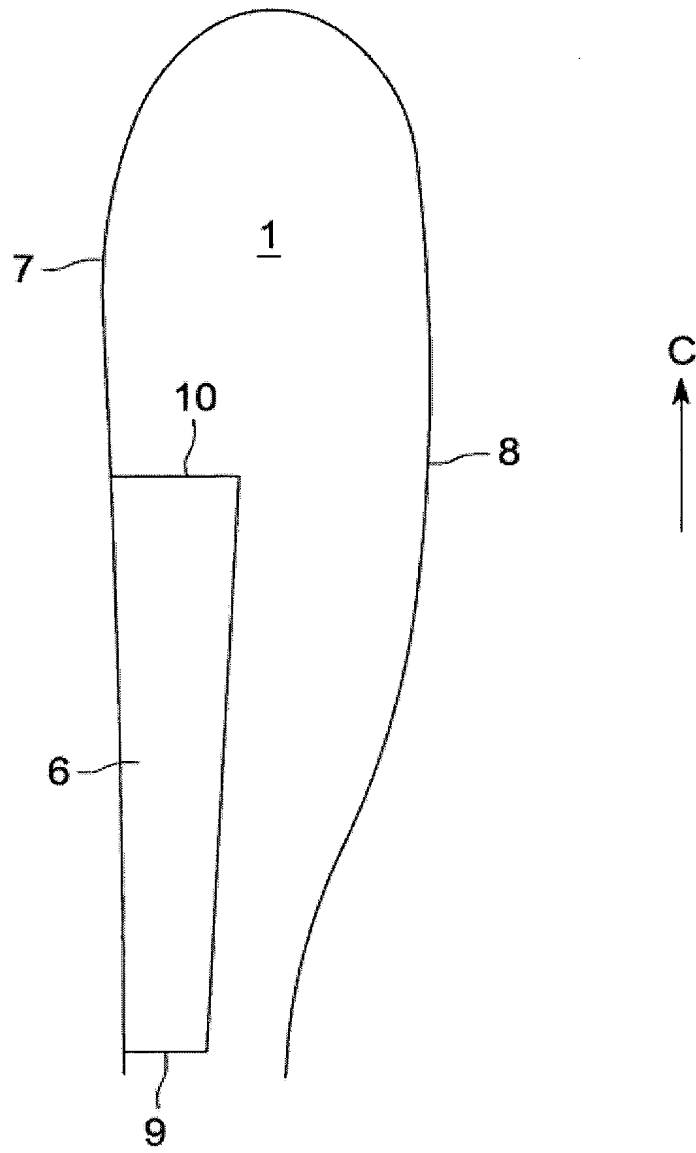
1/2



**FIG. 1**



**FIG. 2**



**FIG. 3**

**RESUMO****“LÂMINA PROPULSORA PARA ROTAÇÃO AO REDOR DE UMA  
MONTAGEM DE EIXO”**

Trata-se de uma lâmina propulsora (1) para rotação ao redor da  
5 montagem de eixo disposta em si pelo menos ao longo de uma borda guia (7)  
um revestimento (6) que compreende um material repelente de gelo, o  
revestimento (6) que se estende ao longo da lâmina (1) a partir de uma região  
radialmente interna (9) para uma região radialmente externa (10), em que a  
10 região radialmente externa (10) é disposta entre a raiz da lâmina e a ponta da  
lâmina em uma posição em que forças de rotação na lâmina (1) são  
suficientes, em uso, para provocar remoção de gelo de uma lâmina não-  
revestida (1).