

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

(21) **PI 1105910-9 A2**

(22) Data de Depósito: 19/10/2011
(43) Data da Publicação: 05/03/2013
(RPI 2200)



(51) *Int.Cl.:*
F03D 11/02

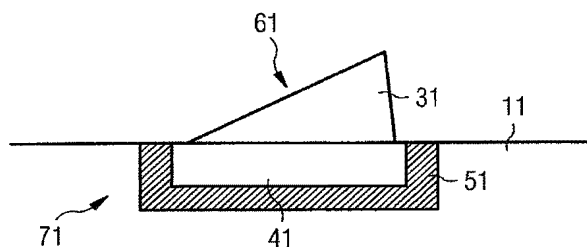
(54) **Título:** PÁ DE TURBINA EÓLICA

(30) **Prioridade Unionista:** 21/10/2010 EP 10188346

(73) **Titular(es):** Siemens Aktiengesellschaft

(72) **Inventor(es):** Carsten Thruø, Jens Jørgen Østergaard
Kristensen

(57) **Resumo:** Patente de Invenção: PÁ DE TURBINA EÓLICA. A presente invenção refere-se a uma pá de uma turbina eólica. A pá contém pelo menos um gerador de vórtice o qual está posicionado na superfície da pá. O gerador de vórtice é construído e colocado de forma tal que ele contribua para as características aerodinâmicas da pá. O gerador de vórtice contém uma plataforma e uma parte de extensão. A pá contém um recesso o qual é contruído e configurado para receber pelo menos uma parte da plataforma do gerador de vórtice. A plataforma é fixada pelo menos parcialmente dentro do recesso.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"PÁ DE TURBINA EÓLICA"**.

A presente invenção refere-se a uma pá de uma turbina eólica e a um método de reajuste para a pá.

5 É conhecido usar dispositivos formatados para gerar vórtices benéficos dentro de uma pá de turbina eólica. Esses dispositivos são conhecidos como "geradores de vórtice".

Os vórtices são usados para influenciar o fluxo de ar ao longo da superfície da pá da turbina eólica. Por exemplo, os geradores de vórtice são
10 usados para contra-atacar o estol de ar ao longo da pá. Assim, o movimento rotacional da pá é aprimorado pelos geradores.

O documento WO 0015961 A1 divulga uma pá de turbina eólica, a qual é dotada de uma pluralidade de geradores de vórtice. Eles se projetam da superfície contrária ao vento da pá e são usados para controlar uma
15 assim denominada "separação de camada limítrofe".

O documento WO 2008113350 divulga um design vantajoso de uma pá de turbina eólica. A pá mostra uma ou mais fileiras paralelas de geradores de vórtice na camada sublimítrofe. A pá resultante é resistente ao estol e um alto coeficiente de elevação máxima é obtido para a pá resultante.
20 te.

A figura 5 mostra uma pá 15 a qual contém uma fileira de geradores de vórtice 25.

A partir da seção A-A', referência é feita à figura 6.

É conhecido prender a fileira de geradores de vórtice 25 à pá 15,
25 por exemplo, colando.

Essa situação é mostrada na figura 6. O gerador de vórtice 66 contém uma plataforma (ou fundação ou base) 46 e uma parte de extensão 36, a qual poderia ser formada como uma aleta.

O gerador de vórtice 66 é conectado à pá de turbina eólica 16 por uma conexão colada 56, enquanto a cola é aplicada entre a superfície da pá 16 e a plataforma 46. A parte de extensão 36 se estende da conexão colada 56 e a partir da pá 16 e é também responsável pela geração de vórti-
30

ces.

Em virtude da expectativa de vida requerida de mais de vinte anos para turbinas eólicas em alto mar, poderia ser um problema assegurar uma conexão duradoura pela cola aplicada.

5 Uma deficiência adicional dessa solução é que as características aerodinâmicas do gerador de vórtice são influenciadas:

- pela parte de extensão 36 e

- pela plataforma 46, uma vez que ela se estende na superfície da pá 16 e também

10 - pela altura da conexão colada 56.

Uma combinação dessas características pode deteriorar as características da pá, o que não é pretendido.

É ainda conhecido integrar os geradores de vórtice ao lado da pá. Eles são integrados durante o processo de fabricação da pá e, assim, contribuem para a superfície da pá fabricada.

15 Nesse caso, os gerados de vórtice estão fixos durante toda a vida útil da pá, mas não é possível ajustar os geradores de vórtice na superfície da pá se isso for necessário depois.

Portanto, é um objetivo da invenção proporcionar uma pá aprimorada de uma turbina eólica, a qual contém um gerador de vórtice, enquanto que o gerador de vórtice tem de suportar durante longo tempo as influências ambientais que atuam sobre a pá e onde o gerador de vórtice pode ser ajustado à situação da pá, se necessário.

20 Esse objetivo é atingido pelas características da reivindicação 1 e pelas características da reivindicação 12.

Configurações preferidas são objeto das reivindicações dependentes.

De acordo com a invenção, a pá da turbina eólica contém pelo menos um gerador de vórtice, o qual está posicionado na superfície da pá. O gerador de vórtice é construído e colocado de uma forma que contribui para as características aerodinâmicas da pá.

30 O gerador de vórtice contém uma plataforma e uma parte de

extensão. A pá contém um recesso, o qual é construído e configurado para receber pelo menos uma parte da plataforma do gerador de vórtice. A plataforma é fixada, pelo menos parcialmente, dentro do recesso.

De preferência, o recesso é formado na superfície da pá enquanto a pá é fabricada. O gerador de vórtice é ajustado, colocado e posicionado, depois, como um reajuste.

É ainda possível formar o recesso na superfície da pá através de usinagem. Assim, há a possibilidade de ajustar a pá, a qual já está montada, em um cubo no local de uma turbina eólica.

As características da pá inventada são mais previsíveis do que as características da pá da técnica anterior.

Em virtude do recesso e sua interação com a plataforma do gerador de vórtice, a conexão é protegida de influências ambientais, tais como gelo, sal, frio, etc. Assim, a conexão permanece estável durante um longo tempo.

Em virtude do recesso, o qual poderia ser formado na pá enquanto ela é fabricada ou o qual poderia ser usinado na pá depois, há a possibilidade de reajustar a pá se necessário. Ainda, geradores de vórtice danificados podem ser removidos facilmente se necessário.

Há ainda a possibilidade de ajustar e/ou aprimorar a distribuição e/ou a posição dos geradores de vórtice depois. Isso pode ser feito dependendo do local da turbina eólica, ou independentemente de outras influências específicas ao local.

De preferência, o gerador de vórtice ou uma série deles está disposta sobre uma correia ou uma tira. A tira permite o posicionamento de uma série de geradores de vórtice muito facilmente e em menos tempo. Nesse caso, a correia ou tira é, de preferência, uma parte integrada da plataforma. O recesso é formatado para incorporar a correia ou tira junto com a plataforma dos geradores de vórtice.

Outra vantagem é que a superfície total aderida entre a pá e os geradores de vórtice é aumentada, pelo que os geradores de vórtice são firmemente presos à pá.

Uma outra vantagem é que o gerador de vórtice está sempre estabilizado em sua posição correta - também em vista da altura da plataforma e em vista da unidade de extensão. Assim, o gerador de vórtice está posicionado em sua posição alinhada e dedicada ótima.

5 Assim, uma série de pás mostram as mesmas características em virtude da posição bem definida do(s) gerador(es) de vórtice. As características podem ser reproduzidas também muito facilmente.

O recesso pode ser formado na pá enquanto a pá é fabricada. Por exemplo, um perfil pode ser usado, o qual mostra uma fundição ou impressão negativa em vista do formato pretendido da plataforma.

O perfil pode ser colocado em um molde, o qual pode ser usado dentro de um processo de "Moldagem por Transferência de Resina Assistida a Vácuo" (Vacuum Assisted Resin Transfer Moulding - VARTM) de preferência.

15 A invenção é mostrada em mais detalhes por meio de algumas figuras.

A figura 1 mostra a invenção em uma visão geral;

a figura 2 mostra uma configuração de acordo com a invenção, onde o gerador de vórtice é aplicado à superfície da pá;

20 a figura 3 mostra outra configuração de acordo com a invenção, onde outro gerador de vórtice é aplicado à superfície da pá;

a figura 4 mostra um detalhe da figura 3 e, assim, refere-se à figura 3;

a figura 5 mostra uma pá da técnica anterior, a qual contém uma fileira de geradores de vórtice conforme descrito na introdução do presente pedido; e

a figura 6 mostra uma fileira de geradores de vórtice os quais são presos à pá por uma cola, conforme descrito na introdução do presente pedido.

30 A figura 1 mostra a configuração preferida de acordo com a invenção.

O gerador de vórtice 61 contém uma plataforma 41 e uma parte

de extensão 31.

A plataforma é usada como fundação ou base para a parte de extensão 31.

5 A parte de extensão 31 pode, de preferência, ter o formato tal como uma aleta.

A plataforma 41 do gerador de vórtice 61 está colocada dentro de um recesso 71.

O recesso 71 é uma parte integrada da pá 11 e poderia ser formado e formatado na pá 11, enquanto a pá 11 é fabricada.

10 O recesso 71 pode ainda ser usinado na pá 11, depois, em um local da turbina eólica, por exemplo.

Uma conexão 51 é proporcionada para prender a plataforma 41 no recesso 71. Isso poderia ser feito usando um adesivo, cola, silicone ou mesmo uma fita dupla face, a qual traz um adesivo.

15 É ainda possível que a superfície da plataforma 41 e a superfície interna do recesso 71 sejam formatadas de forma tal que elas interajam uma com a outra para atingirem uma conexão mecânica fixa.

Uma configuração estrutural ou mecânica poderia ser a "cauda de pombo" bem conhecida, a qual é usada para conectar a plataforma dentro do recesso.

20 De preferência, apenas a parte de extensão 31 se estende a partir da superfície da pá 11. Assim, apenas a parte de extensão 31 contribui para as características da pá, as quais são agora melhor previsíveis.

25 Em virtude do recesso 71, a conexão 51 é protegida de influências ambientais. A influência da chuva, gelo, sal, frio, etc. é reduzida. A conexão, assim, permanece estável durante um longo tempo.

Em virtude das diferentes formas as quais são usadas para formar e formar o recesso na pá, há a possibilidade de reajustar a pá posteriormente.

30 Ainda, geradores de vórtice 61 danificados podem ser removidos e trocados muito facilmente.

Há a possibilidade de ajustar o número e/ou aprimorar a distri-

buição, e/ou aprimorar a posição dos geradores de vórtice 61 posteriormente. De preferência, isso poderia ser feito dependendo do local da turbina eólica ou de influências específicas ao local.

5 De preferência, o gerador de vórtice ou uma série dos mesmos estão dispostos sobre uma correia ou uma tira (não mostrada aqui em detalhes). Assim, a tira pode ser uma parte integrada da plataforma 41. A tira permite o posicionamento de uma série de geradores de vórtice muito facilmente em menos tempo.

10 A figura 2 mostra uma configuração de acordo com a invenção onde o gerador de vórtice é aplicado à superfície da pá.

O gerador de vórtice 62 contém uma plataforma e uma parte de extensão, conforme mostrado na figura 1.

A plataforma do gerador de vórtice 62 está colocada dentro de um recesso 72.

15 O recesso 72 é uma parte integrada da pá 12 e poderia ser formado na pá 12, conforme descrito acima.

Uma fita adesiva dupla face DST é usada para colocar e prefixar o gerador de vórtice 62 via sua plataforma (de acordo com a figura 1, conforme descrito acima) no recesso 72.

20 Em seguida, um vão restante entre as paredes do recesso 72 e a plataforma do gerador de vórtice 62 é enchido com um material de fixação F1 - com silicone ou com o, assim denominado, "enchedor estrutural", por exemplo.

25 Essa etapa é feita para fixar o gerador de vórtice durante um longo tempo e assegurar que nenhuma água, nenhum gelo, nenhum sal, etc. possa entrar ali.

Conforme descrito acima, o trabalho de construção, ou formação ou formatação do recesso na pá, e/ou o trabalho para fixar a plataforma-geradora de vórtice dentro do recesso poderia ser feito à parte no local de uma turbina eólica ou mesmo em outro lugar onde a pá é fabricada.

30 Se o recesso é formatado na pá por meio de usinagem à parte no local de fabricação, o gerador de vórtice 62 poderia ser fixado e posicio-

nado em um trabalho de reajuste ainda separadamente nesse local ou mesmo separadamente no local da turbina eólica.

5 A invenção poderia, de preferência, ser usada em um local de teste onde as características da pá são testadas, e onde as pás são otimizadas para outro uso ou para sua avaliação.

A figura 3 e a figura 4 mostram outra configuração, de acordo com a invenção, onde um gerador de vórtice 63 é aplicado à superfície de uma pá 13 de uma forma diferente.

10 O gerador de vórtice 63 contém uma plataforma e uma parte de extensão, conforme mostrado na figura 1 e na figura 2.

A plataforma do gerador de vórtice 63 está colocada dentro de um recesso 73.

O recesso 73 é uma parte integrada da superfície da pá 12 e poderia ser formado e formatado, conforme descrito acima.

15 Um adesivo AD é aplicado ao recesso 73 e é usado para colocar e fixar a plataforma do gerador de vórtice 63 no recesso 73 (de acordo com a figura 1 e com a figura 2, conforme descrito acima).

20 O gerador de vórtice 63 é comprimido no recesso 73 e sua plataforma é posicionada ali. O adesivo AD é distribuído dentro do recesso 73 de forma que substancialmente todos os "espaços livres" em torno da plataforma do gerador de vórtice 63 sejam enchidos com o adesivo AD.

Assim, a quantidade de adesivo AD é escolhida de forma tal que o vão entre as paredes laterais do recesso 73 e a superfície da plataforma seja enchido completamente com o adesivo.

25 A quantidade de adesivo AD é também escolhida de forma tal que uma quantidade adicional de resina ADH feche um vão o qual é definido pela superfície da pá e a superfície superior da plataforma. Assim, uma borda ou orla circunferencial é disposta ao longo desse vão ou ao longo dessa linha de contato. A borda assegura que seja minimizada a entrada de água e
30 gelo na área de ataque.

Se necessário, a borda poderá ser removida depois, quer em uma "condição úmida" ou em uma "condição seca", por exemplo.

Como um sumário, a invenção é dirigida à pá e é dirigida ao método de reajuste da pá, conforme descrito acima.

5 A invenção é também dirigida a uma pá a qual é preparada para ser reajustada com um gerador de vórtice, de acordo com as etapas de método reivindicadas.

A invenção é também dirigida a um gerador de vórtice o qual é preparado para ser usado para reajuste de uma pá, de acordo com as etapas de método reivindicadas.

REIVINDICAÇÕES

1. Pá de uma turbina eólica,

- em que a pá contém pelo menos um gerador de vórtice, o qual está posicionado na superfície da pá, enquanto o gerador de vórtice é construído e colocado de forma tal a contribuir para as características aerodinâmicas da pá,

- em que o gerador de vórtice contém uma plataforma e uma parte de extensão,

- em que a pá contém um recesso, o qual é construído e configurado para receber pelo menos uma parte da plataforma do gerador de vórtice,

- em que a plataforma é fixada dentro do recesso.

2. Pá, de acordo com a reivindicação 1, em que o recesso é uma parte integrada da pá, enquanto o recesso é formado na pá enquanto a pá é fabricada ou enquanto o recesso é formado na pá pronta posteriormente.

3. Pá, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que a plataforma é conectada ao recesso e/ou é fixada dentro do recesso por uma cola, por um adesivo, por um silicone ou por uma fita dupla face, a qual traz um adesivo.

4. Pá, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que a plataforma é conectada ao recesso e/ou é fixada dentro do recesso por uma estrutura de superfície em "cauda de pombo".

5. Pá, de acordo com a reivindicação 1, em que toda plataforma é colocada no recesso, assim, apenas a parte de extensão contribui para as características da pá.

6. Pá, de acordo com a reivindicação 1, em que a conexão entre o recesso e a plataforma é construída e colocada de forma tal que a conexão seja pelo menos protegida de influências ambientais, tais como chuva, gelo, sal e/ou frio.

7. Pá, de acordo com a reivindicação 1, em que a pá contém uma série de recessos os quais são formatados na pá durante sua fabricação ou os quais são formatos na pá posteriormente para permitir um

reajuste da pá com uma série de geradores de vórtice.

8. Pá, de acordo com a reivindicação 1, em que a pá contém uma série de recessos, os quais são formatados na pá durante sua fabricação ou os quais são formatados na pá posteriormente para permitir o
5 ajuste e a distribuição de uma série de geradores de vórtice como um reajuste para influenciar as características da pá, dependendo de influências específicas ao local.

9. Pá, de acordo com a reivindicação 1, ou 7 ou 8, em que uma série de geradores de vórtice são dispostos sobre uma correia ou sobre uma
10 tira por suas plataformas.

10. Pá, de acordo com a reivindicação 9,
- em que a correia ou tira é uma parte integrada da plataforma e
- em que a correia ou tira é disposta e projetada de forma tal que ela interaja com o recesso para fixação da plataforma.

11. Pá, de acordo com a reivindicação 1,
- em que o recesso é construído de forma tal que o recesso seja integrado na pá enquanto a pá é fabricada ou após a pá estar pronta e
- em que o gerador de vórtice é construído de forma tal que ele seja conectado com o recesso por sua plataforma como um reajuste poste-
15 riormente.

12. Método para reajuste de uma pá de uma turbina eólica,
- em que pelo menos um recesso é formado na superfície de uma pá enquanto ela é fabricada ou é formada na superfície da pá posteriormente,

25 - em que um gerador de vórtice é posicionado na pá posteriormente para contribuir com as características aerodinâmicas da pá,

- em que o gerador de vórtice, o qual contém uma plataforma e uma parte de extensão, é comprimido com sua plataforma no recesso de forma tal que o recesso receba pelo menos uma parte da plataforma do gera-
30 dor de vórtice e

- em que a plataforma é fixada dentro do recesso.

13. Método, de acordo com a reivindicação 12,

- em que uma fita adesiva dupla face é usada para colocar e posicionar a plataforma do gerador de vórtice dentro do recesso e

- em que um vão restante entre as paredes do recesso e a plataforma do gerador de vórtice é enchido com um material de fixação.

5 14. Método, de acordo com a reivindicação 12,

- em que um adesivo é usado para colocar e posicionar a plataforma do gerador de vórtice dentro do recesso e

- em que o adesivo é distribuído dentro do recesso para preencher substancialmente todos os espaços livres em torno da plataforma do gerador de vórtice quando o gerador de vórtice é comprimido no recesso.

10 15. Pá a qual é preparada para ser reajustada com um gerador de vórtice, como definido nas reivindicações 12 a 14.

16. Gerador de vórtice o qual é preparado para ser usado para reajuste de uma pá, como definida nas reivindicações 12 a 14.

15

FIG 1

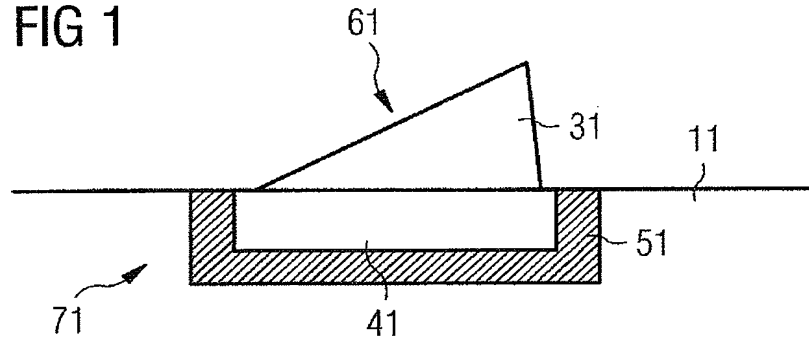


FIG 2

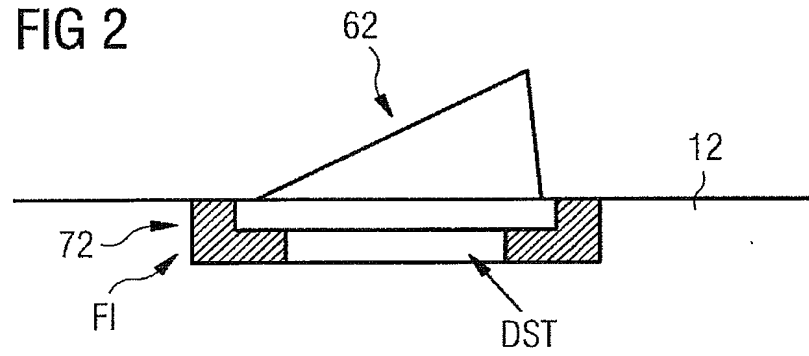


FIG 3

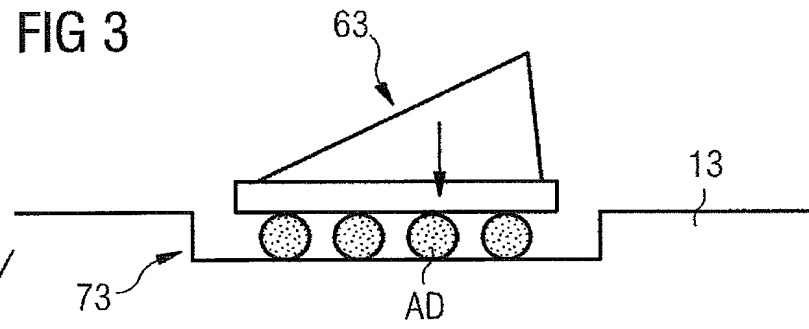


FIG 4

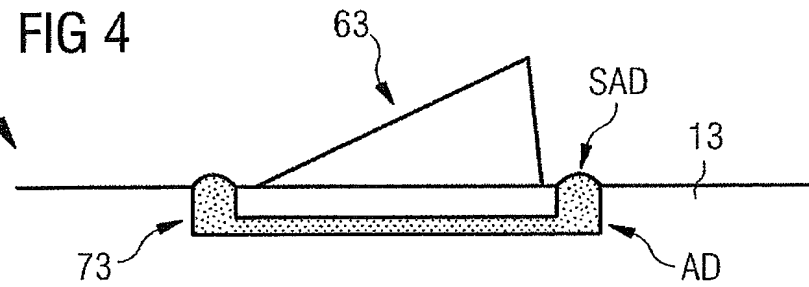


FIG 5

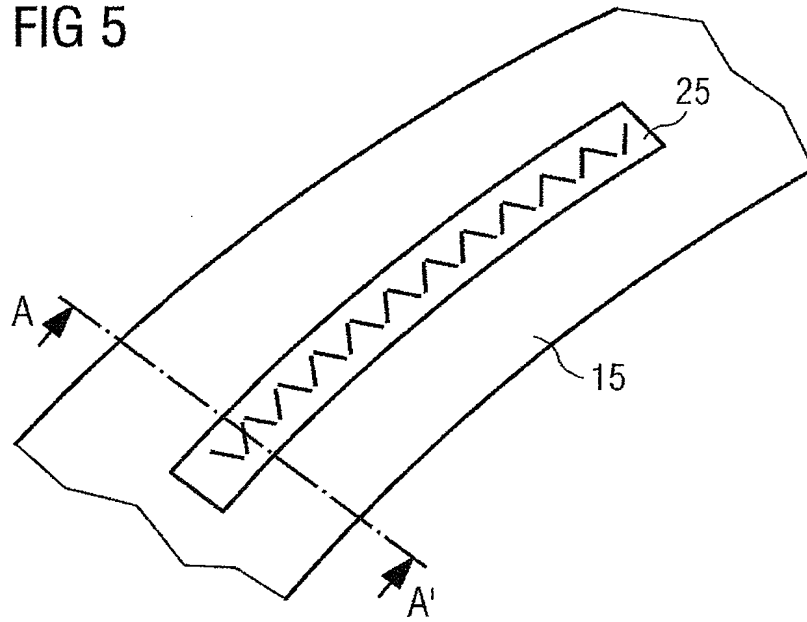
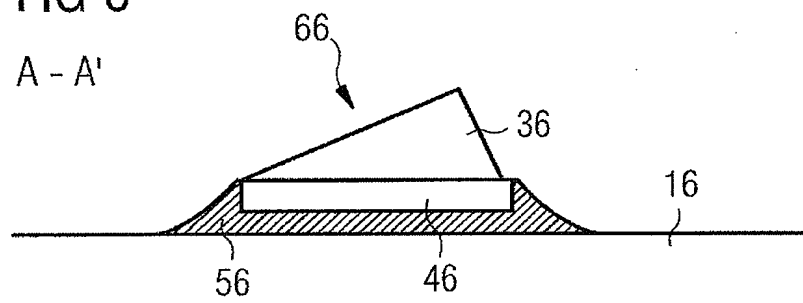


FIG 6

A - A'



RESUMO

Patente de Invenção: **"PÁ DE TURBINA EÓLICA"**.

A presente invenção refere-se a uma pá de uma turbina eólica. A pá contém pelo menos um gerador de vórtice o qual está posicionado na superfície da pá. O gerador de vórtice é construído e colocado de forma tal
5 que ele contribua para as características aerodinâmicas da pá. O gerador de vórtice contém uma plataforma e uma parte de extensão. A pá contém um recesso o qual é construído e configurado para receber pelo menos uma parte da plataforma do gerador de vórtice. A plataforma é fixada pelo menos
10 parcialmente dentro do recesso.