

**(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: <b>2005.02.24</b>	(73) Titular(es): <b>VESTAS WIND SYSTEMS A/S</b> <b>SMED SORENSENS VEJ 5 6950 RINGKOBING</b> <b>DK</b>
(30) Prioridade(s):	
(43) Data de publicação do pedido: <b>2006.08.30</b>	
(45) Data e BPI da concessão: <b>2007.06.13</b> <b>027/2007</b>	(72) Inventor(es): <b>ANTON BECH</b> <b>DK</b> <b>POUL VALSGAARD</b> <b>DK</b>
	(74) Mandatário: <b>PEDRO DA SILVA ALVES MOREIRA</b> <b>RUA DO PATROCÍNIO, N.º 94 1399-019 LISBOA</b> <b>PT</b>

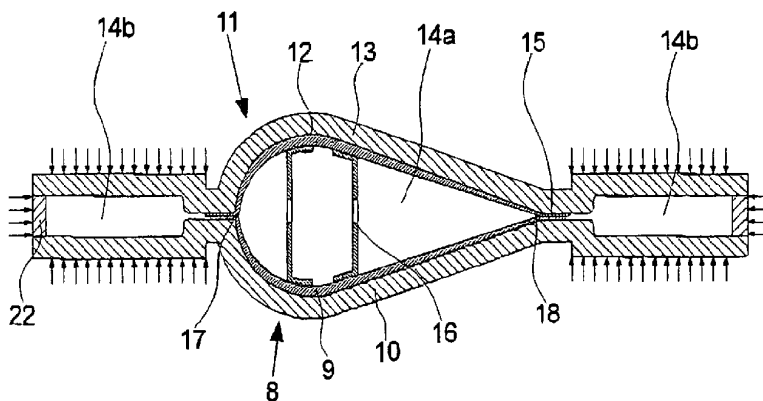
(54) Epígrafe: **MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE UMA PÁ DE TURBINA EÓLICA, INSTALAÇÃO DE FABRICAÇÃO DE PÁS DE TURBINA EÓLICA E SUA UTILIZAÇÃO.**

(57) Resumo:  
MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE UMA PÁ DE TURBINA EÓLICA, INSTALAÇÃO DE FABRICAÇÃO DE PÁS DE TURBINA EÓLICA E SUA UTILIZAÇÃO.

## RESUMO

### **"MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE UMA PÁ DE TURBINA EÓLICA, INSTALAÇÃO DE FABRICAÇÃO DE PÁS DE TURBINA EÓLICA E SUA UTILIZAÇÃO"**

A invenção refere-se a um método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica. O método compreende os passos de estabelecer uma primeira parte (8) compreendendo uma primeira parte (9) de pá de turbina eólica numa primeira unidade (10) de fixação, estabelecer uma segunda parte (11) compreendendo uma segunda parte (12) de pá de turbina eólica numa segunda unidade (13) de fixação, e posicionar a primeira parte (8) em contacto com, ou muito próximo, da segunda parte (11). Depois disto, é estabelecida uma pressão inferior à pressão atmosférica, forçando a primeira parte (9) de pá de turbina eólica e a segunda parte (12) de pá de turbina eólica, uma contra a outra. A invenção refere-se, além disso, a uma instalação de fabricação de pás de turbina eólica, a pás (5) de turbina eólica bem como à sua utilização.



## **DESCRIÇÃO**

### **"MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE UMA PÁ DE TURBINA EÓLICA, INSTALAÇÃO DE FABRICAÇÃO DE PÁS DE TURBINA EÓLICA E SUA UTILIZAÇÃO"**

#### **Antecedentes da invenção**

A invenção refere-se a uma instalação de fabricação de pás de turbina eólica como especificado no preâmbulo da reivindicação 28, um método de fabricação de uma pá de turbina eólica, pás de turbina eólica e suas utilizações.

#### **Descrição da Técnica Relacionada**

Uma turbina eólica conhecida na técnica compreende, tipicamente, uma torre de turbina eólica e uma nacelle de turbina eólica posicionada no topo da torre. Um rotor de turbina eólica, compreendendo três pás de turbina eólica, está ligado à nacelle através de um veio de velocidade baixa, que se estende para fora da parte frontal da nacelle, como ilustrado na figura 1.

Nos últimos anos o desenvolvimento de turbinas eólicas produzidas em série dirigiu-se no sentido de torná-las cada vez maiores, quer em produtividade, quer em dimensão. Este processo exige componentes e métodos de fabricação melhores e mais económicos, e particularmente no campo das pás de turbina eólica produzidas em série, este desenvolvimento foi profundo, devido

às pás de turbina eólica produzidas em série, médias, terem mais do que duplicado o seu comprimento ao longo dos últimos anos.

As pás de turbina eólica conhecidas na técnica são fabricadas, tipicamente, em fibra de vidro reforçada com metal, madeira ou fibras de carbono. As pás são fabricadas, tipicamente, através da moldagem de duas metades de pá em dois moldes independentes. Quando as metades de pá estão endurecidas, as superfícies de ligação são providas com um adesivo, e as metades são colocadas uma sobre a outra. Para garantir que as metades sejam pressionadas firmemente uma de encontro à outra enquanto o adesivo endurece, aplica-se pressão nos moldes, quer através de compressão do molde superior sobre o molde inferior por meio de cilindros pneumáticos ou hidráulicos, quer através da utilização de grampos grandes ou por meio de correias que circundam os dois moldes ou metades de pá.

É dado um exemplo dos métodos da técnica anterior no documento WO 2004/043679.

Todos estes métodos possuem uma desvantagem importante que resulta da pressão ser aplicada apenas em certos pontos, fazendo com que as uniões entre as duas metades de pá pequenas com uma forma de tipo onda, como ilustrado na figura 2B. Esta forma de tipo onda é indesejada, porque reduz as qualidades aerodinâmicas da pá e por fazer com que as uniões fiquem com uma fragilidade incorporada, pelo facto das uniões não possuírem a mesma resistência em todo o comprimento da pá.

Além disso, se se utilizarem grampos, correias ou afins, para proporcionar a força de compressão, torna-se difícil e moroso regular esta força, de modo a garantir que seja aplicada

a quantidade correcta de pressão, de forma a produzir uma pá com uma união resistente e uniforme.

Um objectivo da invenção é proporcionar uma instalação de fabricação de uma pá de turbina eólica e um método de fabricação de pá de turbina eólica simples e rápido, que garanta que as uniões entre as duas metades de pá se tornem substancialmente uniformes.

Um outro objectivo da invenção é proporcionar uma instalação de fabricação de pás de turbina eólica e um método de fabricação de pás de turbina eólica, em que a força de compressão sobre as partes de pá pode ser regulada de uma modo simples e rápida.

### **A invenção**

A invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou de uma secção de uma pá de turbina eólica. O método compreende os passos de estabelecer, pelo menos, uma primeira parte compreendendo, pelo menos, uma primeira parte de pá de turbina eólica em, pelo menos, uma primeira unidade de fixação, estabelecer, pelo menos, uma segunda parte compreendendo, pelo menos, uma segunda parte de pá de turbina eólica em, pelo menos, uma segunda unidade de fixação, posicionar, a, pelo menos, uma, primeira parte em contacto, ou muito próximo, da pelo menos uma, segunda parte, e estabelecer uma pressão inferior à pressão atmosférica, que força a, pelo menos uma, primeira parte de pá de turbina eólica e a, pelo menos uma, segunda parte de pá de turbina eólica, uma contra a

outra, e/ou que força, pelo menos, uma das partes de pá de turbina eólica contra, pelo menos, uma outra.

Por este meio é possível fabricar uma pá de turbina eólica de um modo simples e rápido, que dota a pá com uniões substancialmente uniformes.

É vantajosa a utilização de uma pressão inferior à pressão atmosférica ou vácuo parcial, devido a proporcionar em meio para compressão das, pelo menos, duas partes, uma contra a outra, através de uma força que se aplica ininterrupta e continuamente ao longo do comprimento total das partes de pá de turbina eólica. Além disso, a força de compressão pode ser regulada facilmente, devido a ser fácil ajustar um vácuo parcial através da regulação do efeito do meio de estabelecimento de uma pressão inferior à pressão atmosférica.

Pelo termo "que força ... uma contra a outra" deve entender-se que todas as partes estão directa ou indirectamente sob a influência do vácuo parcial, e que esta influência está a pressionar as partes individuais contra as outras partes.

Pelo termo "que força , pelo menos, uma ... contra, pelo menos, uma outra" deve entender-se que, a, pelo menos, uma das partes está directa ou indirectamente sob a influência do vácuo parcial, e que esta influência está a pressionar esta, pelo menos uma, parte contra a outra parte, ou partes.

Um aspecto da invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou uma secção de uma pá de turbina eólica, em que o referido método envolve o passo de posicionamento de um ou mais elementos de reforço sobre a

referida, pelo menos uma, primeira parte de pá de turbina eólica e/ou sobre a referida, pelo menos uma, segunda secção de pá de turbina eólica.

É vantajoso dotar a pá de turbina eólica com um elemento de reforço na forma de, e. g., uma viga, uma teia ou uma armação em rede, devido a um ou mais elementos que ligam a primeira parte de pá de turbina eólica e a segunda parte de pá de turbina eólica transversalmente, proporcionarem um modo muito eficaz em termos de peso, de reforço da pá. Além disso, um ou mais elementos de reforço podem ajudar a pá a manter a sua forma.

De modo geral, pode dizer-se que, quanto mais complicada for a estrutura das pás de turbina eólica, e. g., na forma de muitos e/ou complicados elementos de reforço, mais vantajoso é o facto da força de compressão poder ser distribuída uniformemente e poder ser regulada facilmente.

Um aspecto da invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou uma secção de uma pá de turbina eólica, em que a referida, pelo menos uma, primeira parte de pá de turbina eólica, a referida, pelo menos uma, segunda parte de pá de turbina eólica e um ou mais elementos de reforço, compreendem superfícies de contacto correspondentes.

É vantajoso dotar a, pelo menos uma, primeira parte de pá de turbina eólica, a, pelo menos uma, segunda parte de pá de turbina eólica e o um ou mais elementos de reforço com superfícies de contacto correspondentes, devido a dotarem as partes com superfícies adequadas para fixação das partes umas às outras.

Um aspecto da invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou uma secção de uma pá de turbina eólica, em que as referidas superfícies de contacto se estendem ao longo de uma ou mais das seguintes: margem dianteira, margem posterior, ponta da pá e raiz.

Um aspecto da invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou uma secção de uma pá de turbina eólica, em que o referido método envolve o passo de aplicação de meios adesivos em todas ou algumas das referidas superfícies de contacto, antes do posicionamento da referida, pelo menos uma, primeira parte muito próximo da referida, pelo menos uma, segunda parte.

É vantajoso dotar as superfícies de contacto com meios adesivos, tais como resina natural ou artificial, antes das partes serem colocadas uma em contacto com a outra, devido ao adesivo poder ser distribuído de modo mais uniforme e controlado sobre uma superfície livre e exposta.

Um aspecto da invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou uma secção de uma pá de turbina eólica, em que a referida pressão inferior à pressão atmosférica é estabelecida em, pelo menos, uma cavidade formada pela referida, pelo menos uma, primeira parte e pela referida, pelo menos uma, segunda parte.

É vantajoso estabelecer um vácuo parcial numa cavidade formada pela primeira parte e pela segunda parte, devido ao vácuo parcial poder ser estabelecido nas, ou próximo das, partes de pá que devem ser forçadas a entrar em contacto pelo vácuo parcial. Além disso, ele possibilita que as forças de



compressão, produzidas pelo vácuo parcial, se apliquem contínua e ininterruptamente ao longo de toda a extensão longitudinal das partes de pá de turbina eólica.

Pelo termo "cavidade" deve entender-se uma abertura ou um espaço oco. A cavidade não tem de estar necessariamente fechada em todos os lados ou extremidades, o que significa que a palavra cavidade inclui igualmente espaços vazios, entalhes, canais, ranhuras e condutas.

Um aspecto da invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou uma secção de uma pá de turbina eólica, em que a referida, pelo menos uma, cavidade é formada completa ou parcialmente pela referida, pelo menos uma, primeira unidade de fixação e pela referida, pelo menos uma, segunda unidade de fixação.

É vantajoso formar a cavidade, na qual se destina a ser estabelecido o vácuo parcial, através das unidades de fixação devido a estas proporcionarem uma cavidade bem definida.

Um aspecto da invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou uma secção de uma pá de uma turbina eólica, em que a referida, pelo menos uma, cavidade consiste em, pelo menos, duas cavidades separadas, e. g., que se estendem ao longo de, pelo menos, uma união através da margem dianteira e ao longo de, pelo menos, uma união através da margem posterior das referidas partes de pá de turbina eólica.

É vantajosa a colocação de uma cavidade em cada um dos lados das partes de pá, devido a proporcionar um modo simples de distribuição do vácuo parcial, de modo a que as forças de

compressão sejam aplicadas próximo do local em que são necessárias, nomeadamente através das superfícies de contacto.

Um aspecto da invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou uma secção de uma pá de turbina eólica, em que a referida, pelo menos uma, cavidade se estende substancialmente através de toda a extensão longitudinal das referidas partes de pá de turbina eólica.

É vantajoso fazer com que a cavidade se estenda ao longo do comprimento total das partes de pá, devido a permitir que as forças de compressão, produzidas pelo vácuo parcial, afectem as partes de pá ao longo de todo o comprimento das partes de pá de turbina eólica.

Um aspecto da invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou uma secção de uma pá de turbina eólica, em que o referido método envolve o passo de vedação da referida, pelo menos uma, cavidade antes de ser estabelecida a referida pressão inferior à pressão atmosférica.

Se a, pelo menos uma, cavidade for formada como, e. g., uma fenda, é vantajoso vedá-la, para criar um espaço fechado no qual pode ser estabelecido um vácuo parcial.

Um aspecto da invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou uma secção de uma pá de turbina eólica, em que a referida vedação envolve dotar a referida, pelo menos uma, cavidade com um ou mais meios de vedação.

Um aspecto da invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou uma secção de uma pá de turbina

eólica, em que a referida vedação envolve tapar, pelo menos, uma extremidade da referida, pelo menos uma, cavidade e ligar, pelo menos, uma bomba de vácuo directa ou indirectamente à referida, pelo menos uma, outra extremidade da referida, pelo menos uma, cavidade.

Se a, pelo menos uma, cavidade for formada como, e. g., uma conduta, é vantajoso vedar uma extremidade desta conduta dotando a extremidade da conduta com um tampão, e utilizar a outra extremidade para ligar um meio de estabelecimento de vácuo parcial, tal como, e. g., uma bomba de vácuo, uma bomba de injeção de vácuo ou um tanque no qual é estabelecido vácuo.

Um aspecto da invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou uma secção de uma pá de turbina eólica, em que as referidas cavidades possuem uma extensão de entre 10 mm a 1000 mm, de um modo preferido 50 mm a 500 mm e mais preferido de entre 100 mm a 350 mm numa direcção perpendicular à extensão longitudinal das referidas partes de pá de turbina eólica, e paralela a uma linha através da referida margem dianteira e da referida margem posterior das referidas partes de pá de turbina eólica.

Obtém-se uma relação vantajosa entre a dimensão e função das unidades de fixação, fazendo as cavidades com a largura especificada.

Um aspecto da invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou uma secção de uma pá de turbina eólica, em que o referido estabelecimento da referida pressão inferior à pressão atmosférica resulta num vácuo parcial no interior da referida, pelo menos uma, cavidade de entre 0,1 bar

a 0,95 bar, de um modo preferido de entre 0,3 bar a 0,9 bar e de um modo muito preferido de entre 0,6 bar a 0,85 bar, em que 0 bar é o vácuo absoluto e 1 bar é aproximadamente a pressão atmosférica.

Quanto maior o grau de vácuo que é necessário ser proporcionado para obter uma certa força de compressão sobre as partes de pá de turbina eólica, maior a energia e o tempo necessários. O presente intervalo de pressão proporciona uma relação vantajosa entre tempo/energia e função.

Um aspecto da invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou uma secção de uma pá de turbina eólica, em que a referida pressão inferior à pressão atmosférica no interior da referida, pelo menos uma, cavidade resulta numa força de compressão sobre a superfície das referidas, pelo menos uma, partes de pá de turbina eólica de entre 1000 N a 10000000 N, de um modo preferido de entre 10000 N a 3000000 N e de um modo muito preferido de entre 100000 N a 1000000 N.

A experiência ensinou que é vantajoso proporcionar uma pá de turbina eólica com uma pressão dentro dos presentes intervalos, e. g., durante o endurecimento de um adesivo que liga as partes de pá de turbina eólica.

Um aspecto da invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou uma secção de uma pá de turbina eólica, em que a referida, pelo menos uma, cavidade é formada pelas partes da referida, pelo menos uma, primeira unidade de fixação e da referida, pelo menos uma, segunda unidade de fixação que circundam a referida, pelo menos uma, primeira parte

de pá de turbina eólica e a referida, pelo menos uma, segunda parte de pá de turbina eólica.

É vantajoso utilizar a cavidade nas unidades de fixação, nas quais são colocadas as partes de pá de turbina eólica para estabelecimento de um vácuo parcial, devido a não ser necessário estabelecer cavidades extra. Além disso, um vácuo parcial nesta cavidade permite que seja distribuída uma força de compressão sobre a superfície total das partes de pá de turbina eólica, o que é vantajoso se, e. g., for necessária uma força de compressão através de, e. g., uma viga no meio das partes de pá.

Um aspecto da invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou uma secção de uma pá de turbina eólica, em que a referida pelo menos uma primeira unidade de fixação e a referida pelo menos uma segunda unidade de fixação formam, além disso, pelo menos duas cavidades separadas, e. g., que se estendem ao longo de pelo menos uma união através da margem dianteira e ao longo de pelo menos uma união através da margem posterior das referidas partes de pá de turbina eólica.

É vantajoso proporcionar as unidades de fixação com outras cavidades, devido a permitir a possibilidade de ainda mais forças de compressão específicas.

Um aspecto da invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou uma secção de uma pá de turbina eólica, em que o referido estabelecimento da referida pressão inferior à pressão atmosférica resulta num vácuo parcial no interior da referida pelo menos uma cavidade de entre 0,1 bar a 0,995 bar, de um modo preferido de entre 0,5 bar a 0,99 bar e um modo muito preferido de entre 0,8 bar a 0,98 bar, em que 0 bar é

o vácuo absoluto e 1 bar é aproximadamente a pressão atmosférica.

Um aspecto da invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou uma secção de uma pá de turbina eólica, em que a referida pressão inferior à pressão atmosférica no interior da referida pelo menos uma cavidade resulta numa força de compressão sobre a superfície das referidas pelo menos umas partes de pá de turbina eólica de entre 1000 N a 10000000 N, de um modo preferido de entre 10000 N a 3000000 N e de um modo muito preferido de entre 100000 N a 1000000 N.

Um aspecto da invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou uma secção de uma pá de turbina eólica, em que a referida pelo menos uma cavidade é formada pela referida pelo menos uma primeira parte de pá de turbina eólica e pela referida pelo menos uma segunda parte de pá de turbina eólica.

É vantajoso utilizar a pelo menos uma cavidade no interior das partes de pá de turbina eólica para estabelecer um vácuo parcial, devido as pás de turbina eólica conhecidas da técnica, serem ocas e substancialmente estanques ao ar ou facilmente vedáveis, de acordo com o que, não são necessárias mais cavidades nas unidades de fixação ou outras.

Um aspecto da invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou uma secção de uma pá de turbina eólica, em que a referida pelo menos uma cavidade se estende substancialmente ao longo de todo o comprimento das referidas pelo menos umas partes de pá de turbina eólica.

Um aspecto da invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou uma secção de uma pá de turbina eólica, em que a referida pelo menos uma cavidade está posicionada nas, ou muito próximo das, referidas superfícies de contacto.

É vantajoso o estabelecimento de um vácuo parcial no interior, e. g., de um ou mais rasgos embebidos nas superfícies de contacto, devido à força de compressão proporcionada pelo vácuo parcial ser muito específica, garantindo que nenhuma das outras partes das pás ou das unidades de fixação sejam afectadas pela força de compressão, e impedindo assim um possível dano produzido pela referida força nestas partes.

Um aspecto da invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou uma secção de uma pá de turbina eólica, em que a referida pressão inferior à pressão atmosférica proporciona uma força de compressão que se estende ininterruptamente através de toda a extensão longitudinal das referidas partes de pá de turbina eólica.

Ao deixar a força de compressão estender-se ininterruptamente através de toda a extensão longitudinal das partes de pá de turbina eólica, evita-se a forma de tipo onda da união entre as partes de pá, devido à força de compressão não ser aplicada apenas em alguns pontos.

Um aspecto da invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou uma secção de uma pá de turbina eólica, em que a referida força de compressão é além disso uniforme através de toda a extensão longitudinal das referidas partes de pá de turbina eólica.

É vantajoso fazer com que a força de compressão seja uniforme através de toda a extensão longitudinal das partes de pá, devido a que ao aplicar-se a mesma força de compressão em todo o lado, a união deve ser teoricamente uniforme em todo o lado.

Um aspecto da invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou uma secção de uma pá de turbina eólica, em que o referido método envolve o passo de moldagem da referida pelo menos uma primeira parte de pá de turbina eólica e da referida pelo menos uma segunda parte de pá de turbina eólica em torno de pelo menos uma margem de fixação sobre a referida pelo menos uma primeira unidade de fixação e da referida pelo menos segunda unidade de fixação.

A moldagem das partes de pá em torno de pelo menos uma margem de fixação é vantajosa, devido a fixar as margens das partes de pá e a manter assim a posição das superfícies de contacto constante, simplificando tanto o processo de adição do adesivo como o processo de estabelecimento do vácuo parcial.

Um aspecto da invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou uma secção de uma pá de turbina eólica, em que a referida pelo menos uma margem de fixação na referida pelo menos uma primeira unidade de fixação ou na referida pelo menos uma segunda unidade de fixação é fabricada com um ângulo agudo, e a referida pelo menos uma outra margem de fixação na referida pelo menos uma primeira unidade de fixação ou na referida pelo menos uma segunda unidade de fixação é fabricada substancialmente rectangular.



É vantajosa a fabricação de pelo menos uma margem de fixação com um ângulo agudo, devido a ajudar a manter uma posição das partes de pá na unidade de fixação, particularmente durante o processo de manuseamento, se a referida parte de pá for uma parte superior destinada a ser posicionada sobre uma parte inferior correspondente. É vantajosa a fabricação de, pelo menos, uma outra margem de fixação rectangular, se esta margem for uma parte de uma unidade de fixação contendo uma parte de pá inferior, devido a permitir a remoção sem resistência da pá completa ou da secção de uma pá.

Um aspecto da invenção proporciona um método de fabricação de uma pá de turbina eólica ou uma secção de uma pá de turbina eólica, em que pelo menos uma da referida pelo menos uma primeira unidade de fixação e da referida pelo menos uma segunda unidade de fixação é um molde, no qual são moldadas as referidas pelo menos uma primeira e segunda partes de pá de turbina eólica.

É vantajoso utilizar moldes como unidades de fixação, devido a simplificar o processo de fabricação ao reduzir o manuseamento.

A invenção proporciona, além disso, uma instalação de fabricação de pás de turbina eólica, compreendendo pelo menos uma primeira parte que inclui pelo menos uma primeira unidade de fixação, adaptada para fixação de pelo menos uma primeira parte de pá de turbina eólica, pelo menos uma segunda parte compreendendo pelo menos uma segunda unidade de fixação, adaptada para fixação de pelo menos uma segunda parte de pá de turbina eólica, e meios para posicionamento da referida pelo menos uma primeira parte em contacto com, ou muito próximo, da

referida pelo menos uma segunda parte. A instalação de fabricação é caracterizada por compreender, além disso, meios para estabelecimento de uma pressão inferior à pressão atmosférica, que força a referida pelo menos uma primeira parte de pá de turbina eólica e a referida pelo menos uma segunda parte de pá de turbina eólica uma contra a outra, e/ou que força pelo menos uma das partes de pá de turbina eólica contra a pelo menos uma outra parte.

Obtém-se por este meio um aparelho vantajoso de acordo com a invenção.

É vantajosa a utilização de meios, tal como uma bomba de vácuo, para evacuação de ar para estabelecer uma pressão inferior à pressão atmosférica, devido a ser fácil regular o efeito de, e. g., uma bomba de vácuo, e ser assim fácil regular a força que pressiona as partes de pá em conjunto.

Deve enfatizar-se que o termo "instalação de fabricação de pás de turbina eólica" inclui igualmente instalações para fabricar secções de uma pá de turbina eólica.

Num aspecto da invenção, a referida instalação compreende meios de posicionamento de um ou mais elementos de reforço sobre a referida pelo menos uma primeira parte de pá de turbina eólica e/ou sobre a referida pelo menos uma segunda parte de pá de turbina eólica.

Se a pá de turbina eólica se destinar a ser provida com um ou mais elementos de reforço, é vantajoso equipar a instalação com meios para manuseamento destes elementos.

Num aspecto da invenção, a referida pelo menos uma primeira parte de pá de turbina eólica, a referida pelo menos uma segunda parte de pá de turbina eólica e um ou mais elementos de reforço, compreendem superfícies de contacto correspondentes.

Num aspecto da invenção, as referidas superfícies de contacto estendem-se ao longo de uma ou mais das seguintes: margem dianteira, margem posterior, ponta da pá e raiz.

Num aspecto da invenção, a referida instalação compreende meios para aplicação de um adesivo em todas ou em algumas das referidas superfícies de contacto.

Se as superfícies de contacto se destinarem a ser providas com um adesivo, é vantajoso equipar a instalação com meios para aplicação deste adesivo.

Num aspecto da invenção, a referida pelo menos uma primeira parte e a referida pelo menos uma segunda parte formam pelo menos uma cavidade, quando posicionadas em contacto com, ou muito próximo uma da outra.

Num aspecto da invenção, a referida pelo menos uma primeira unidade de fixação e a referida pelo menos uma segunda unidade de fixação formam completa ou parcialmente pelo menos uma cavidade quando posicionadas em contacto com, ou muito próximo uma da outra.

Num aspecto da invenção, a referida pelo menos uma cavidade estende-se substancialmente através de toda a extensão longitudinal das referidas partes de pá de turbina eólica.

Num aspecto da invenção, a referida pelo menos uma cavidade é constituída por pelo menos duas cavidades separadas, e. g., que se estendem ao longo de pelo menos uma união através da margem dianteira e ao longo de pelo menos uma união através da margem posterior das referidas partes de pá de turbina eólica.

Num aspecto da invenção, a referida instalação compreende meios para vedação da referida pelo menos uma cavidade.

Num aspecto da invenção, os referidos meios de vedação compreendem um ou mais tampões para tapar pelo menos uma extremidade da referida pelo menos uma cavidade, e pelo menos uma bomba de vácuo para ligar à referida pelo menos uma outra extremidade da referida pelo menos uma cavidade.

Num aspecto da invenção, as referidas cavidades possuem uma extensão de entre 10 mm a 1000 mm, de um modo preferido 50 mm a 500 mm e de um modo muito preferido de entre 100 mm a 350 mm numa direcção perpendicular à extensão longitudinal das referidas partes de pá de turbina eólica e paralela a uma linha através da referida margem dianteira e da referida margem posterior das referidas partes de pá de turbina eólica.

Num aspecto da invenção, os referidos meios para estabelecimento de uma pressão inferior à pressão atmosférica são capazes de produzir um vácuo parcial, no interior da referida pelo menos uma cavidade, de entre 0,1 bar a 0,95 bar, de um modo preferido de entre 0,3 bar a 0,9 bar e de um modo muito preferido de entre 0,6 bar a 0,85 bar, em que 0 bar é o vácuo absoluto e 1 bar é aproximadamente a pressão atmosférica.

Num aspecto da invenção, a referida instalação compreende meios para estabelecimento de uma pressão inferior à pressão atmosférica no interior da referida pelo menos uma cavidade que resulta numa força de compressão sobre a superfície das referidas pelo menos umas partes de pá de turbina eólica de entre 1000 N a 10000000 N, de um modo preferido de entre 10000 N a 3000000 N e de um modo muito preferido de entre 100000 N a 1000000 N.

Num aspecto da invenção, a referida pelo menos uma cavidade é formada pelas partes da referida pelo menos uma primeira unidade de fixação e da referida pelo menos uma segunda unidade de fixação, circundando a referida pelo menos uma primeira parte de pá de turbina eólica e a referida pelo menos uma segunda parte de pá de turbina eólica.

Num aspecto da invenção, a referida pelo menos uma primeira unidade de fixação e a referida pelo menos uma segunda unidade de fixação formam, além disso, pelo menos duas cavidades separadas, e. g., que se estendem ao longo de pelo menos uma união através da margem dianteira e ao longo de pelo menos uma união através da margem posterior das referidas partes de pá de turbina eólica.

Num aspecto da invenção, os referidos meios para estabelecimento de uma pressão inferior à pressão atmosférica são capazes de produzir um vácuo parcial, no interior da referida pelo menos uma cavidade, de entre 0,1 bar a 0,995 bar, de um modo preferido de entre 0,5 bar a 0,99 bar e de um modo muito preferido de entre 0,8 bar a 0,98 bar, em que 0 bar é o vácuo absoluto e bar é aproximadamente a pressão atmosférica.

Num aspecto da invenção, a referida instalação compreende um meio para estabelecimento de uma pressão inferior à pressão atmosférica no interior da referida, pelo menos uma, cavidade, que resulta numa força de compressão sobre a superfície das referidas, pelo menos uma, partes de turbina eólica de entre 1000 N a 10000000 N, de um modo preferido de entre 10000 N a 3000000 N e de um modo muito preferido de entre 100000 N a 1000000 N.

Num aspecto da invenção, a referida, pelo menos uma, cavidade é formada pela referida, pelo menos uma, primeira parte de pá de turbina eólica e pela referida, pelo menos uma, segunda parte de pá de turbina eólica.

Num aspecto da invenção, a referida, pelo menos uma, cavidade estende-se, substancialmente, ao longo do comprimento total das referidas, pelo menos uma, partes de pá de turbina eólica.

Num aspecto da invenção, a referida, pelo menos uma, cavidade está posicionada nas, ou muito próximo das, referidas superfícies de contacto.

Num aspecto da invenção, o referido meio para proporcionar uma pressão inferior à pressão atmosférica, proporciona uma força de compressão que se aplica ininterruptamente através de toda a extensão longitudinal das referidas partes de pá de turbina eólica.

Num aspecto da invenção, a referida força de compressão é, além disso, uniforme através de toda a extensão longitudinal das referidas partes de pá de turbina eólica.

Num aspecto da invenção, a referida pelo menos uma primeira unidade de fixação e a referida pelo menos uma segunda unidade de fixação estão providas com pelo menos uma margem de fixação para moldagem em torno de pelo menos uma margem da referida pelo menos uma primeira parte de pá de turbina eólica e da referida pelo menos uma segunda parte de pá de turbina eólica.

Num aspecto da invenção, a referida pelo menos uma margem de fixação na referida pelo menos uma primeira unidade de fixação ou na referida pelo menos uma segunda unidade de fixação é formada com um ângulo agudo, e a referida pelo menos uma outra margem de fixação na referida pelo menos uma primeira unidade de fixação ou na referida pelo menos uma segunda unidade de fixação é fabricada substancialmente rectangular.

Num aspecto da invenção, pelo menos uma, da referida pelo menos uma primeira unidade de fixação e da referida pelo menos uma segunda unidade de fixação, é um molde, no qual as referidas pelo menos uma primeira e segunda partes de pá de turbina eólica são moldadas.

A invenção proporciona, além disso, um método de fabricação de uma pá de turbina eólica, em que a referida pá de turbina eólica é fabricada num compósito de fibra de vidro e de resina, de madeira reforçada por fibra de carbono, ou em qualquer outro material adequado para fabricar pás de turbina eólica grandes.

A invenção proporciona, além disso, a utilização de uma instalação de fabricação de pás de turbina eólica, em que a referida pá de turbina eólica é fabricada num compósito de fibra de vidro e de resina, de madeira reforçada por fibra de carbono,

ou em qualquer outro material adequado para fabricar pás de turbina eólica grandes.

### **Figuras**

A invenção será descrita pelo que se segue, com referência às figuras, nas quais

- a fig. 1            ilustra uma turbina eólica moderna grande,
- a fig. 2A          ilustra uma pá de turbina eólica, observada de lado,
- a fig. 2B          ilustra uma secção de uma pá de turbina eólica, observada de lado,
- a fig. 3            ilustra uma pá de turbina eólica, observada de frente,
- a fig. 4            ilustra uma secção transversal vertical de uma primeira parte e de uma segunda parte colocadas próximo uma da outra, observada a partir da raiz da pá,
- a fig. 5            ilustra uma secção transversal vertical de uma primeira parte e de uma segunda parte colocadas uma sobre a outra, observada a partir da raiz da pá,



- a fig. 6                    ilustra uma secção transversal vertical de uma primeira parte e de uma segunda parte, que compreende cavidades adicionais, observada a partir da raiz da pá,
- a fig. 7                    ilustra uma secção transversal vertical de uma primeira parte e de uma segunda parte, observada a partir da raiz da pá,
- a fig. 8                    ilustra uma secção transversal vertical de uma primeira parte e de uma segunda parte, que compreende rasgos embebidos em algumas das superfícies de contacto, observada a partir da raiz da pá, e
- a fig. 9                    ilustra uma secção transversal vertical de uma primeira parte e de uma segunda parte, compreendendo margens de fixação, observada a partir da raiz da pá.

### **Descrição pormenorizada**

A fig. 1 ilustra uma turbina 1 eólica moderna, compreendendo uma torre 2 e uma nacelle 3 de turbina eólica posicionada no topo da torre 2. O rotor 4 de turbina eólica, que compreende três pás 5 de turbina eólica, está ligado à nacelle 3 através do veio de baixa velocidade que se estende para fora da dianteira da nacelle 3.

A fig. 2A ilustra uma pá 5 de turbina eólica observada de lado. Como ilustrado, uma pá 5 de turbina eólica conhecida da técnica é constituída por duas metades de pá substancialmente idênticas ligadas numa união 6 por meio de um adesivo. O método conhecido para manter as duas metades de pá pressionadas firmemente em conjunto enquanto o adesivo está a endurecer, é aplicar pressão nas metades de pá, quer por meio de correias apertadas em torno das metades, por meio de actuadores hidráulicos ou pneumáticos, ou de outros métodos de aplicação de pressão num número de pontos específicos.

A fig. 2B ilustra uma secção da mesma pá 5 de turbina eólica, como ilustrado na fig. 2A, em que está claramente representada a forma de tipo onda da união 7.

Quando se fabricam pás 5 de turbina eólica através da utilização de métodos de fabricação tradicionais, a pressão não é aplicada de modo uniforme, constante ou ininterrupta. Isto resulta numa união entre as duas metades de pá com uma forma 7 de tipo onda.

A fig. 3 ilustra uma pá de turbina eólica, observada de frente. A pá 5 de turbina eólica compreende uma margem 17 dianteira, uma margem 18 posterior, uma ponta da pá 19 e uma raiz 20. A pá é tipicamente oca, excepto um ou mais elementos 16 de reforço que se estendem substancialmente no comprimento total da pá 5 ou em parte do comprimento das pás 5. A pá 5 de turbina eólica conhecida da técnica é fabricada, tipicamente, num compósito de fibra de vidro e de resina reforçado por fibra de carbono, madeira reforçada por fibra de carbono ou uma combinação dos mesmos.

A fig. 4 ilustra uma secção transversal vertical de uma primeira parte 8 e de uma segunda parte 11. A primeira parte 8 compreende uma primeira parte 9 de pá de turbina eólica colocada numa primeira unidade 10 de fixação, que neste caso é o molde no qual a parte 9 de pá é fabricada. Do mesmo modo, a segunda parte 11 compreende uma segunda parte 12 de pá de turbina eólica colocada numa segunda unidade 13 de fixação, que é igualmente o molde no qual a parte 12 de pá é moldada.

Nesta forma de realização da invenção, as duas partes 8, 11 substancialmente simétricas são colocadas próximo uma da outra, com as superfícies externas das partes 9, 12 de pá voltadas para baixo, durante a moldagem das partes 9, 12 de pá. Quando as partes 9, 12 de pá tiverem endurecido, as superfícies 15 de contacto são providas com um adesivo, e a segunda parte 11 é rodada e posicionada por cima da primeira parte 8, e. g., por meio de algum tipo de grua (como uma grua de pórtico) ou de um equipamento de rotação e de posicionamento especialmente construído. O adesivo pode ser provido igualmente nas superfícies de contacto depois das partes 9, 12 de pá serem trazidas em contacto uma com a outra, ou muito próximo uma da outra.

Nesta forma de realização da invenção, a segunda parte 11 é colocada por cima da primeira parte 8, mas numa outra forma de realização da invenção a primeira parte 8 pode ser colocada por cima da segunda parte 11, ou as duas partes 8, 11 podem ser colocadas uma contra a outra, e. g., numa posição vertical.

Nesta forma de realização da invenção as partes 8, 11 são para moldagem de uma pá 5 de turbina eólica completa, mas dado as turbinas 1 eólicas aumentarem cada vez mais, as pás 5 de

turbina eólica estão a tornar-se gradualmente demasiado compridas para serem transportadas numa única peça. A pá 5 seria então fabricada em secções, que são em seguida montadas no local de montagem da turbina eólica. Numa outra forma de realização da invenção as partes 8, 11 e toda a instalação de fabricação podem destinar-se então à fabricação de secções de pás 5 turbina eólica.

A fig. 5 ilustra a segunda parte 11 colocada por cima da primeira parte 8, o que faz com que as duas partes 8, 11 contactem nas superfícies 15 de contacto das partes 9, 12 de pá. Antes da segunda parte 11 ser colocada por cima da primeira parte 8, são fixos dois elementos 16 de reforço à primeira parte 9 de pá, e. g., por meio de um adesivo. Quando a segunda parte 12 de pá está colocada por cima da primeira 9, e os elementos 16 de reforço estão fixos à segunda parte 12 de pá, os elementos 16 de reforço constituem vigas transversais que tornam a pá 5 mais rígida e que ajudam a pá a manter a sua forma.

Numa outra forma de realização da invenção a pá 5 pode ser provida com mais do que dois elementos 16 de reforço justapostos, e. g., três, quatro ou seis elementos, e todos ou alguns dos elementos 16 podem ser colocados no interior da pá 5 depois das duas partes 8, 11 serem colocadas uma por cima da outra, ou as partes 9, 12 de pá de turbina eólica podem ser fabricadas de modo tão resistente que não são necessários elementos 16 de reforço.

Numa outra forma de realização da invenção a pá 5 pode igualmente estar provida com apenas um elemento 16 de reforço, e. g., na forma de uma viga. Esta viga pode ser o elemento que suporta toda a pá 5 total, e as partes 9, 12 de pá podem então

ser apenas conchas relativamente finas, providas principalmente para conferir à pá a sua forma aerodinâmica.

Nesta forma de realização da invenção as duas partes 10, 13 de molde formam uma cavidade 14a que está substancialmente fechada a toda a volta, excepto na raiz da pá 5, onde podem ser fixos às partes 10, 13 de molde meios para evacuação de ar, tal como uma bomba de vácuo. Quando for estabelecido um vácuo parcial no interior da cavidade 14a, o ar no exterior das duas partes 10, 13 de molde pressionar-se-á contra as partes 10, 13 de molde. Estas partes 10, 13 de molde pressionar-se-ão então contra toda a superfície exterior as partes 9, 12 de pá e particularmente contra as superfícies 15 de contacto, tanto na união 6 através da margem 17 dianteira e da margem 18 posterior, como igualmente através dos elementos 16 de reforço das superfícies 15 de contacto.

Uma vez que a pá 5 de turbina eólica não é uniforme ao longo do comprimento total da pá 5, a força de compressão produzida pelo vácuo parcial também não é uniforme, dado a magnitude da pressão ser definida através da dimensão do vácuo, multiplicada pela área projectada que ele afecta. Mas mesmo apesar da carga não ser uniforme, ela ainda se estende ininterruptamente ao longo de todo o comprimento da pá 5, e a variação na força de compressão é relativamente pequena e está distribuída ao longo de distâncias relativamente grandes.

A fig. 6 ilustra uma secção transversal vertical de uma primeira parte 8 e de uma segunda parte 11, observada a partir da raiz 20 da pá. Nesta forma de realização da invenção, as unidades 10, 13 de fixação que neste caso são os moldes nos quais as partes 9, 12 de pá são fabricadas, formam uma parte de

duas cavidades 14b adicionais que se estendem ao longo das uniões 6, na margem 17 dianteira e na margem 18 posterior em todo o comprimento da pá 5. Estão providos nestas cavidades 14b meios 22 de vedação, tais como uma placa ou uma lona rígida, para vedar os lados, está provido um tampão para vedar uma extremidade da cavidade 14b e estão fixos nas outras extremidades meios que proporcionam um vácuo parcial. Numa outra forma de realização da invenção, as duas cavidades 14b adicionais podem estar unidas numa extremidade, de modo a que necessite de ser tapada apenas uma abertura, estando esta abertura posicionada próximo da abertura, onde se destinam a estar fixos os meios de bombeamento, e. g., na extremidade de raiz 20 da pá 5.

Numa outra forma de realização da invenção, as unidades 10, 13 de fixação podem ser fabricadas de uma modo em que, excepto a abertura para fixação de, e. g., uma bomba de vácuo, as cavidades 14b estariam completamente vedadas, quando as duas partes 8, 11 são trazidas em contacto, uma com a outra.

Quando o ar é evacuado das cavidades 14b, as duas unidades 10, 13 de fixação pressionar-se-ão uma contra a outra, e produzirão a força de compressão necessária, durante o endurecimento do adesivo provido nas superfícies 15 de contacto.

Nesta forma de realização da invenção, as cavidades 14b são substancialmente uniformes ao longo de todo comprimento da pá 5, produzindo uma força de compressão substancialmente uniforme e ininterrupta ao longo de todo o comprimento da pá 5, mas numa outra forma de realização a área projectada das cavidades 14b pode variar através de todo o comprimento da pá 5, de modo a produzir uma carga variável adaptada à necessidade específica.

A fig. 7 ilustra uma secção transversal vertical de uma forma de realização similar da invenção, como ilustrado na fig. 6, observada a partir da raiz 20 da pá. Mesmo apesar das unidades 10, 13 de fixação formarem uma parte de duas cavidades 14b adicionais, o vácuo parcial é estabelecido no interior da parte das duas unidades 10, 13 de fixação que circundam as partes 9, 12 de pá. Numa outra forma de realização da invenção, o vácuo parcial pode ser estabelecido quer na parte das duas unidades 10, 13 de fixação que circunda as partes 9, 12 de pá, como nas cavidades 14b adicionais.

A Fig. 8 ilustra uma secção transversal vertical de uma primeira parte 8 e de uma segunda parte 11, que compreende rasgos 21 embebidos nas superfícies 15 de contacto das segundas partes 12 de pá de turbina eólica, como observado a partir da raiz 20 da pá 5. Nesta forma de realização da invenção, o vácuo parcial é estabelecido no interior destes rasgos 21, proporcionando a força de compressão exactamente onde ela é necessária, e independentemente das unidades 10, 13 de fixação ou da concepção das mesmas.

Numa outra forma de realização da invenção, o vácuo parcial pode ser estabelecido no interior de toda a cavidade 14d formada pela primeira parte 9 de pá de turbina eólica e pela segunda parte 9 de pá de turbina eólica.

A fig. 9 ilustra uma secção transversal vertical de uma primeira parte 8 e de uma segunda parte 11 compreendendo margens 23, 24 de fixação, como observado a partir da raiz 20 da pá 5. Para garantir que as superfícies 15 de contacto mantenham suas posições durante o endurecimento das partes 9, 12 de pá e o manuseamento subsequente, as margens das partes 9, 12 de pá são

moldadas em torno das margens 23, 24 de fixação nas unidades 10, 13 de fixação.

A segunda parte 12 de pá de turbina eólica é moldada em torno de uma margem 23 de fixação com um ângulo agudo na segunda unidade 13 de fixação, para ajudar a fixar a parte 12 de pá durante uma rotação e posicionamento por cima da primeira parte 8. A primeira parte 9 de pá de turbina eólica é moldada em torno de uma margem 24 de fixação rectangular na primeira unidade 10 de fixação, devido a uma margem 24 de fixação rectangular fazer com que seja mais fácil remover a pá 5 da unidade 10 de fixação. O excesso de material pode ser cortado durante o processo de execução do acabamento final da pá 5.

Numa outra forma de realização da invenção ambas as margens 23, 24 de fixação podem ser fabricadas com um ângulo agudo ou as duas podem ser rectangulares.

A invenção foi exemplificada acima com referência a exemplos específicos de pás 5 de turbinas eólicas, e a instalações de fabricação de pás de turbinas eólicas. No entanto, deve entender-se que a invenção não está limitada aos exemplos particulares descritos acima, mas pode ser concebida e alterada com um grande número de variações dentro do âmbito da invenção, como especificado nas reivindicações.

### **Lista**

1. Turbina eólica
2. Torre
3. Nacelle



4. Rotor
5. Pá
6. União
7. União tipo onda
8. Primeira parte
9. Primeira parte de turbina eólica
10. Primeira unidade de fixação
11. Segunda parte
12. Segunda parte de turbina eólica
13. Segunda unidade de fixação
- 14a. Cavidade definida pelas partes das unidades de fixação que circundam as partes de pá
- 14b. Cavidade definida pelas partes das unidades de fixação que se estendem próximo das partes de pá
- 14c. Cavidade definida pelas ranhuras nas superfícies de contacto
- 14d. Cavidade definida pelas partes de pá
15. Superfícies de contacto
16. Elemento de reforço
17. Margem dianteira
18. Margem posterior
19. Ponta da pá
20. Raiz
21. Ranhura
22. Meio de vedação
23. Margem de fixação com ângulo agudo
24. Margem de fixação rectangular

Lisboa, 21 de Junho de 2007

## **REIVINDICAÇÕES**

1. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica, compreendendo o referido método os seguintes passos de,

estabelecimento de, pelo menos, uma primeira parte (8) compreendendo, pelo menos, uma primeira parte (9) de pá de turbina eólica em, pelo menos, uma primeira unidade (10) de fixação,

estabelecimento de, pelo menos, uma segunda parte (11) compreendendo, pelo menos, uma segunda parte (12) de pá de turbina eólica em, pelo menos, uma segunda unidade (13) de fixação,

posicionamento da referida, pelo menos uma, primeira parte (8) em contacto com, ou muito próximo, da referida, pelo menos uma, segunda parte (11), e

estabelecimento de uma pressão inferior à pressão atmosférica, forçando a referida, pelo menos, uma primeira parte (9) de pá de turbina eólica e a referida, pelo menos uma, segunda parte (12) de pá de turbina eólica, uma contra a outra, e/ou que força, pelo menos, uma das partes de pá de turbina eólica contra, pelo menos, uma outra.

2. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com a reivindicação 1, em que o referido método envolve o passo de posicionamento de um ou mais elementos (16) de reforço

na referida, pelo menos uma, primeira parte (9) de pá de turbina eólica e/ou na referida, pelo menos uma, segunda parte (12) de pá de turbina eólica.

3. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com as reivindicações 1 ou 2, em que a referida, pelo menos uma, primeira parte (9) de pá de turbina eólica, a referida, pelo menos uma, segunda parte (12) de pá de turbina eólica e um ou mais elementos (16) de reforço, compreendem superfícies (15) de contacto correspondentes.
4. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou de uma secção de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com a reivindicação 3, em que as referidas superfícies (15) de contacto se estendem ao longo de uma ou mais das seguintes: margem (17) dianteira, margem (18) posterior, ponta da pá (19) e raiz (20).
5. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com a reivindicação 3 ou 4, em que o referido método envolve o passo de aplicação de meios adesivos em todas ou em algumas das referidas superfícies (15) de contacto, antes de posicionamento da referida, pelo menos uma, primeira parte (8), muito próximo da referida, pelo menos uma, segunda parte (11).
6. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com qualquer das reivindicações precedentes, em que a referida pressão inferior à pressão atmosférica é estabelecida em,

pelo menos, uma cavidade (14a, 14b, 14c, 14d) formada pela referida, pelo menos uma, primeira parte (8) e pela referida, pelo menos uma, segunda parte (11).

7. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com a reivindicação 6, em que a referida, pelo menos uma, cavidade (14a, 14b) é formada completa ou parcialmente pela referida, pelo menos uma, primeira unidade (10) de fixação e pela referida, pelo menos uma, segunda unidade (13) de fixação.
8. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com a reivindicação 7, em que a referida, pelo menos uma, cavidade (14b) é constituída, pelo menos, por duas cavidades (14b) separadas, e. g., que se estendem ao longo de, pelo menos, uma união (6) através da margem (17) dianteira e ao longo de, pelo menos, uma união (6) através da margem (18) posterior das referidas partes (9, 12) de pá de turbina eólica.
9. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com a reivindicação 8, em que a referida, pelo menos uma, cavidade (14b) se estende substancialmente através de toda a extensão longitudinal das referidas partes (9, 12) de pá de turbina eólica.
10. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com qualquer das reivindicações 7 a 9, em que o referido método

envolve o passo de vedação da referida, pelo menos uma, cavidade (14b) antes ser estabelecida a referida pressão inferior à pressão atmosférica.

11. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com a reivindicação 10, em que a referida vedação envolve dotar a referida, pelo menos uma, cavidade (14b) com um ou mais meios (22) de vedação.
12. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com as reivindicações 10 ou 11, em que a referida vedação envolve tapar, pelo menos, uma extremidade da referida, pelo menos uma, cavidade (14b) e ligar, pelo menos, uma bomba de vácuo directa ou indirectamente à referida, pelo menos uma, outra extremidade da referida, pelo menos uma, cavidade (14).
13. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com qualquer das reivindicações 7 a 12, em que as referidas cavidades (14b) possuem uma extensão de entre 10 mm a 1000 mm, de um modo preferido de 50 mm a 500 mm e de um modo muito preferido de entre 100 mm a 350 mm numa direcção perpendicular à extensão longitudinal das referidas partes (9, 12) de pá de turbina eólica e paralela a uma linha através da referida margem (17) dianteira e da referida margem (18) posterior das referidas partes (9, 12) de pá de turbina eólica.

14. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com qualquer das reivindicações 7 a 13, em que o referido estabelecimento da referida pressão inferior à pressão atmosférica resulta num vácuo parcial no interior da referida pelo menos uma cavidade (14b) de entre 0,1 bar a 0,95 bar, de um modo preferido de entre 0,3 bar a 0,9 bar e de um modo muito preferido de entre 0,6 bar a 0,85 bar, em que 0 bar é o vácuo absoluto e 1 bar é aproximadamente a pressão atmosférica.
15. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com qualquer das reivindicações 7 a 14, em que a referida pressão inferior à pressão atmosférica no interior da referida, pelo menos uma cavidade (14b) resulta numa força de compressão sobre a superfície das referidas, pelo menos uma partes (9, 12) de pá de turbina eólica, de entre 1000 N a 10000000 N, de um modo preferido de entre 10000 N a 3000000 N e de um modo muito preferido de entre 100000 N a 1000000 N.
16. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com a reivindicação 7, em que a referida, pelo menos uma, cavidade (14a) é formada pelas partes da referida, pelo menos uma, primeira unidade (10) de fixação e da referida, pelo menos uma, segunda unidade (13) de fixação, que circundam a referida, pelo menos uma, primeira parte (9) de pá de turbina eólica e a referida, pelo menos uma, segunda parte (12) de pá de turbina eólica.

17. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com a reivindicação 16, em que a referida, pelo menos uma, primeira unidade (10) de fixação e a referida, pelo menos uma, segunda unidade (13) de fixação formam, além disso, pelo menos, duas cavidades (14b) separadas, e. g., que se estendem ao longo de, pelo menos, uma união (6) através da margem (17) dianteira e ao longo de, pelo menos, uma união (6) através da margem (18) posterior das referidas partes (9, 12) de pá de turbina eólica.
18. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com as reivindicações 16 ou 17, em que o referido estabelecimento da referida pressão inferior à pressão atmosférica resulta num vácuo parcial no interior da referida pelo menos uma cavidade (14a, 14b), de entre 0,1 bar a 0,995 bar, de um modo preferido de entre 0,5 bar a 0,99 bar e de um modo muito preferido de entre 0,8 bar a 0,98 bar, em que 0 bar é o vácuo absoluto e 1 bar é aproximadamente a pressão atmosférica.
19. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com qualquer das reivindicações 16 a 18, em que a referida pressão inferior à pressão atmosférica no interior da referida, pelo menos uma, cavidade (14a, 14b) resulta numa força de compressão sobre a superfície das referidas, pelo menos uma, partes (9, 12) de pá de turbina eólica, de entre 1000 N a 10000000 N, de um modo preferido de entre 10000 N a 3000000 N e de um modo muito preferido entre 100000 N a 1000000 N.

20. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com a reivindicação 6, em que a referida, pelo menos uma, cavidade (14c, 14d) é formada pela referida, pelo menos uma, primeira parte (9) de pá de turbina eólica e pela referida, pelo menos uma, segunda parte (12) de pá de turbina eólica.
21. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com a reivindicação 20, em que a referida, pelo menos uma, cavidade (14c, 14d) se estende substancialmente ao longo de todo o comprimento das referidas, pelo menos uma, partes (9, 12) de pá de turbina eólica.
22. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com a reivindicação 20, em que a referida, pelo menos uma, cavidade (14c) está posicionada nas, ou muito próxima das, referidas superfícies (15) de contacto.
23. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com qualquer das reivindicações precedentes, em que a referida pressão inferior à pressão atmosférica proporciona uma força de compressão que se estende ininterruptamente através de toda a extensão longitudinal das referidas partes (9, 12) de pá de turbina eólica.
24. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com a reivindicação 23, em que a referida força de compressão é



além disso uniforme através de toda a extensão longitudinal das referidas partes (9, 12) de pá de turbina eólica.

25. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com qualquer das reivindicações precedentes, em que o referido método envolve o passo de moldagem da referida, pelo menos uma, primeira parte (9) de pá de turbina eólica e da referida, pelo menos uma, segunda parte (12) de turbina eólica em torno de, pelo menos, uma margem (23, 24) de fixação na referida, pelo menos uma, primeira unidade (10) de fixação e da referida, pelo menos uma, segunda unidade (13) de fixação.
26. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com a reivindicação 25, em que a referida, pelo menos uma, margem (23, 24) de fixação na referida, pelo menos uma, primeira unidade (10) de fixação ou na referida, pelo menos uma, segunda unidade (13) de fixação é formada com um ângulo agudo e a referida, pelo menos uma, outra margem (23, 24) de fixação na referida, pelo menos uma, primeira unidade (10) de fixação ou na referida, pelo menos uma, segunda unidade (13) de fixação tem uma forma substancialmente rectangular.
27. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica ou uma secção de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com qualquer das reivindicações precedentes, em que, pelo menos, uma da referida, pelo menos uma, primeira unidade (10) de fixação e da referida, pelo menos uma, segunda unidade (13) de fixação é um molde, no qual as referidas,

pelo menos uma, primeira e segunda partes (9, 12) de pá de turbina eólica são moldadas.

28. Instalação de fabricação de pás de turbina eólica compreendendo

pelo menos uma primeira parte (8) que compreende, pelo menos, uma primeira unidade (10) de fixação, adaptada para fixação de, pelo menos, uma primeira parte (9) de pá de turbina eólica,

pelo menos uma segunda parte (11) compreendendo, pelo menos, uma segunda unidade (13) de fixação adaptada para fixação de, pelo menos, uma segunda parte (12) de pá de turbina eólica, e

um meio para posicionamento da referida, pelo menos uma, primeira parte (8) em contacto com, ou muito próximo, da referida, pelo menos uma, segunda parte (11)

caracterizada por

a referida instalação de fabricação compreender, além disso, um meio para estabelecimento de uma pressão inferior à pressão atmosférica, que força a referida, pelo menos uma, primeira parte (9) de pá de turbina eólica e a referida pelo menos uma, segunda parte (12) de pá de turbina eólica, uma contra a outra, e/ou que força, pelo menos, uma das partes (9, 12) de pá de turbina eólica contra, pelo menos, uma outra.

29. Instalação de fabricação de pás de turbina eólica de acordo com a reivindicação 28, em que a referida instalação compreende um meio para posicionamento de um ou mais elementos (16) de reforço sobre a referida, pelo menos uma, primeira parte (9) de pá de turbina eólica e/ou sobre a referida, pelo menos uma, segunda parte (12) de pá de turbina eólica.
30. Instalação de fabricação de pás de turbina eólica de acordo com as reivindicações 28 ou 29, em que a referida, pelo menos uma, primeira parte (9) de pá de turbina eólica, a referida, pelo menos uma, segunda parte (12) de pá de turbina eólica e um ou mais elementos (16) de reforço, compreendem superfícies (15) de contacto correspondentes.
31. Instalação de fabricação de pás de turbina eólica de acordo com a reivindicação 30, em que as referidas superfícies (15) de contacto se estendem ao longo de uma ou mais das seguintes: margem (17) dianteira, margem (18) posterior, ponta da pá (19) e raiz (20).
32. Instalação de fabricação de pás de turbina eólica de acordo com a reivindicação 30 ou 31, em que a referida instalação compreende um meio para aplicação de um adesivo em todas ou em algumas das referidas superfícies (15) de contacto.
33. Instalação de fabricação de pás de turbina eólica de acordo com qualquer das reivindicações 28 a 32, em que a referida, pelo menos uma, primeira parte (8) e a referida, pelo menos uma, segunda parte (11) formam, pelo menos, uma cavidade (14a, 14b, 14c, 14d) quando posicionadas em contacto com, ou muito próximo uma da outra.

34. Instalação de fabricação de pás de turbina eólica de acordo com a reivindicação 33, em que a referida, pelo menos uma, primeira unidade (10) de fixação e a referida, pelo menos uma, segunda unidade (13) de fixação formam, completa ou parcialmente, pelo menos, uma cavidade (14a, 14b) quando posicionadas em contacto com, ou muito próximo uma da outra.
35. Instalação de fabricação de pás de turbina eólica de acordo com a reivindicação 34, em que a referida, pelo menos uma, cavidade (14a, 14b) se estende substancialmente através de toda a extensão longitudinal das referidas partes (9, 12) de pá de turbina eólica.
36. Instalação de fabricação de pás de turbina eólica de acordo com a reivindicação 35, em que a referida, pelo menos uma, cavidade (14b) é constituída por, pelo menos, duas cavidades (14b) separadas, e. g., que se estendem ao longo de, pelo menos, uma união (6) através da margem (17) dianteira e ao longo de, pelo menos, uma união (6) através da margem (18) posterior das referidas partes (9, 12) de pá de turbina eólica.
37. Instalação de fabricação de pás de turbina eólica de acordo com qualquer das reivindicações 34 a 36, em que a referida instalação compreende um meio para vedação da referida, pelo menos uma, cavidade (14b).
38. Instalação de fabricação de pás de turbina eólica de acordo com a reivindicação 37, em que o referido meio de vedação compreende um ou mais tampões para tapar, pelo menos, uma extremidade da referida, pelo menos uma, cavidade (14b) e,

pelo menos, uma bomba de vácuo para ligar, directa ou indirectamente, à referida, pelo menos uma, outra extremidade da referida, pelo menos uma, cavidade (14b).

39. Instalação de fabricação de pás de turbina eólica de acordo com qualquer das reivindicações 34 a 38, em que as referidas cavidades (14b) possuem uma extensão de entre 10 mm a 1000 mm, de um modo preferido 50 mm a 500 mm e de um modo muito preferido de entre 100 mm a 350 mm numa direcção perpendicular à extensão longitudinal das referidas partes (9, 12) de pá de turbina eólica e paralela a uma linha através da referida margem (17) dianteira e da referida margem (18) posterior das referidas partes (9, 12) de pá de turbina eólica.
40. Instalação de fabricação de pás de turbina eólica de acordo com qualquer das reivindicações 34 a 39, em que o referido meio para estabelecimento de uma pressão inferior à pressão atmosférica é capaz de produzir um vácuo parcial, no interior da referida, pelo menos uma, cavidade (14b), de entre 0,1 bar a 0,95 bar, de um modo preferido de entre 0,3 bar a 0,9 bar e de um modo muito preferido de entre 0,6 bar a 0,85 bar, em que 0 bar é o vácuo absoluto e 1 bar é aproximadamente a pressão atmosférica.
41. Instalação de fabricação de pás de turbina eólica de acordo com qualquer das reivindicações 34 a 40, em que a referida instalação compreende um meio para estabelecimento de uma pressão inferior à pressão atmosférica no interior da referida, pelo menos uma, cavidade (14b) que resulta numa força de compressão sobre a superfície das referidas, pelo menos uma partes (9, 12) de pá de turbina eólica de entre

1000 N a 10000000 N, de um modo preferido de entre 10000 N a 3000000 N e de um modo muito preferido de entre 100000 N a 1000000 N.

42. Instalação de fabricação de pás de turbina eólica de acordo com a reivindicação 34, em que a referida, pelo menos uma, cavidade (14a) é formada pelas partes da referida, pelo menos uma, primeira unidade (10) de fixação e pela referida, pelo menos uma, segunda unidade (13) de fixação, que circundam a referida, pelo menos uma, primeira parte (9) de pá de turbina eólica e a referida, pelo menos uma, segunda parte (12) de pá de turbina eólica.
43. Instalação de fabricação de pás de turbina eólica de acordo com a reivindicação 42, em que a referida, pelo menos uma, primeira unidade (10) de fixação e a referida, pelo menos uma, segunda unidade (13) de fixação formam, além disso, pelo menos, duas cavidades (14b) separadas, e. g., que se estendem ao longo de, pelo menos, uma união (6) através da margem (17) dianteira e ao longo de, pelo menos, uma união (6) através da margem (18) posterior das referidas partes (9, 12) de pá de turbina eólica.
44. Instalação de fabricação de pás de turbina eólica de acordo com as reivindicações 42 ou 43, em que o referido meio para estabelecimento de uma pressão inferior à pressão atmosférica é capaz de produzir um vácuo parcial, no interior da referida, pelo menos uma, cavidade (14a, 14b), de entre 0,1 bar a 0,995 bar, de um modo preferido de entre 0,5 bar a 0,99 bar e de um modo muito preferido de entre 0,8 bar a 0,98 bar, em que 0 bar é o vácuo absoluto e 1 bar é aproximadamente a pressão atmosférica.

45. Instalação de fabricação de pás de turbina eólica de acordo com qualquer das reivindicações 42 a 44, em que a referida instalação compreende um meio para estabelecimento de uma pressão inferior à pressão atmosférica no interior da referida, pelo menos uma, cavidade (14a, 14b) que resulta numa força de compressão sobre a superfície das referidas, pelo menos uma partes de pá de turbina eólica, de entre 1000 N a 10000000 N, de um modo preferido de entre 10000 N a 3000000 N e de um modo muito preferido de entre 100000 N a 1000000 N.
46. Instalação de fabricação de pás de turbina eólica de acordo com a reivindicação 33, em que a referida, pelo menos uma, cavidade (14c, 14d) é formada pela referida, pelo menos uma, primeira parte (9) de pá de turbina eólica e pela referida, pelo menos uma, segunda parte (12) de pá de turbina eólica.
47. Instalação de fabricação de pás de turbina eólica de acordo com a reivindicação 46, em que a referida, pelo menos uma, cavidade (14c, 14d) se estende substancialmente ao longo de todo o comprimento das referidas, pelo menos uma, partes (9, 12) de pá de turbina eólica.
48. Instalação de fabricação de pás de turbina eólica de acordo com a reivindicação 47, em que a referida, pelo menos uma, cavidade (14c) está posicionada nas, ou muito próximo das, superfícies (15) de contacto.
49. Instalação de fabricação de pás de turbina eólica de acordo com qualquer das reivindicações 28 a 48, em que o referido meio para proporcionar uma pressão inferior à pressão

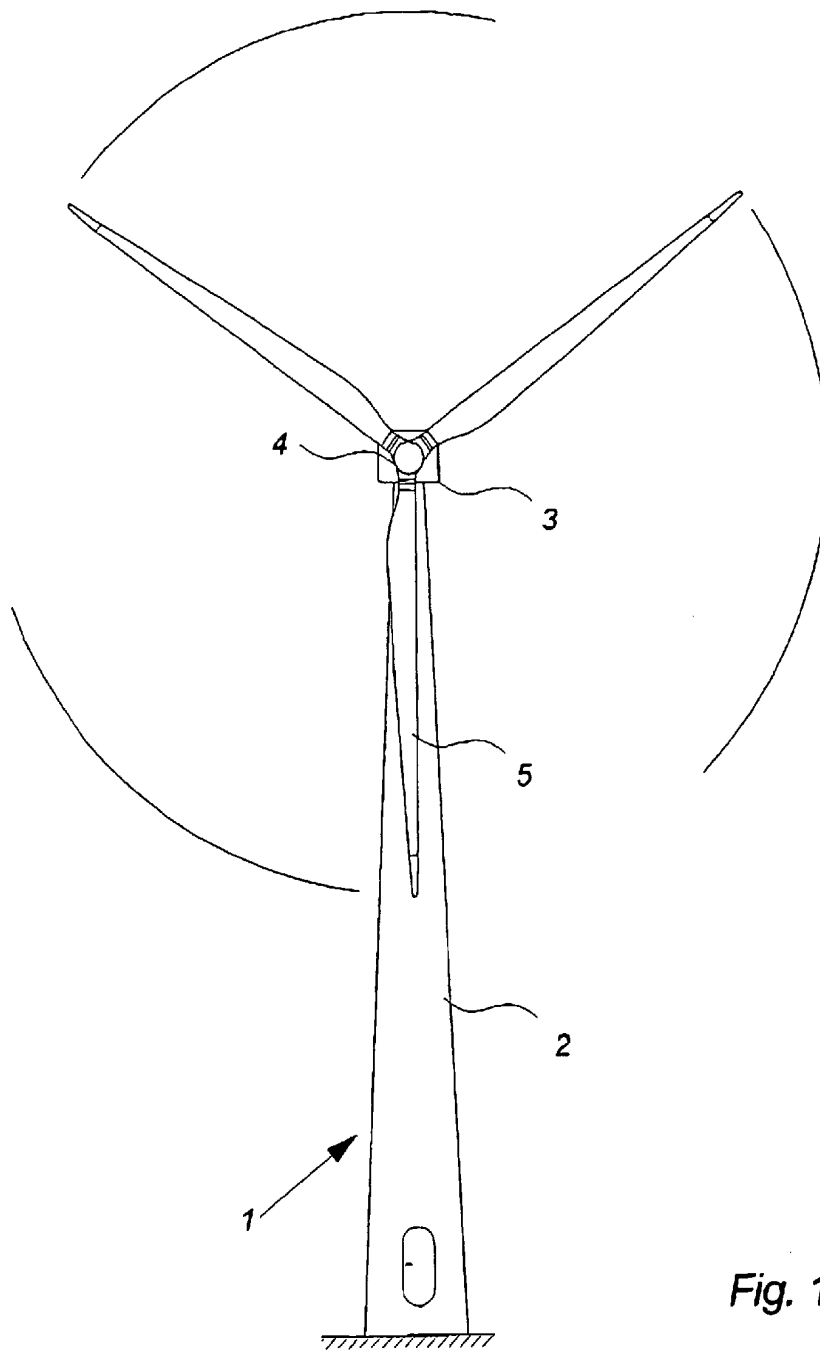
atmosférica proporciona uma força de compressão que se aplica ininterruptamente através de toda a extensão longitudinal das referidas partes (9, 12) de pá de turbina eólica.

50. Instalação de fabricação de pás de turbina eólica de acordo com a reivindicação 49, em que a referida força de compressão é, além disso, uniforme através de toda a extensão longitudinal das referidas partes (9, 12) de pá de turbina eólica.
51. Instalação de fabricação de pás de turbina eólica de acordo com qualquer das reivindicações 28 a 50, em que a referida, pelo menos uma, primeira unidade (10) de fixação e a referida, pelo menos uma, segunda unidade (13) de fixação está provida com, pelo menos, uma margem (23, 24) de fixação para moldagem em torno de, pelo menos, uma margem da referida, pelo menos uma, primeira parte (9) de pá de turbina eólica e da referida, pelo menos uma, segunda parte (12) de pá de turbina eólica.
52. Instalação de fabricação de pás de turbina eólica de acordo com a reivindicação 51, em que a referida, pelo menos uma, margem (23, 24) de fixação na referida, pelo menos uma, primeira unidade (10) de fixação ou na referida, pelo menos uma, segunda unidade (13) de fixação é formada com um ângulo agudo, e a referida, pelo menos uma, outra margem (23, 24) de fixação na referida, pelo menos uma, primeira unidade (10) de fixação ou na referida, pelo menos uma, segunda unidade (13) de fixação tem uma forma substancialmente rectangular.

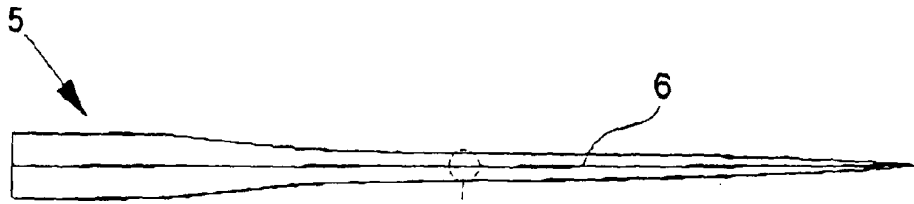


53. Instalação de fabricação de pás de turbina eólica de acordo com qualquer das reivindicações 28 a 52, em que, pelo menos, uma das referidas, pelo menos uma, primeira unidade (10) de fixação e da referida, pelo menos uma, segunda unidade (13) de fixação é um molde, no qual são moldadas a referida, pelo menos uma, primeira e segunda partes (9, 12) de pá de turbina eólica.
54. Método de fabricação de uma pá (5) de turbina eólica de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 27, em que a referida pá (5) de turbina eólica é fabricada num compósito de fibra de vidro e de resina, de madeira reforçada com fibra de carbono, ou em qualquer outro material adequado para fabricar pás (5) de turbina eólica grandes.
55. Utilização de uma instalação de fabricação de pás de turbina eólica de acordo com qualquer das reivindicações 28 a 53, em que a referida pá (5) de turbina eólica é fabricada num compósito de fibra de vidro e de resina, de madeira reforçada com fibra de carbono, ou em qualquer outro material adequado para fabricar pás (5) de turbina eólica grandes.

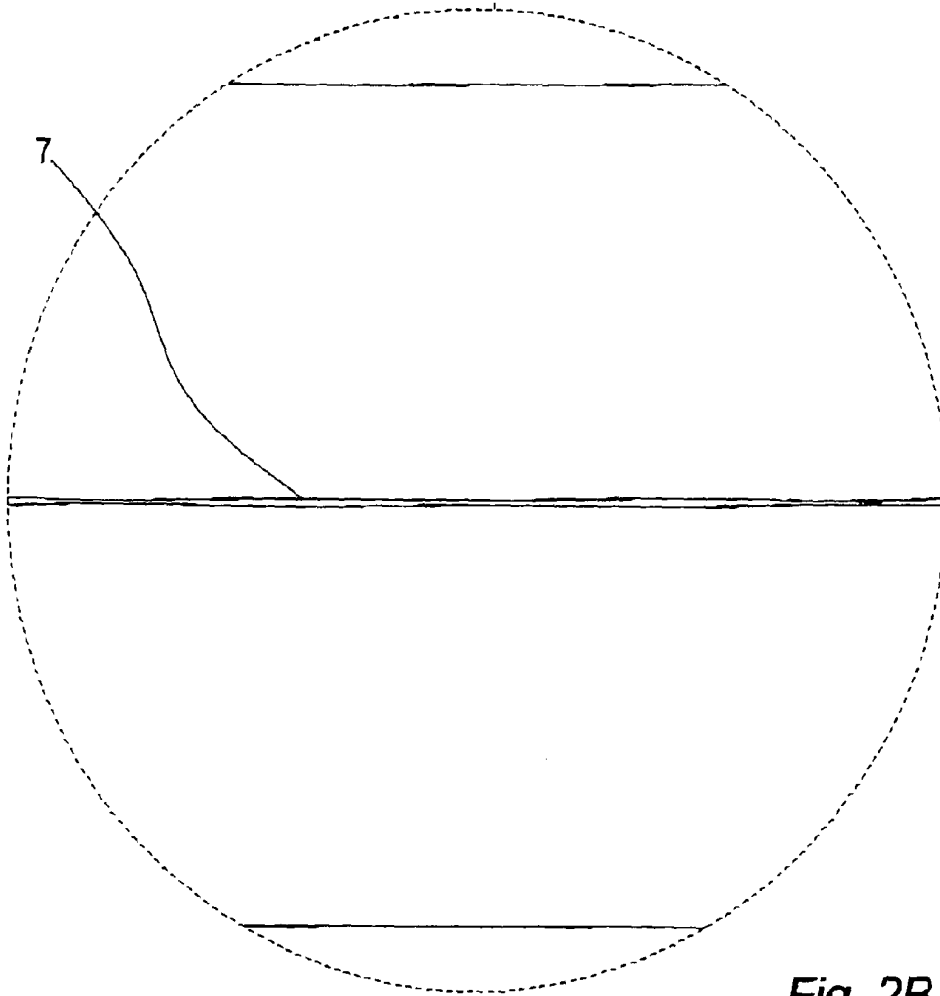
Lisboa, de 21 de Junho de 2007



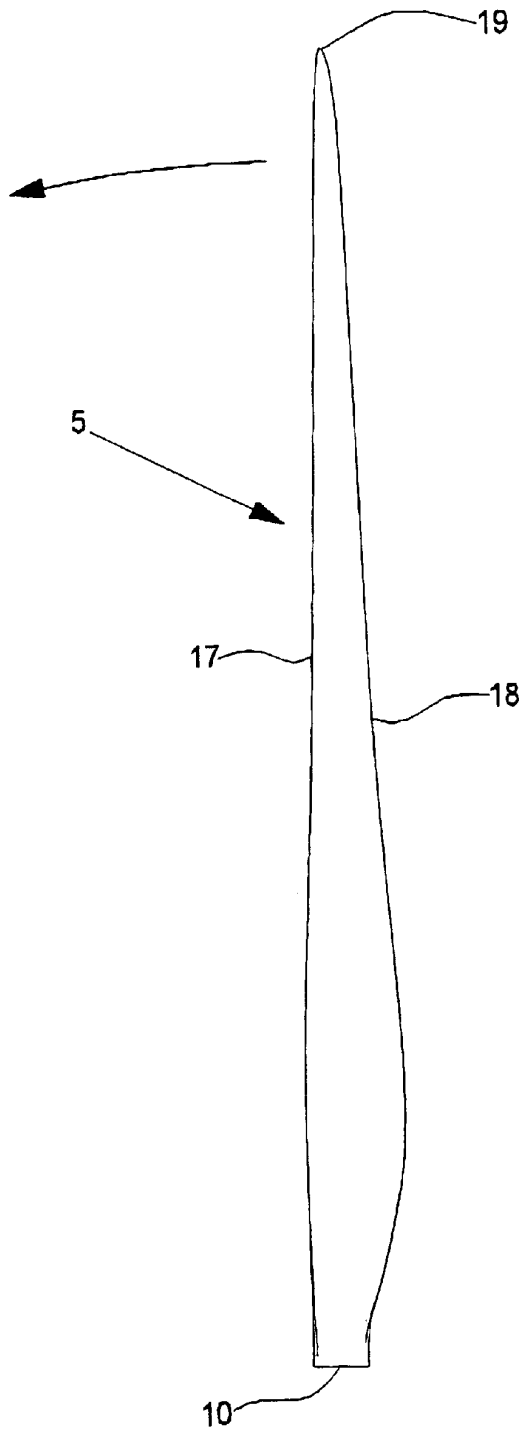
**Fig. 1**



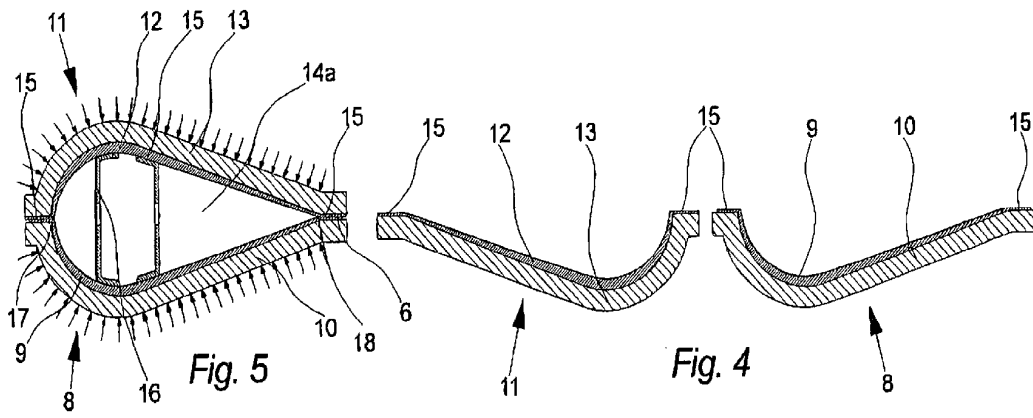
*Fig. 2A*

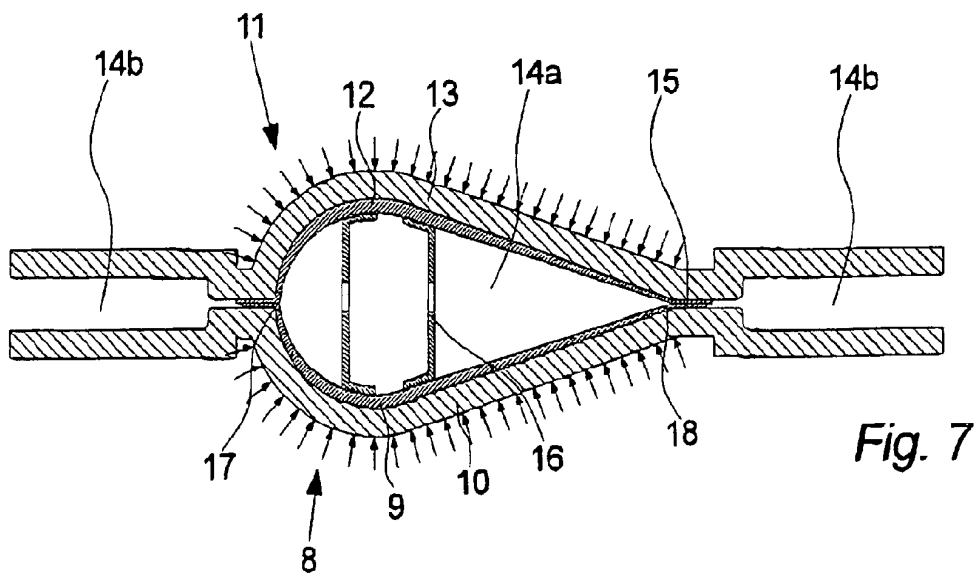
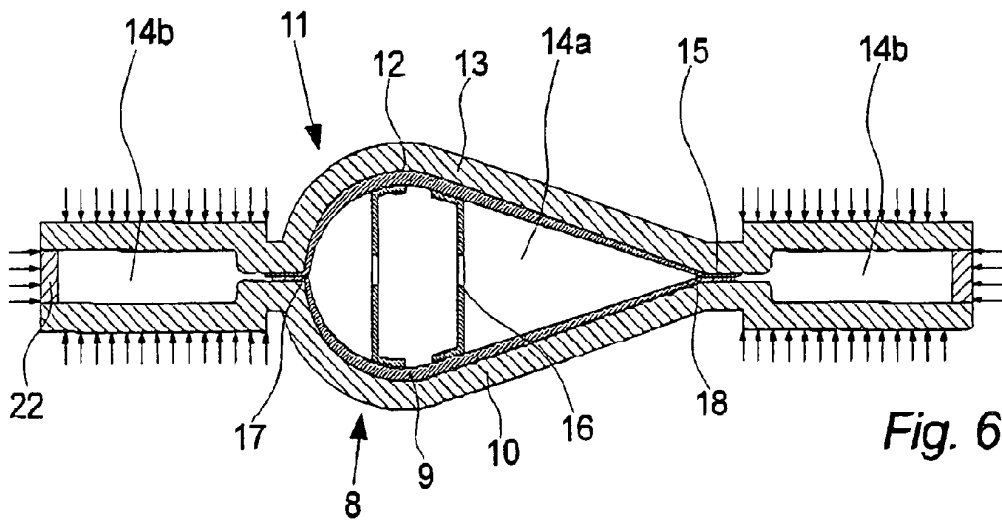


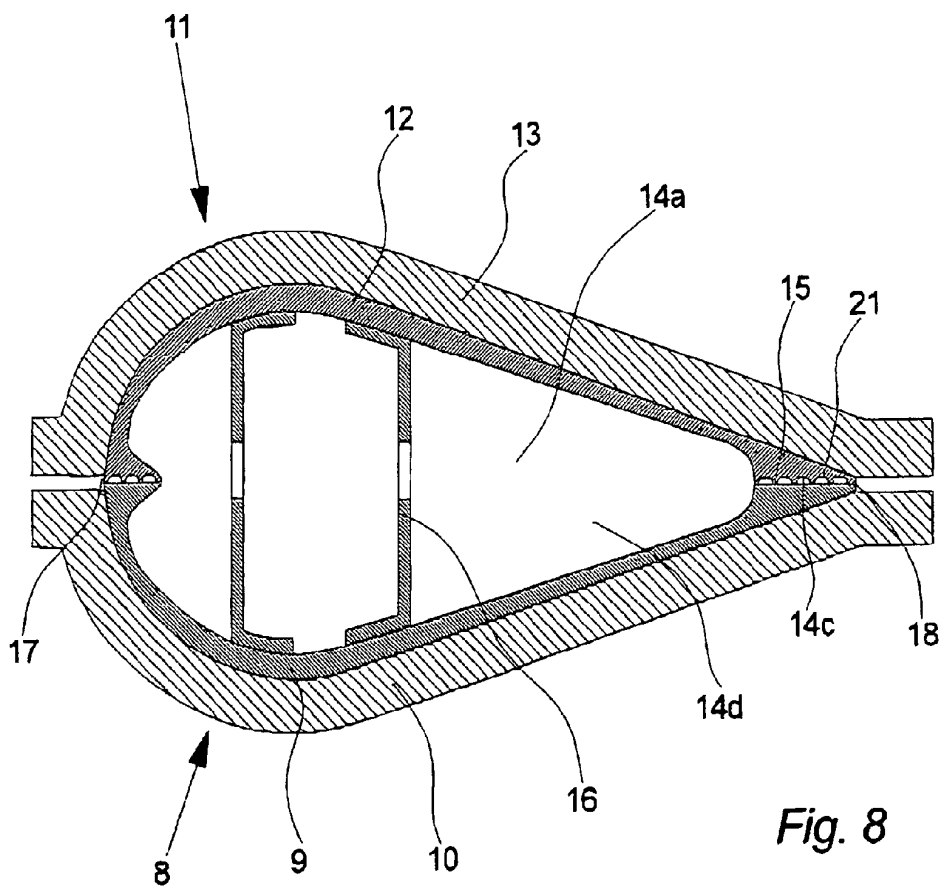
*Fig. 2B*

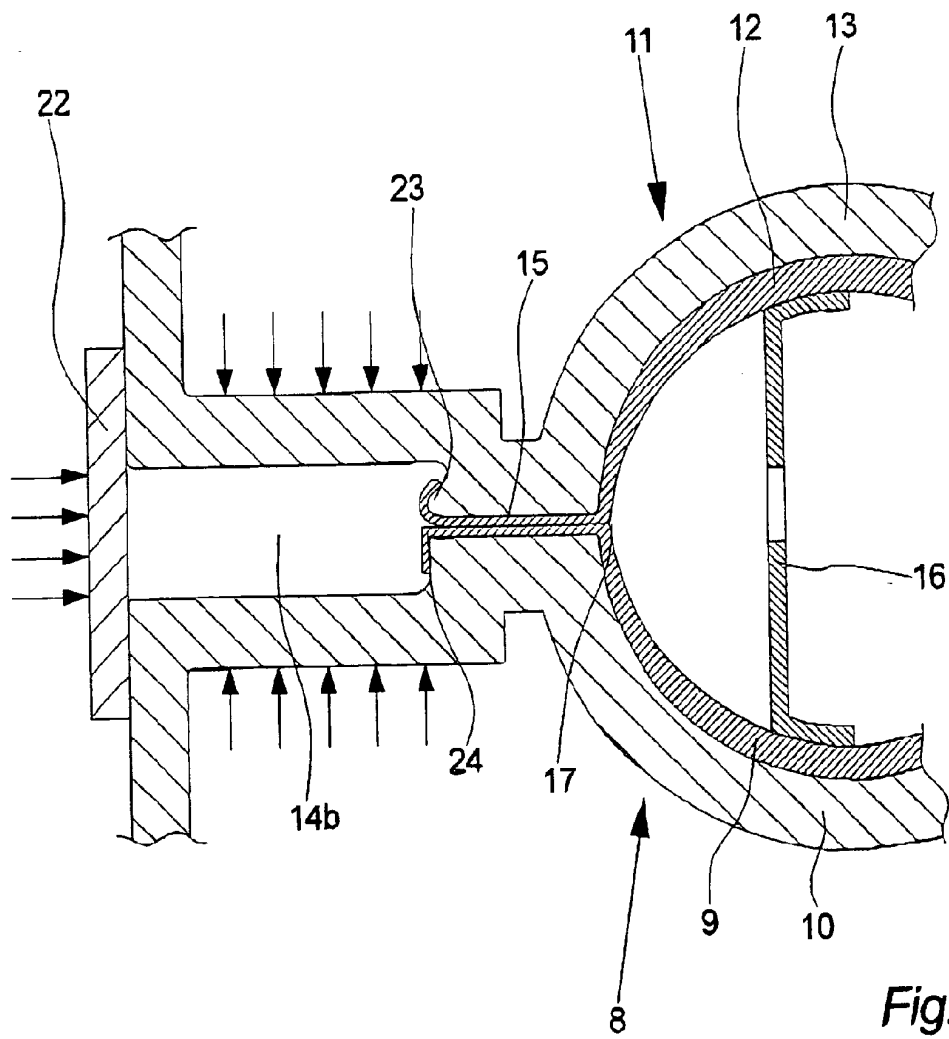


*Fig. 3*









*Fig. 9*