

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

(22) Data de pedido: <b>2011.03.09</b>	(73) Titular(es): <b>WOBEN PROPERTIES GMBH</b> <b>DRECKAMP 5 26605 AURICH</b> <b>DE</b>
(30) Prioridade(s): <b>2010.03.10 DE</b> <b>102010002720</b>	(72) Inventor(es): <b>KLAUS-PETER JAQUEMOTTE</b> <b>DE</b>
(43) Data de publicação do pedido: <b>2013.01.16</b>	(74) Mandatário: <b>MANUEL ANTÓNIO DURÂES DA CONCEIÇÃO ROCHA</b> <b>AV LIBERDADE, Nº. 69 - 3º D 1250-148 LISBOA</b> <b>PT</b>
(45) Data e BPI da concessão: <b>2013.10.02</b> <b>225/2013</b>	

(54) Epígrafe: **PÁ DE ROTOR PARA TURBINA DE ENERGIA EÓLICA**

(57) Resumo:

A INVENÇÃO REFERE-SE A UMA PÁ DE ROTOR PARA TURBINA DE ENERGIA EÓLICA. A PÁ DO ROTOR TEM UMA RAIZ DE LÂMINA (131), UMA PONTA DE LÂMINA (132), UMA BORDA LATERAL (133) E UMA BORDA TRASEIRA (134). A LÂMINA DA PÁ DE ROTOR COMPREENDE AINDA UM LADO DE PRESSÃO (136) E UM LADO DE SUCÇÃO (135) BEM COMO, PELO MENOS UM PERFIL (200), PARCIALMENTE COLOCADO ENTRE O LADO DE ASPIRAÇÃO E O DE PRESSÃO (135, 136). A PÁ DO ROTOR TEM UMA DIREÇÃO LONGITUDINAL ENTRE A SUA RAIZ (131) E A SUA PONTA (132). O PERFIL (200) TEM A FORMA ONDULADA NO SENTIDO LONGITUDINAL DA PÁ DO ROTOR.

**RESUMO****"PÁ DE ROTOR PARA TURBINA DE ENERGIA EÓLICA"**

A invenção refere-se a uma pá de rotor para turbina de energia eólica. A pá do rotor tem uma raiz de lâmina (131), uma ponta de lâmina (132), uma borda lateral (133) e uma borda traseira (134). A lâmina da pá de rotor compreende ainda um lado de pressão (136) e um lado de sucção (135) bem como, pelo menos um perfil (200), parcialmente colocado entre o lado de aspiração e o de pressão (135, 136). A pá do rotor tem uma direção longitudinal entre a sua raiz (131) e a sua ponta (132). O perfil (200) tem a forma ondulada no sentido longitudinal da pá do rotor.

## DESCRIÇÃO

### **"PÁ DE ROTOR PARA TURBINA DE ENERGIA EÓLICA"**

A presente invenção refere-se a uma pá de rotor para turbina de energia eólica.

DE 103 36 461 descreve uma pá de rotor para turbina de energia eólica, onde se utilizam nervuras, feitas de materiais compósitos na direção longitudinal da lâmina de rotor. Estas nervuras podem, por exemplo, ser feitas de fibras de vidro reforçadas e são preparadas, por exemplo, por imersão numa resina. As nervuras estão tipicamente instaladas em ambos os lados, quer no lado de pressão quer no da sucção da pá do rotor. As nervuras podem ser prefabricadas e, em seguida, montadas nas pás do rotor e colocadas respetivamente em meias conchas. Isto tem a vantagem de as nervuras poderem ser fabricadas previamente, sob condições constantes. Em particular, deve evitar-se que as nervuras fiquem enroladas durante a preparação. Isso não é desejável pois as mesmas destinam-se à transferência de carga. Desse modo, a garantia de qualidade deve estabelecer que as nervuras sejam impedidas de se enrolar.

É objeto da presente invenção proporcionar uma pá do rotor de turbina eólica que permita uma produção económica da mesma.

A referência ao DE 10 2008 022 548 A1 e DE 203 20 714 U1 enquadra-se estado geral da técnica.

Esta tarefa é resolvida através de uma pá de rotor de turbina, de acordo com a reivindicação 1.

Desse modo é fornecida uma pá de rotor para turbina eólica. A pá de rotor tem uma raiz de lâmina, uma ponta de lâmina, uma borda lateral e uma borda traseira da lâmina. A pá do rotor também tem um lado de pressão e um lado de sucção, bem como, pelo menos, um perfil, colocado, pelo menos parcialmente, entre o lado de sucção e o da pressão.

A pá do rotor aponta numa direção longitudinal entre a raiz da lâmina e a ponta da lâmina. O perfil de reforço é de forma ondulada na direção longitudinal da pá do rotor.

De acordo com um aspeto da presente invenção, as nervuras da pá do rotor estão colocadas entre o lado de pressão e o lado de sucção. Pelo menos um perfil de reforço está preso na região das nervuras.

De acordo com um outro aspeto da presente invenção, o perfil é produzido por moldagem a quente de termoplásticos reforçados com fibra.

De acordo com um outro aspeto da presente invenção, a forma do perfil ondulado tem a forma sinusoidal.

De acordo com outro aspeto da presente invenção, são fornecidos, pelo menos dois perfis, substancialmente paralelos entre si.

A invenção também se relaciona com a utilização de perfis em forma de onda, na montagem da pá do rotor da turbina eólica.

A invenção também diz respeito a uma turbina eólica com pelo menos uma pá de rotor acima descrita.

☒ A invenção relaciona-se com a ideia de proporcionar uma turbina eólica cujas pás de rotor têm perfis de reforço entre o lado de pressão e o lado de sucção da pá do rotor. Estes perfis não são lisos, mas sim respetivamente ondulados na secção longitudinal.

Assim, o perfil tem respetivamente a forma ondulada ou sinusoidal provido de longarina. A longarina do perfil pode, por exemplo ser feita de termoplásticos reforçados com fibras, de modo que possa ser realizada numa linha de produção automática, por exemplo por moldagem a quente, de termoplásticos reforçados com fibra. Os materiais termoplásticos reforçados com fibra são, de preferência, desenrolados a partir de um rolo.

Os perfis de reforço podem ser fabricados, de preferência mecanicamente, a partir de material

termoplástico. Alternativamente, os perfis podem ser prefabricados com subsequente cura UV.

Os perfis servem para aumentar a resistência da pá do rotor. Estes podem ser colocados entre o lado de sucção e o de pressão da pá do rotor. Os perfis podem ser colados ou fixados, por exemplo, ao longo do lado da pressão e as nervuras laterais de sucção fornecidas. As mesmas servem para reforçar a resistência, mas não para a transferência de carga no interior da pá do rotor.

Outras formas de realização da invenção são o objeto das reivindicações mencionadas.

Vantagens e formas de realização da invenção são explicadas a seguir, conforme referenciam os desenhos.

A Fig.1 mostra uma representação esquemática de uma instalação de energia eólica de acordo com a invenção,

A Fig. 2 mostra uma secção transversal de uma pá do rotor de turbina eólica, conforme a turbina eólica da Figura 1 e

A Fig. 3 mostra uma secção transversal longitudinal de uma pá de rotor de turbina eólica conforme a turbina eólica da Fig. 1.

A Fig. 1 mostra uma representação esquemática de uma instalação de energia eólica da invenção. A turbina 100 inclui uma torre de 110 com uma gôndola 120 na extremidade superior da torre 110. Na gôndola 120, por exemplo, são dispostas três pás do rotor 130. As pás 130 têm uma ponta da pá 132 e uma raiz da pá de rotor 131. As pás do rotor 130 são ligadas pela raiz da lâmina 131 ao cubo do rotor 121, por exemplo. O ângulo de inclinação das pás do rotor 130 é preferivelmente controlado com base na velocidade do vento actual.

A Figura 2 mostra uma secção transversal de uma pá do rotor de turbina eólica, de acordo com uma primeira forma de realização da invenção. A lâmina 130 tem, conforme

mostrado na Figura 1, uma ponta da pá de rotor 132, e uma raiz de pá de rotor 131. Além disso, a pá do rotor 130 tem um bordo de ataque 133 e um bordo de fuga 134. De igual modo, a pá do rotor 130, inclui o lado de sucção 135 e o lado de pressão 136. Entre o lado de pressão e o lado de sucção 136, 135, podem ser colocadas longarinas, pelo menos, parcialmente, ao longo do comprimento da pá do rotor (entre a raiz de pá de rotor 131, 132). Os perfis 200 tem uma primeira extremidade 201 e uma segunda extremidade 202. A primeira extremidade 201 é conectada do lado de sucção 135 e a segunda extremidade 202 está no lado de pressão 136. Por outras palavras, os perfis estão ligados mecanicamente do lado da aspiração e do lado da pressão. Os perfis 200 são preferivelmente fornecidos para melhorar a estabilidade mecânica das lâminas. As nervuras podem ser aplicadas continuamente ou, pelo menos parcialmente, ao longo do comprimento ou da direção longitudinal da pá, entre a raiz da pá 131 e a ponta da pá 132.

As nervuras 200 da primeira forma de realização, são onduladas ao longo da direção longitudinal configuradas de forma ondulada ou sinusoidal. Alternativamente, as nervuras 200 podem ser dispostos ao longo da direção longitudinal, sob a forma de dente de serra ou onda triangular.

As nervuras podem ser utilizadas para transferir um pouco da força de elevação a partir da pressão, no lado da aspiração. As barras podem, por conseguinte, transmitir força perpendicular à sua direção longitudinal, isto é, do lado da pressão para o lado de sucção da lâmina. No entanto, as nervuras são menos capazes de transferir força na sua direção longitudinal.

A Fig. 3 mostra uma secção transversal longitudinal de uma pá do rotor de turbina eólica, conforme referido na turbina eólica da Fig. 1. A pá do rotor inclui uma raiz de lâmina 131, uma ponta de lâmina de rotor 132, um bordo de ataque da lâmina de rotor 133 e um bordo de fuga da lâmina

de rotor 134. Além disso, tem aplicados perfis de reforço 200 (como mostrado na Figura 2) entre o lado de pressão e o lado de sucção da pá do rotor. Estes perfis são ondulados 200 ao longo da direção longitudinal da pá, ou configurados com forma ondulada sinusoidal. Alternativamente, os perfis 200 podem ser concretizados sob a forma de dente de serra ou onda triangular.

Os perfis apresentados na Figura 2 e na Figura 3 podem ser feitos, por exemplo, de um material termoplástico. Isto pode ser feito, por exemplo por moldagem a quente de termoplásticos reforçados com fibra. ☒

Os perfis podem ser particularmente preparados a partir dos laminados termoplásticos reforçados com fibras, e a forma de onda pode ser gerada a quente.

Através destas nervuras onduladas pode ser realizada uma poupança de material compreendido entre 10% e 20%, (especialmente 15%). Uma vez que as nervuras são concebidas de forma ondulada na direção longitudinal, estas nervuras não contribuem para a transferência de carga, de modo que a transferência de carga da pressão e dos lados de sucção é ainda fornecida pelos perfis de fibra reforçada. Por outro lado, perante uma força de impulsão causada pelo vento, é transferida uma força propulsora de cerca de 90% aos perfis 200.

**REFERÊNCIAS CITADAS NA DESCRIÇÃO**

A presente listagem de referências citadas pela requerente é apresentada meramente por razões de conveniência para o leitor. Não faz parte da patente de invenção europeia. Embora se tenha tomado todo o cuidado durante a compilação das referências, não é possível excluir a existência de erros ou omissões, pelos quais o EPO não assume nenhuma responsabilidade.

**Patentes de invenção citadas na descrição**

- DE 10336461 [0002]
- DE 102008022548 A1 [0004]
- DE 20320714 U1 [0004]



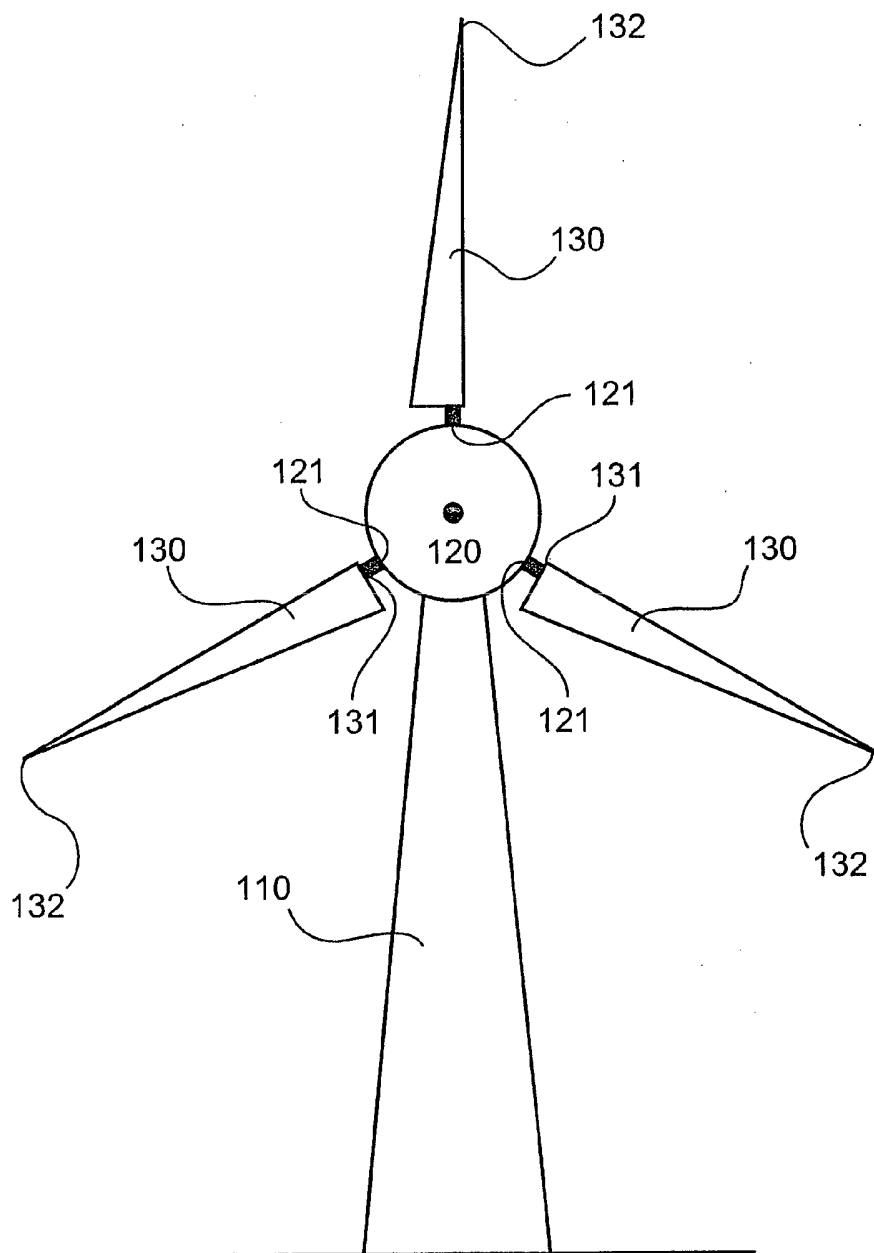
## REIVINDICAÇÕES

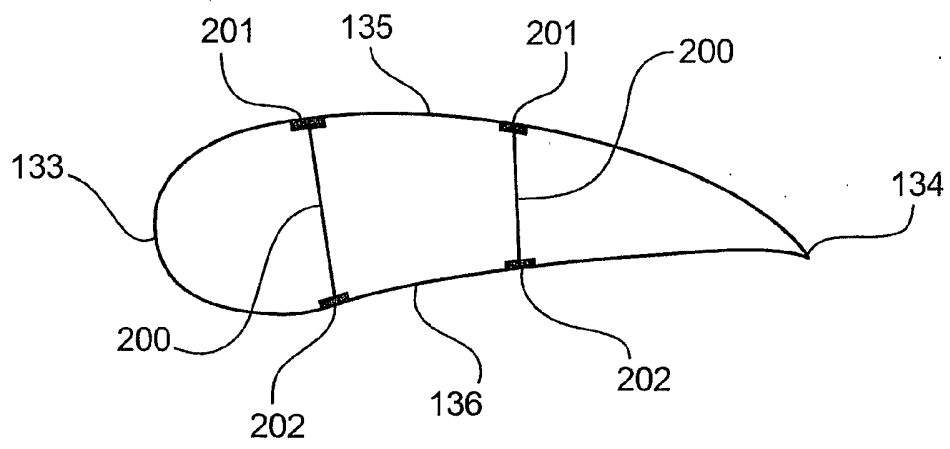
1. Pá de rotor para turbina de energia eólica com uma raiz da pá de rotor (131), uma ponta de pá de rotor (132), uma ponta de lâmina (133) e um bordo traseiro de lâmina (134), um lado de pressão (136) e um lado de sucção (135), e, pelo menos, um perfil, (200), colocado parcialmente, entre o lado de aspiração e o de pressão (135, 136), em que a pá do rotor tem uma direção longitudinal entre a raiz da pá de rotor (131) e a ponta da pá do rotor (132), **caracterizada pelo facto de** apresentar uma configuração de nervuras em forma de onda (200) na direção longitudinal da pá do rotor.
2. Pá do rotor de acordo com a reivindicação 1, compreendendo ainda langarinas (201, 202) no lado de pressão (136) e/ou o lado de sucção (135), em que, pelo menos, um perfil de reforço (200) é fixado na região das nervuras.
3. Pá de rotor de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizada pelo facto de** ser produzida por moldagem a quente de termoplástico reforçado com fibra (200).
4. Pá de rotor de acordo com uma das reivindicações anteriores, **caracterizada pela** forma de onda sinusoidal das nervuras (200).
5. Pá de rotor de acordo com uma das reivindicações anteriores, **caracterizada pelo facto de** apresentar, pelo menos, duas bandas, substancialmente paralelas entre si (200).
6. A utilização de nervuras é realizada em forma de onda (200) na preparação de uma pá do rotor de turbina eólica.

7. Sistema de instalação de energia eólica com pelo menos uma pá de rotor, de acordo com uma das reivindicações 1 a 5.

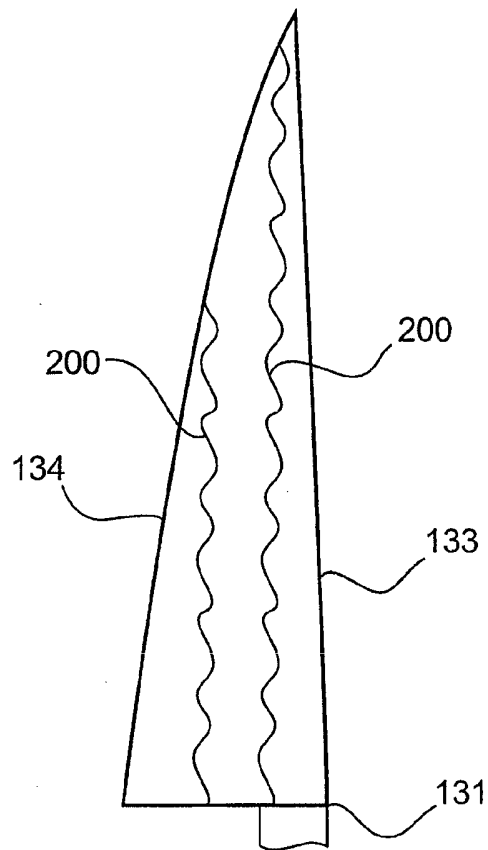
8. Um método para a fabricação de uma pá de rotor para turbina eólica tendo uma raiz de lâmina de rotor (131), uma ponta de pá de rotor (132), uma ponta de lâmina (133), um bordo de fuga de lâmina (134), um lado de pressão (136) e um lado de sucção (135), compreendendo o procedimento seguinte: fornecendo uma forma ondulada e nervuras (200) na direção longitudinal da pá do rotor.

9. Um método de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado pelo facto de** apresentar, pelo menos, um perfil (200), produzido por moldagem a quente de termoplásticos reforçados com fibra.

**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 3**