



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

(11) BR 112017022337-6 B1



(22) Data do Depósito: 23/09/2015

(45) Data de Concessão: 13/09/2022

**(54) Título:** MONTAGEM DE RECEPTOR PARA UM SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS PARA UMA HÉLICE DE TURBINA EÓLICA, SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS PARA UMA HÉLICE DE TURBINA EÓLICA, E TURBINA EÓLICA

(51) Int.Cl.: F03D 1/00.

(30) Prioridade Unionista: 17/04/2015 DK PCT/DK2015/050100.

(73) Titular(es): POLYTECH A/S.

(72) Inventor(es): FLEMMING BJØRN OLSEN; CASPER FALKENSTRØM MIERITZ; KIM BERTELSEN; THOMAS HOLM KROGH; SØREN FIND MADSEN; ALLAN LAURSEN MOLBECH.

(86) Pedido PCT: PCT DK2015050290 de 23/09/2015

(87) Publicação PCT: WO 2016/165714 de 20/10/2016

(85) Data do Início da Fase Nacional: 17/10/2017

**(57) Resumo:** UM RECEPTOR PARA UM SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS. Uma montagem de receptor (1; 5) para um sistema de proteção contra raios para uma lâmina de turbina eólica (2), cuja montagem de receptor caracterizada pelo fato de que compreende um ou mais transportadores de corrente eletricamente condutores (6; 19) e um ou mais parafusos de montagem (9) e/ou hastes rosadas (20), em que cada um dos transportadores de corrente é uma parte metálica disposta e dimensionada para circundar pelo menos uma parte de um parafuso de montagem ou uma haste rosada sem estar em contato elétrico com o parafuso de montagem ou haste rosada, pelo menos uma parte da superfície externa em uma extremidade de cada transportador de corrente está disposta para ser uma superfície de contato (10) para contato mecânico e elétrico para uma base de receptor (3; 16) quando o receptor é montado dentro de uma lâmina de turbina eólica, de tal maneira que, no caso de um impacto de raios no receptor, a grande maioria da corrente de raios passa através dos um ou mais transportadores de corrente em vez de através dos um ou mais parafusos de montagem e/ou haste rosada em seu cainho através do receptor.

“MONTAGEM DE RECEPTOR PARA UM SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS PARA UMA HÉLICE DE TURBINA EÓLICA, SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS PARA UMA HÉLICE DE TURBINA EÓLICA, E TURBINA EÓLICA”

[001] A presente invenção se refere a um receptor montado na superfície para um sistema e proteção contra raios para uma hélice de turbina eólica.

ANTCEDENTES DA INVENÇÃO

[002] A maioria dos sistemas de proteção contra raios conhecidos para hélices de turbina eólica compreendem um ou mais condutores para-raios internamente dispostos e um número de receptores de raios dispostos na superfície externa da hélice. Tipicamente, existe um receptor de ponta disposto na ponta da hélice de turbina eólica e um número de receptores laterais distribuídos na superfície da hélice de turbina eólica pelo menos uma parte do comprimento da mesma.

[003] É um problema bem conhecido que tais receptores de raios externos podem se danificados por impactos de raios e que, portanto, a vida útil de tais receptores é limitada, dependendo do número de impactos de raios aos quais são submetidos.

[004] Um receptor lateral típico como conhecido na técnica simplesmente consiste em um parafuso de metal, a cabeça do qual é alinhada com a superfície externa da hélice de turbina eólica e a parte de rosca do qual é roscada em uma base de receptor lateral disposta dentro da hélice de turbina eólica. A base de receptor lateral eletricamente condutora é aterrada eletricamente de modo que a corrente de descargas de raios impactando a cabeça do receptor lateral passa através da parte de rosca do mesmo para a base de receptor lateral e ainda através da hélice de turbina eólica e a torre de turbina eólica para o solo.

[005] Um número de problemas está relacionado ao uso de tais receptores laterais típicos. Por exemplo, a cabeça do receptor lateral é frequentemente danificada pelos

impactos de descargas de raios. Isto significa que quaisquer recessos (fendas) ou outros elementos estruturais na cabeça destinados ao engate por ferramentas podem ter desaparecido pelo menos parcialmente depois de um número de impactos de raios. Portanto, frequentemente é mais ou menos impossível desaparafusar o receptor lateral, por exemplo, a fim de substituí-lo. Ironicamente, quanto mais uma substituição de um receptor lateral é necessária, mais difícil pode ser removê-lo.

[006] Outro problema é que, porque a corrente de raios deve passar através das rosas do receptor lateral, fabricantes são frequentemente relutantes em usar travas de rosas ou outros adesivos para pender o receptor lateral porque pode reduzir a condutividade entre o receptor lateral e a base de receptor lateral.

[007] Problemas similares existem quando da substituição de receptores de ponta na técnica, especialmente quando os receptores de ponta foram danificados pelos impactos de descargas de raios.

#### BREVE DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[008] É um objetivo da presente invenção fornecer um receptor para um sistema de proteção contra raios, que supera pelo menos parcialmente as desvantagens acima mencionadas de receptores conhecidos na técnica.

[009] A presente invenção se refere a uma montagem de receptor para um sistema de proteção contra raios para uma hélice de turbina eólica, cuja montagem de receptor compreende um ou mais portadores de corrente eletricamente condutores sendo dispostos para carregar correntes de raios da superfície da hélice de turbina eólica para uma parte interna do sistema de proteção contra raios dentro da hélice de turbina eólica e um ou mais parafusos de montagem e/ou hastes rosadas, em que cada um dos portadores de corrente é uma parte metálica disposta e dimensionada para circundar pelo menos uma parte de um parafuso de montagem ou uma haste rosada, pelo menos uma parte da superfície externa em uma extremidade de cada portador de corrente está disposta para ser uma

superfície de contato para contato mecânico e elétrico para uma base de receptor quando o receptor é montado dentro de uma hélice de turbina eólica, de tal maneira que, no caso de um impacto de raios no receptor, a grande maioria da corrente de raios passa através dos um ou mais portadores de corrente em vez de através dos um ou mais parafusos de montagem e/ou haste rosada em seu cainho através do receptor.

[010] A invenção faz uso do fato que a corrente tende a passar ao longo das superfícies dos condutores em vez de através das partes mais centrais dos mesmos. Isto significa que somente uma parte desprezível das correntes de raios passa através dos parafusos de montagem ou hastes rosadas, que, portanto, não são danificados, quando a montagem de receptor é submetida a um impacto de raios. Isto significa, por sua vez, que os parafusos ou hastes rosadas são mantidos intactos e podem ser usados normalmente em caso de necessidade para substituição da montagem de receptor ou partes o mesmo.

[011] Em uma modalidade da invenção, a montagem de receptor está na forma de um receptor lateral compreendendo um portador de corrente na forma e um cilindro receptor tubular com uma extremidade parcialmente fechada penetrada por um furo centrado, pelo menos uma parte da superfície externa da extremidade parcialmente fechada está disposta para ser uma superfície de contato para contato mecânico e elétrico para uma base de receptor lateral quando o receptor lateral é montado dentro de uma hélice de turbina eólica, e o diâmetro do furo centrado e ligeiramente maior que o diâmetro da parte de rosca de um parafuso de montagem, em que o diâmetro interno do cilindro receptor é maior que o diâmetro da cabeça do parafuso de montagem, e o comprimento interno do cilindro receptor é maior que a altura da cabeça do parafuso de modo que o parafuso de montagem pode estar disposto com sua cabeça escondida dentro do cilindro receptor e sua parte de rosca se projetando através do furo centrado na extremidade parcialmente fechada, e em que um tampão de receptor é dimensionado para encaixar a extremidade do cilindro receptor oposto à extremidade parcialmente fechada para cobrir a cabeça do

parafuso de montagem escondida no mesmo.

[012] Um receptor lateral configurado desta maneira é vantajoso, por exemplo, pelo fato de que a cabeça do parafuso de montagem é protegida de ser danificada por descarga de raios e, portanto, permanece intacta de modo que o receptor lateral pode ser removido para substituição sempre que necessário.

[013] Outra vantagem é que a corrente de raios passa através da superfície de contato em vez de através das roscas do parafuso de montagem e que, portanto, não existem problemas relacionados a usar travas de rosca ou outros adesivos para prender o parafuso de montagem e desse modo o receptor lateral.

[014] Em uma modalidade da invenção, o tampão de receptor consiste em uma pasta resistente ao calor, tal como silicone.

[015] Em uma modalidade da invenção, uma tampa roscada, feita, por exemplo, por polietileno de alta densidade (HDPE), está disposta dentro da fenda do parafuso de montagem.

[016] Colocar uma tampa roscada dentro da fenda do parafuso de montagem protege a fenda e assegura que não é preenchida por pasta, a partir da qual o tampão de receptor pode ser formado, que poderia ser problemático quando uma ferramenta tem que engatar com esta fenda para afrouxar e remover o parafuso de montagem.

[017] Em uma modalidade da invenção, o tampão de receptor é feito de um material sólido, tal como metal, um material plástico, borracha ou fibra de vidro.

[018] Neste caso, o tampão sólido pode ser perfurado, quando o receptor lateral tem que ser substituído, e o acesso ao parafuso de montagem é necessário

[019] Em uma modalidade, o receptor lateral ainda compreende um calço eletricamente isolante, feito, por exemplo, de Polímero Reforçado com Fibra de Vidro (GFRP) para ser disposto entre a cabeça do parafuso de montagem e a superfície interna da extremidade parcialmente fechada do cilindro receptor.

[020] Em uma modalidade da invenção, o receptor lateral ainda compreende

em torno da cabeça do parafuso de montagem um isolante de parafuso, feito, por exemplo, de borracha, polímeros ou compostos isolantes (fibra de vidro ou baquelite), para isolar o parafuso de montagem eletricamente do cilindro receptor.

[021] O uso de tal isolamento de parafuso assegura que a corrente de raios não passa através do parafuso de montagem.

[022] Em uma modalidade da invenção, o isolante de parafuso é fisicamente integrado dentro do tampão de receptor.

[023] Em uma modalidade da invenção, a superfície arredondada do cilindro receptor é ligeiramente cônica e em que o receptor lateral ainda compreende uma gaxeta de borracha circundando o cilindro receptor e tendo uma superfície interna ligeiramente cônica disposta para receber e encaixar o cilindro receptor, quando o cilindro receptor é pressionado na gaxeta de borracha durante a montagem do receptor lateral em uma hélice de turbina eólica.

[024] Pressionar o cilindro receptor cônicos em uma gaxeta de borracha assegura uma conexão justa entre o receptor lateral e as partes circundantes da superfície da hélice de turbina eólica, portanto impedindo o ingresso de água entre o cilindro receptor cônicos e o laminado de revestimento de hélice.

[025] Em uma modalidade da invenção, o diâmetro de rosca do parafuso de montagem está entre 8 mm e 15 mm, de preferência entre 10 mm e 12 mm.

[026] Em uma modalidade da invenção, a borda externa do cilindro receptor na extremidade parcialmente fechada é chanfrada de modo que pelo menos uma parte da superfície de contato é inclinada.

[027] Em uma modalidade da invenção, o ângulo entre a parte chanfrada da superfície de contato e o eixo longitudinal do cilindro receptor está entre 30° e 70°, de preferência entre 55° e 65°, mais preferido 59°.

[028] O uso de um contato pelo menos parcialmente inclinado assegura um melhor contato mecânico e resulta em uma superfície e contato maior para a

passagem a corrente de raios do receptor lateral para a base do receptor lateral. Um ângulo de 59° corresponde com o formato da extremidade de uma broca padrão.

[029] Em uma modalidade da invenção, o cilindro receptor ainda compreende em sua extremidade oposta à extremidade parcialmente fechada um ruff de receptor se projetando para fora substancialmente perpendicular ao eixo longitudinal do cilindro receptor.

[030] Um ruff de receptor ajuda a assegurar uma conexão justa entre o receptor lateral e a superfície circundante da hélice de turbina eólica e assegura que mais material para a erosão de raiz de arco devido a impactos de raios.

[031] Em uma modalidade da invenção, o cilindro receptor consiste pelo menos parcialmente de cobre ou uma liga de cobre.

[032] O uso de cobre assegura uma condutividade elétrica muito alta e uma condutividade térmica alta do cilindro receptor.

[033] Em uma modalidade da invenção, o cilindro receptor consiste pelo menos parcialmente de aço.

[034] O uso de aço assegura uma resistência mecânica muito alta e reduz o risco de problemas relacionados com corrosão a um custo relativamente baixo.

[035] Em uma modalidade da invenção, o cilindro receptor consiste pelo menos parcialmente de alumínio.

[036] O uso de ligas de alumínio permite o processamento mecânico fácil a um custo relativamente baixo.

[037] Em uma modalidade da invenção, o cilindro receptor em sua extremidade oposta à extremidade parcialmente fechada é coberto com uma camada de proteção de um material resistente à temperatura, tal como carboneto de tungstênio.

[038] Em uma modalidade da invenção, o cilindro receptor consiste pelo menos parcialmente de carboneto de tungstênio.

[039] O uso de carboneto de tungstênio assegura uma alta condutividade elétrica, uma alta condutividade térmica e uma temperatura de fusão muito alta da superfície do cilindro receptor e, portanto, baixa susceptância para carregar a erosão de descargas de raios. Particularmente, revestimentos de carboneto de tungstênio aplicados em outros materiais têm um alto desempenho comprovado para os assim chamados componentes de longo curso de descargas de raios. A estabilidade química de carboneto de tungstênio é alta, significando que o risco de problemas relacionados com corrosão é bastante reduzido.

[040] Em uma modalidade da invenção, o diâmetro interno do cilindro receptor está entre 10 mm e 40 mm, de preferência entre 15 mm e 30 mm.

[041] Em uma modalidade da invenção, a espessura de parede do cilindro receptor está entre 2 mm e 10 mm, de preferência entre 4 mm e 8 mm.

[042] Em uma modalidade da invenção, o comprimento do cilindro receptor está entre 15 mm e 150 mm, de preferência entre 20 mm e 50 mm.

[043] Em uma modalidade da invenção, a montagem de receptor ainda compreende uma proteção de superfície de hélice circundando o cilindro receptor e se estendendo para fora a partir do mesmo em um plano paralelo ao revestimento da hélice, sendo aplicada no revestimento da hélice e sendo substancialmente alinhado com a extremidade do cilindro receptor oposta à extremidade parcialmente fechada e, se presente, com o ruff de receptor.

[044] Em uma modalidade da invenção, a proteção de superfície de hélice é feita a partir de uma folha circular de um material plástico resistente ao calor, tal como uma película de poliéster ou poliamida, materiais compostos de fibra de vidro, ou compostos cerâmicos de alta temperatura, que é fixado na superfície da hélice de turbina eólica por meio de um adesivo.

[045] Em uma modalidade da invenção, a montagem de receptor compreende um receptor de ponta e um ou mais portadores de corrente na forma de

(de referência tubular) buchas condutoras, o diâmetro interno das quais são maiores que o diâmetro de parafusos ou hastes roscadas se estendendo através das buchas para montar o receptor de ponta em uma base de receptor de ponta, de modo que, quando o receptor de ponta é montado dentro de uma hélice de turbina eólica, o receptor de ponta está em contato mecânico e elétrico com uma extremidade das buchas condutoras e a base de receptor de ponta está em contato mecânico e elétrico com a outra extremidade das buchas condutoras.

[046] Em uma modalidade da invenção, o receptor de ponta compreende, em uma superfície voltada para a base de receptor de ponta, quando o receptor de ponta é montado dentro de uma hélice de turbina eólica, furos para receber as hastes roscadas e, em uma ou mais outras superfícies, uma ou mais aberturas através das quais porcas podem ser montadas e apertadas em torno das extremidades das hastes roscadas dentro do receptor de ponta.

[047] Uma montagem de receptor de ponta configurada desta maneira é vantajosa, por exemplo, pelo fato de que as porcas ou cabeças de parafusos de montagem são protegidas de serem danificadas por descargas de raios e, portanto, permanecem intactas de modo que o receptor de ponta pode ser removido para substituição sempre que necessário.

[048] Outra vantagem é que a corrente de raios passa através da superfície de contato em vez de através das rosca dos parafusos de montagem ou hastes roscadas e que, portanto, não existem problemas relacionados ao uso de travas de rosca ou outros adesivos para prender os parafusos de montagem ou hastes roscadas, e desse modo o receptor de ponta.

[049] Em uma modalidade da invenção, a montagem de receptor ainda compreende tampões de receptor para encaixar nas aberturas para cobrir as porcas ocultas nas mesmas.

[050] Em uma modalidade da invenção, o tampão de receptor consiste em

uma pasta resistente ao calor, tal como silicone.

[051] Em uma modalidade da invenção, o tampão de receptor é feito de um material sólido, tal como metal, um material plástico, borracha ou fibra de vidro.

[052] Em uma modalidade da invenção, o diâmetro de rosca dos parafusos de montagem ou hastes roscadas está entre 6 mm e 15 mm, e preferência entre 8 mm e 12 mm.

[053] Em uma modalidade da invenção, as buchas consistem pelo menos parcialmente de cobre ou uma liga de cobre.

[054] Em uma modalidade da invenção, as buchas consistem pelo menos parcialmente de aço.

[055] Em uma modalidade da invenção, as buchas consistem pelo menos parcialmente de alumínio.

[056] Em uma modalidade da invenção, as buchas consistem pelo menos parcialmente de carboneto de tungstênio.

[057] Em uma modalidade da invenção, a espessura de parede das buchas está entre 2 mm e 10 mm, de preferência entre 4 mm e 8 mm.

[058] Em uma modalidade da invenção, o comprimento das buchas está entre 15 mm e 150 mm, de preferência entre 20 mm e 50 mm.

[059] Em uma modalidade da invenção, a área de seção transversal total das buchas é maior que 40 cm<sup>2</sup>, de preferência maior que 70 cm<sup>2</sup>.

[060] Em um aspecto da invenção, ela se refere a um sistema de proteção contra raios para uma hélice de turbina eólica compreendendo uma ou mais montagens de receptor, como desejado acima.

[061] Em um aspecto da invenção, ela se refere a uma turbina eólica compreendendo um sistema de proteção contra raios, como descrito acima.

### O DESENHO

[062] A seguir, umas poucas modalidades da invenção são descritas em

mais detalhe com referência ao desenho, do qual:

a Figura 1 ilustra esquematicamente uma hélice de turbina eólica com um sistema de proteção contra raios incluindo um receptor de ponta e um receptor lateral como conhecido na técnica;

a Figura 2a é uma vista em perspectiva de uma montagem de receptor de acordo com uma modalidade da invenção montada dentro da superfície de uma hélice de turbina eólica;

a Figura 2b é uma vista em seção transversal da montagem de receptor mostrada na Figura 2a;

a Figura 3a é uma vista em seção transversal de uma montagem de receptor de acordo com uma modalidade da invenção;

a Figura 3b é uma vista em seção transversal de uma montagem de receptor de acordo com outra modalidade da invenção;

a Figura 4 é uma vista explosiva de uma montagem de receptor de acordo com uma terceira modalidade da invenção montada dentro da superfície de uma hélice de turbina eólica;

a Figura 5 é uma vista em seção transversal de uma montagem de receptor de acordo com uma quarta modalidade da invenção;

a Figura 6 é uma vista explosiva da montagem de receptor mostrada na Figura 5;

a Figura 7 é uma vista em seção transversal de uma montagem de receptor de acordo com uma modalidade da invenção; e

a Figura 8 é uma vista explosiva da montagem de receptor mostrada na Figura 7.

#### DESCRÍÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[063] A Figura 1 ilustra esquematicamente uma hélice de turbina eólica 2 com um sistema de proteção contra raios incluindo um receptor lateral 1 como

conhecido na técnica. O receptor lateral é montado dentro da superfície da hélice de turbina eólica 2, de preferência alinhada com o mesmo, e conectado mecânica e eletricamente com uma base de receptor lateral 3 disposta dentro da hélice de turbina eólica 2 e coberta por um isolamento 8. O receptor lateral 1 sendo basicamente formado como um parafuso, a conexão com a base de receptor lateral 3 consiste simplesmente em uma conexão rosada.

[064] Um condutor de para-raios 4 se estendendo ao longo do eixo longitudinal da hélice de turbina eólica 2 assegura que a base de receptor lateral 3 (e desse modo o receptor lateral 1) e um receptor de ponta 5 da hélice de turbina eólica 2 ao conectadas eletricamente na terra através da nacela da turbina eólica e torre (não mostrada).

[065] As Figuras 2a e 2b são uma vista em perspectiva e uma vista em seção transversal, respectivamente, de uma montagem de receptor na forma de um receptor lateral 1 de acordo com uma modalidade da invenção montada dentro da superfície de uma hélice de turbina eólica 2. Um cilindro receptor 6 constitui a parte eletricamente condutora do receptor lateral 1. Sua extremidade circular superior forma a parte externa do receptor lateral 1 sendo substancialmente alinhada com a superfície da hélice de turbina eólica 2 quando o receptor lateral 1 é montado na mesma. Esta é a parte sendo impactada por descargas de raios.

[066] A extremidade oposta do cilindro receptor 6 forma uma superfície de contato 10 através da qual a corrente de raios passa do receptor lateral 1 na base de receptor lateral 3 na qual o receptor lateral 1 está conectado. O cilindro receptor 6 é conectado mecanicamente na base de receptor lateral 3 por meio de um parafuso de montagem 9, a cabeça do qual está oculta dentro do cilindro receptor 6 e a parte de rosca do qual se projeta através de um furo centrado na superfície de contato 10 do cilindro receptor 6.

[067] Na modalidade ilustrada nestas figuras, a superfície de contato 10 é

plana e perpendicular ao eixo longitudinal do cilindro receptor 6. Em outras modalidades, como, por exemplo, ilustrado na figura 3b, a superfície de contato 10 ou pelo menos uma parte da mesma pode ser inclinada.

[068] A Figura 2b mostra como o isolamento 8 cobre a base de receptor lateral 3 bem como o receptor lateral 1 conectado ao mesmo. Isto é muito importante para assegurar que as descargas de raios, de fato, passam através do receptor lateral 1 em vez de desviar penetrando o invólucro da hélice de turbina eólica 2 perto do receptor lateral 1 em sua trajetória para a base de receptor lateral 3 e o condutor de para-raios dentro da hélice de turbina eólica 2.

[069] Uma arruela pode estar disposta entre a cabeça do parafuso de montagem 9 e a superfície interna do cilindro receptor 6 para fixar o parafuso de montagem 9.

[070] Na modalidade ilustrada, o receptor lateral 2 compreende uma proteção de superfície de hélice opcional 12 na forma de uma folha circular de um material resistente ao calor disposto em toro do cilindro receptor 6 para proteger a superfície da hélice de turbina eólica 2 contra ser danificada pela energia térmica excessiva que segue as descargas de raios impactando o receptor lateral 1. Vantajosamente, esta proteção de superfície de hélice 12 é aderido à superfície da hélice de turbina eólica 2 durante a montagem do receptor lateral 1 na mesma.

[071] Uma vedação 13 assegura uma conexão justa entre o receptor lateral 1 e a superfície circundante da hélice de turbina eólica 2.

[072] A extremidade aberta do cilindro receptor 6 é fechada por um tampão de receptor 7, que pode tanto ser feito de um material sólido eletricamente condutor ou isolante ou consistir em uma pasta resistente ao calor. Este tampão receptor 7 cobre e protege a cabeça do parafuso de montagem 9 de ser danificado a partir do impacto de descargas de raios. Uma tampa roscada 14 protege a fenda do parafuso de montagem 9, por exemplo, contra a entrada de pasta, se o tampão de receptor 7

consiste em tal pasta.

[073] Além do mais, esta modalidade do receptor lateral 1 compreende um isolante de parafuso 15 disposto em torno da cabeça do parafuso de montagem 9 para assegurar isolamento elétrico entre o parafuso de montagem 9 e o cilindro receptor 6 de modo que a corrente de raios é forçada a passar através da superfície de contato 10 em vez de através das roscas do parafuso de montagem 9 em sua trajetória a partir do receptor lateral 1 para a base de receptor lateral 3.

[074] A Figura 3a é uma vista em seção transversal aumentada do receptor lateral 1 das duas figuras prévias, enquanto a Figura 3b é uma vista em seção transversal de uma montagem de receptor na forma de um receptor lateral 1 de acordo com outra modalidade da invenção.

[075] Uma diferença da modalidade mostrada na Figura 3a é que na modalidade mostrada na Figura 3b, o cilindro receptor 6 é fornecido com um ruff de receptor 11 se estendendo para fora da extremidade circular superior do cilindro de receptor 6. Tal ruff de receptor 11 é útil para assegurar uma conexão resistente ao tempo e justa entre o receptor lateral 1 e a superfície circundante da hélice de turbina eólica 2 e fornece material adicional para a erosão de raiz de arco e, portanto, o desgaste natural do receptor lateral 1.

[076] Além do mais, a borda do cilindro receptor 6 é chanfrada de tal maneira que pelo menos uma parte da superfície de contato 10 é inclinada. Isto aumenta a área da superfície de contato 10 e desse modo aperfeiçoa a conexão elétrica para a base de receptor lateral 3. Além do mais, assegura uma melhor estabilidade mecânica da conexão entre o receptor lateral 1 e a base de receptor lateral 3.

[077] A Figura 4 é uma vista explodida do receptor lateral 1 montado dentro da hélice de turbina eólica 2 como mostrado nas Figuras 2a e 2b (mas sem o isolamento 8 da base de receptor lateral). Novamente, o tampão de receptor 7 pode tanto ser feito de um material sólido ou consistir em uma pasta resistente ao calor.

[078] As Figuras 5 e 6 são uma vista em seção transversal e uma vista explodida, respectivamente, de uma montagem de receptor na forma de um receptor lateral 1 de acordo com ainda outra modalidade da invenção, que difere da modalidade previamente descrita em um número de aspectos.

[079] Primeiramente, o cilindro receptor 6 é circundado por uma gaxeta de borracha 17 para assegurar uma conexa justa entre o receptor lateral 1 e as partes circundantes da superfície da hélice de turbina eólica 2. Este aperto é obtido fazendo a superfície arredondada do cilindro receptor 6, bem como a superfície interna da gaxeta de borracha 17, ligeiramente cônicas, de modo que o cilindro receptor 6 encaixa de modo justo na gaxeta de borracha 17, quando o cilindro receptor 6 é pressionado na gaxeta de borracha 17 durante a montagem do receptor lateral 1 em uma hélice de turbina eólica 2.

[080] Em segundo lugar, esta modalidade da montagem de receptor comprehende um calço eletricamente isolante 23, feito, por exemplo, de Polímero Reforçado de Fibra de Vidro (GFRP), que está disposto entre a cabeça do parafuso de montagem 9 e a superfície interna da extremidade parcialmente fechada do cilindro receptor 6. Além de fornecer isolamento elétrico entre a cabeça do parafuso de montagem 9 e o cilindro receptor 6, este calço 23 também serve ao propósito de controlar a posição do parafuso de montagem 9. o calço 23 assegura que a parte roscada do parafuso de montagem 9 é centrado dentro do furo no cilindro receptor 6, de modo que o contato elétrico entre o parafuso de montagem 9 e o cilindro receptor 6 é evitado, e isto ajusta a altura da cabeça do parafuso de montagem 9 dentro do cilindro receptor 6.

[081] Em terceiro lugar, o isolante de parafuso 15 que circunda a cabeça do parafuso de montagem 9, bem como a tampa roscada 14 são fisicamente integrados dentro do tampão de receptor 7. Na modalidade mostrada, este tampão de receptor 7 é feito de um material elástico, tal como borracha e fornecido com um encaixe de

lingueta periférico em uma ranhura correspondente na superfície interna do cilindro receptor 6. Isto significa que, se o tampão de receptor 7 é encerrado no cilindro receptor 6, é mantido em posição pela lingueta dentro da ranhura.

[082] As figuras 7 e 8 são uma vista em seção transversal e uma vista explodida, respectivamente, de uma montagem de receptor na forma de uma montagem de receptor de ponta de acordo com uma modalidade da invenção.

[083] Nesta modalidade da invenção, um receptor de ponta 5 é montada em uma base de receptor de ponta 16 por meio de duas hastes roscadas 20. Estas hastes roscadas 20 são roscadas em furos roscados 18 dentro da base de receptor de ponta 16 e uma bucha eletricamente condutora 19 está disposta em torno de cada uma das hastes roscadas 20. As extremidades livres das hastes roscadas 20 são colocadas em furos na superfície do receptor de ponta 5 voltado para a base de receptor de ponta 16, e porcas 21 são montadas e apertadas em torno destas extremidades das hastes roscadas 20 dentro do receptor de ponta 5 através de uma abertura 22 no lado do receptor de ponta 5.

[084] Isto significa que o receptor de ponta 5 está em contato mecânico e elétrico com uma extremidade das buchas condutoras 19 e a base de receptor de ponta 16 está em contato mecânico e elétrico com a outra extremidade das buchas condutoras 19. As figuras ilustram como a base de receptor de ponta 16 é coberta por uma camada de material eletricamente isolante 24, através do qual duas aberturas fornecem acesso para as hastes roscadas 20, e as buchas circundantes 19 estão em contato elétrico e mecânico com a base de receptor de ponta 16.

[085] O fato que a corrente de raios tende a passar ao longo das superfícies de condutores em vez de através das partes mais centrais das mesmas significa que a vasta maioria da corrente de raios passa através das buchas condutoras 19 e somente uma parte desprezível passa através das hastes roscadas 20, que, portanto não são danificados, quando a montagem de receptor é submetida a um impacto de

raios. Assim, as hastes roscadas 20 e porcas 21 são mantidas intactas e podem ser usadas normalmente no caso da necessidade de substituição da montagem de receptor de ponta ou partes da mesma.

[086] A abertura 22, através da qual as porcas 21 são montadas, pode ser fechada com um tampão de receptor (não mostrado) consistindo, por exemplo, de uma pasta resistente ao calor, tal como silicone, ou feito de um material sólido, tal como um metal, um material plástico, borracha ou fibra de vidro.

#### LISTA DE NÚMEROS DE REFERÊNCIA

- 1 – receptor lateral
- 2 – hélice de turbina eólica
- 3 – base de receptor lateral
- 4 – condutor de pára-raios
- 5 – receptor de ponta
- 6 – cilindro de receptor
- 7 – tampão de receptor
- 8 – isolamento de base de receptor lateral
- 9 – parafuso de montagem
- 10 – superfície de contato
- 11 – ruff de receptor
- 12 – proteção de superfície de hélice
- 13 – vedante
- 14 – tampa roscada
- 15 – isolante de parafuso
- 16 – base de receptor de ponta
- 17 – gaxeta de borracha
- 18 – furo roscado
- 19 – bucha condutora

20 – haste roscada

21 – porca

22 – abertura no receptor de ponta

23 – calço isolante

24 – isolamento de base de receptor de ponta

## REIVINDICAÇÕES

1. Montagem de receptor (1, 5) para um sistema de proteção contra raios para uma hélice de turbina eólica (2), a montagem de receptor **CARACTERIZADA** pelo fato de que compreende um ou mais portadores de corrente eletricamente condutores (6, 19) sendo dispostos para carregar correntes de raios da superfície da hélice de turbina eólica para uma parte interna do sistema de proteção contra raios disposto dentro da hélice de turbina eólica (2) e um ou mais parafusos de montagem (9) e/ou hastes roscadas (20),

em que cada um dos portadores de corrente é uma parte metálica disposta e dimensionada para circundar pelo menos uma parte de um parafuso de montagem ou uma haste roscada,

pelo menos uma parte da superfície externa em uma extremidade de cada portador de corrente é disposta para ser uma superfície de contato (10) para contato mecânico e elétrico para uma base de receptor (3, 16) quando a montagem de receptor é montada dentro de uma hélice de turbina eólica (2),

de modo que, no caso de um impacto de raios na montagem de receptor, a grande maioria da corrente de raios passa através do um ou mais portadores de corrente em vez de através o um ou mais parafusos de montagem e/ou hastes roscadas em seu caminho através do receptor.

2. Montagem de receptor, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que compreende um receptor lateral (1) compreendendo um portador de corrente compreendendo um cilindro receptor tubular (6) com uma extremidade parcialmente fechada penetrada por um furo centrado, pelo menos uma parte da superfície externa da qual a extremidade parcialmente fechada é disposta para ser uma superfície de contato (10) para contato mecânico e elétrico para uma base de receptor lateral (3) quando o receptor lateral é montado dentro de uma hélice de turbina eólica (2), e um diâmetro do furo

centrado é ligeiramente maior que um diâmetro da parte de rosca de um parafuso de montagem (9),

em que um diâmetro interno do cilindro receptor é maior que um diâmetro de uma cabeça do parafuso de montagem, e um comprimento interno do cilindro receptor é maior que uma altura da cabeça do parafuso de modo que o parafuso de montagem pode ser disposto com sua cabeça escondida dentro do cilindro receptor e sua parte de rosca se projetando através do furo centrado na extremidade parcialmente fechada, e

em que um tampão de receptor (7) é dimensionado para encaixar em uma extremidade do cilindro receptor oposta à extremidade parcialmente fechada para cobrir a cabeça do parafuso de montagem escondida no mesmo.

3. Montagem de receptor, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o tampão de receptor consiste em uma pasta resistente ao calor.

4. Montagem de receptor, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADA** pelo fato de que uma tampa roscada (14) é disposta dentro de uma fenda do parafuso de montagem.

5. Montagem de receptor, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o tampão de receptor é feito de um material sólido.

6. Montagem de receptor, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADA** pelo fato de que ainda compreende em torno da cabeça do parafuso de montagem um isolante de parafuso (15) para isolar o parafuso de montagem eletricamente do cilindro receptor.

7. Montagem de receptor, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a superfície arredondada do cilindro receptor é ligeiramente cônica e em que o receptor lateral ainda compreende uma gaxeta de

borracha (17) circundando o cilindro receptor e tendo uma superfície interna ligeiramente cônica disposta para receber e encaixar o cilindro receptor, quando o cilindro receptor é pressionado na gaxeta de borracha durante a montagem do receptor lateral em uma hélice de turbina eólica (2).

8. Montagem de receptor, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o cilindro receptor consiste pelo menos parcialmente em cobre ou em uma liga de cobre.

9. Montagem de receptor, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o cilindro receptor consiste pelo menos parcialmente em alumínio.

10. Montagem de receptor, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o cilindro receptor em sua extremidade oposta à extremidade parcialmente fechada é coberto com uma camada de proteção de um material resistente à temperatura.

11. Montagem de receptor, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o cilindro receptor consiste pelo menos parcialmente em carboneto de tungstênio.

12. Montagem de receptor, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que compreende um receptor de ponta (5) e um ou mais portadores de corrente compreendendo buchas condutoras (19), em que um diâmetro interno das buchas é maior que um diâmetro de parafusos ou hastes rosadas (20) se estendendo através das buchas para montar o receptor de ponta em uma base de receptor de ponta (16),

de modo que, quando o receptor de ponta é montado dentro de uma hélice de turbina eólica (2), o receptor de ponta está em contato mecânico e elétrico com uma extremidade das buchas condutoras e a base de receptor de ponta está em contato mecânico e elétrico com a outra extremidade das buchas condutoras.

13. Montagem de receptor, de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o receptor de ponta comprehende, em uma superfície voltada para a base de receptor de ponta, quando o receptor de ponta é montado dentro de uma hélice de turbina eólica (2), furos para receber hastes roscadas e, em uma ou mais outras superfícies, uma ou mais aberturas (22) através das quais porcas (21) podem ser montadas e apertadas em torno das extremidades das hastes roscadas dentro do receptor de ponta.

14. Montagem de receptor, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADA** pelo fato de que ainda comprehende tampões de receptor dimensionados para encaixar na uma ou mais aberturas (22) para cobrir as porcas ocultas nos mesmos.

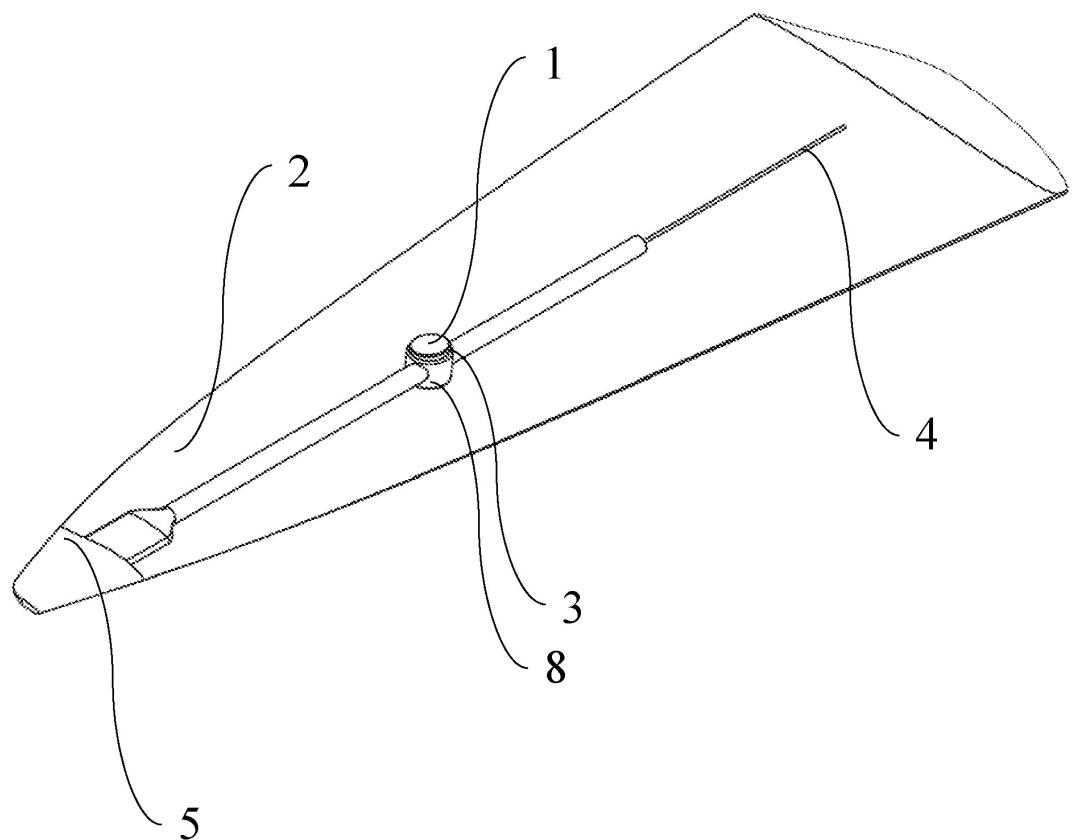
15. Montagem de receptor, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o tampão de receptor consiste em uma pasta resistente ao calor.

16. Montagem de receptor, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o tampão de receptor é feito de um material sólido.

17. Montagem de receptor, de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADA** pelo fato de que as buchas consistem pelo menos parcialmente em alumínio.

18. Sistema de proteção contra raios para uma hélice de turbina eólica (2), **CARACTERIZADO** pelo fato de que comprehende uma ou mais montagens de receptor (1), conforme definida na reivindicação 1.

19. Turbina eólica, **CARACTERIZADA** pelo fato de que comprehende um sistema de proteção contra raios, conforme definido na reivindicação 18.



**Fig. 1**

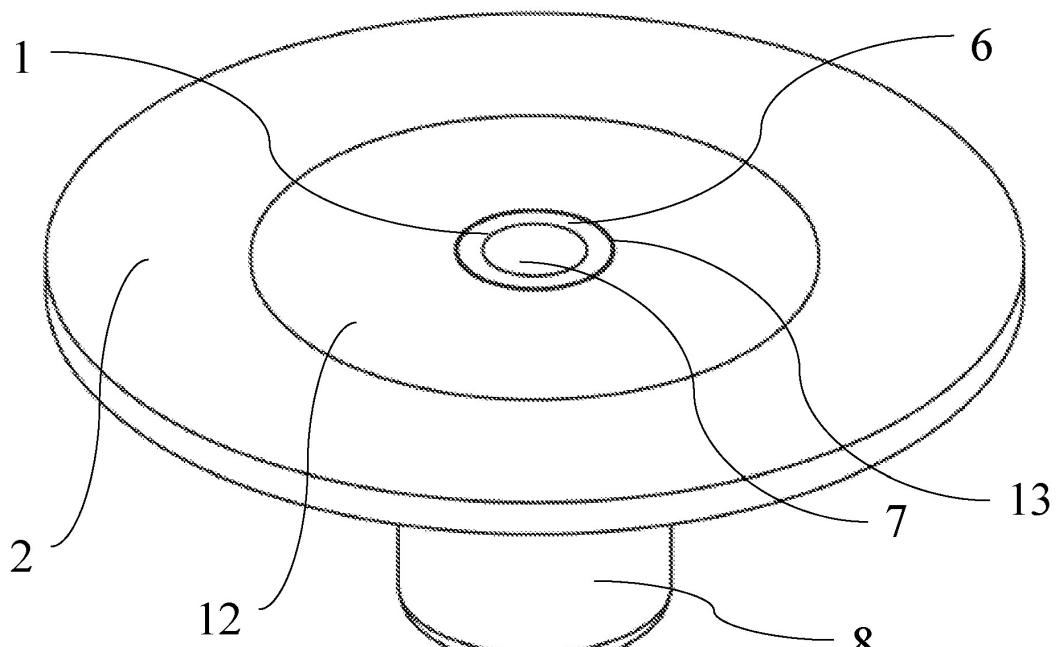


Fig. 2a

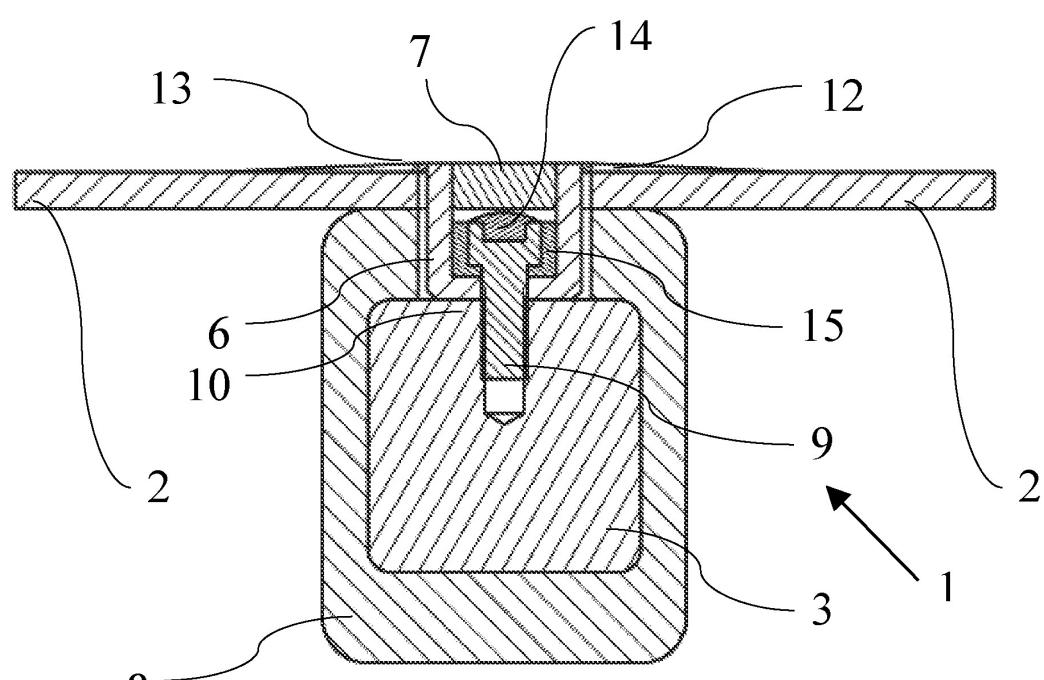
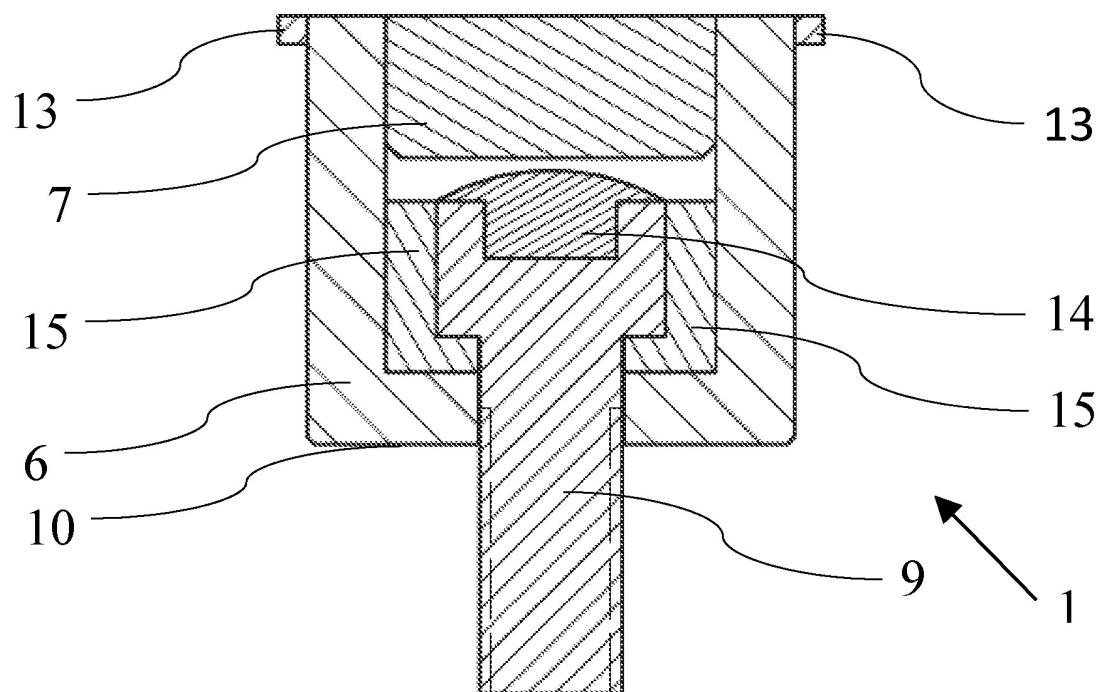
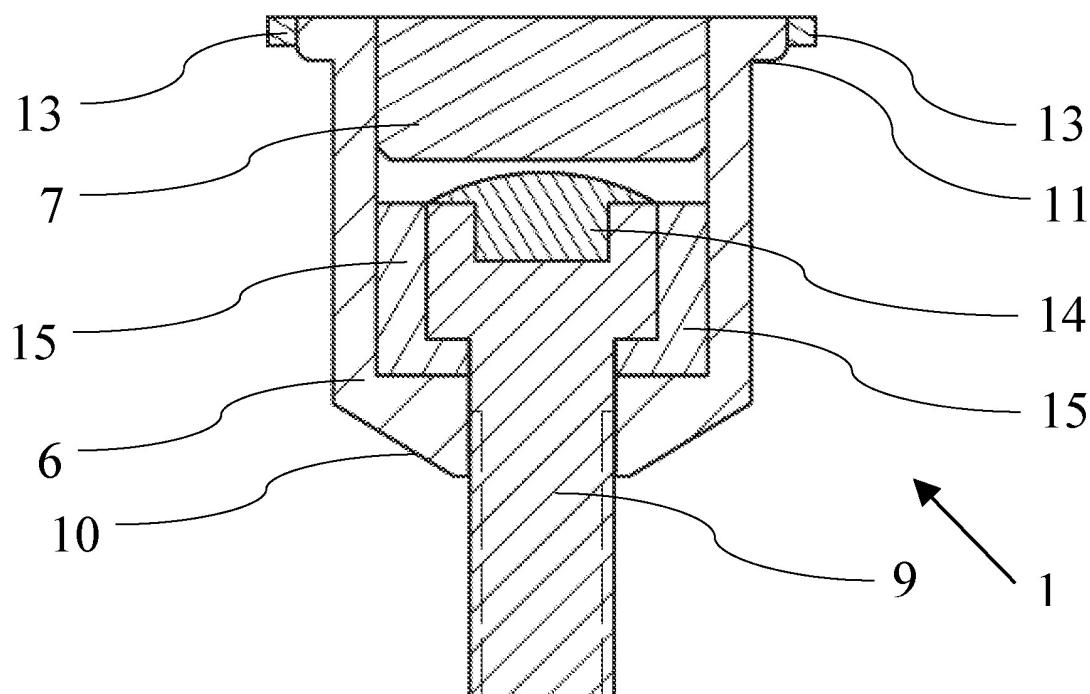


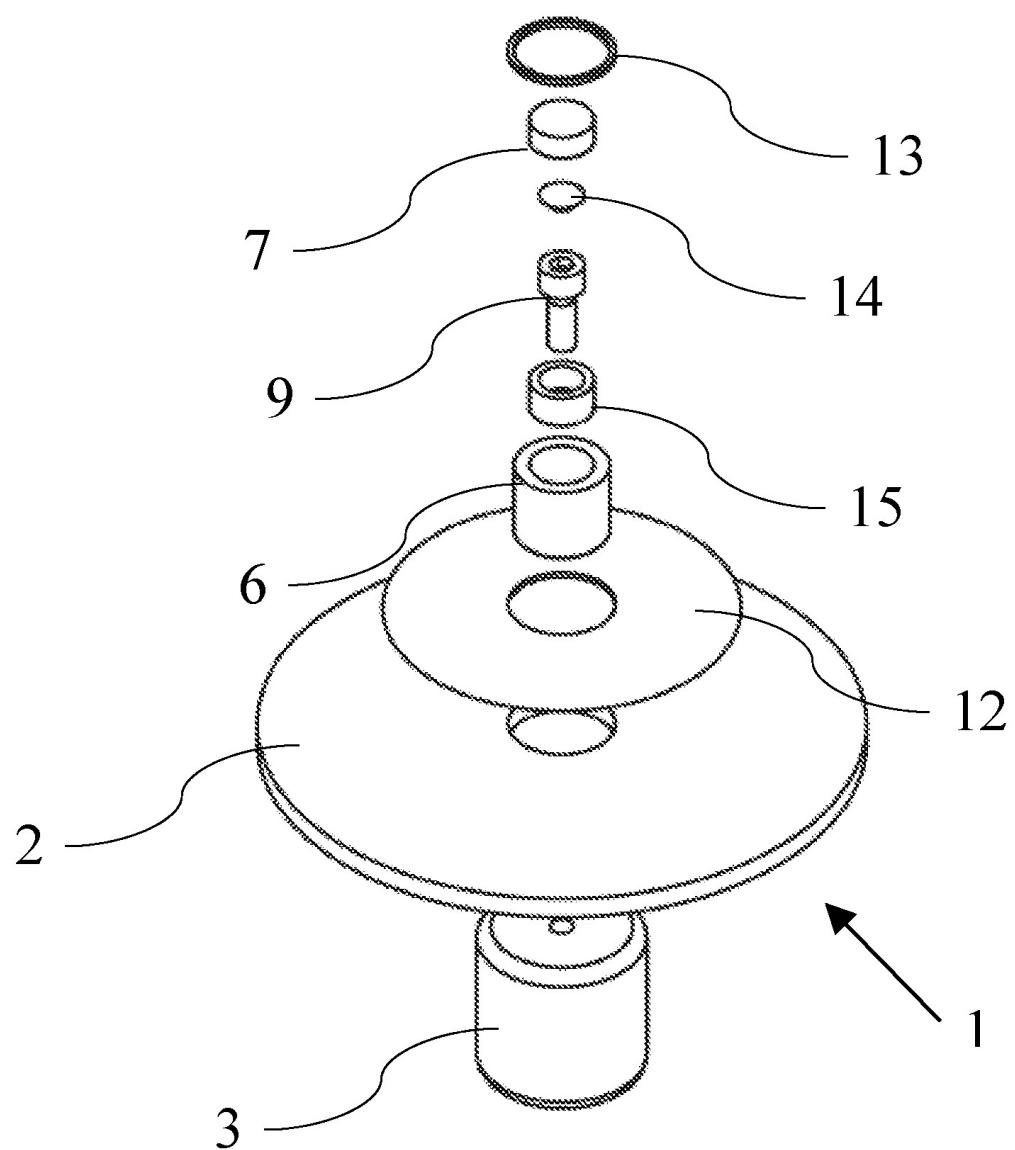
Fig. 2b



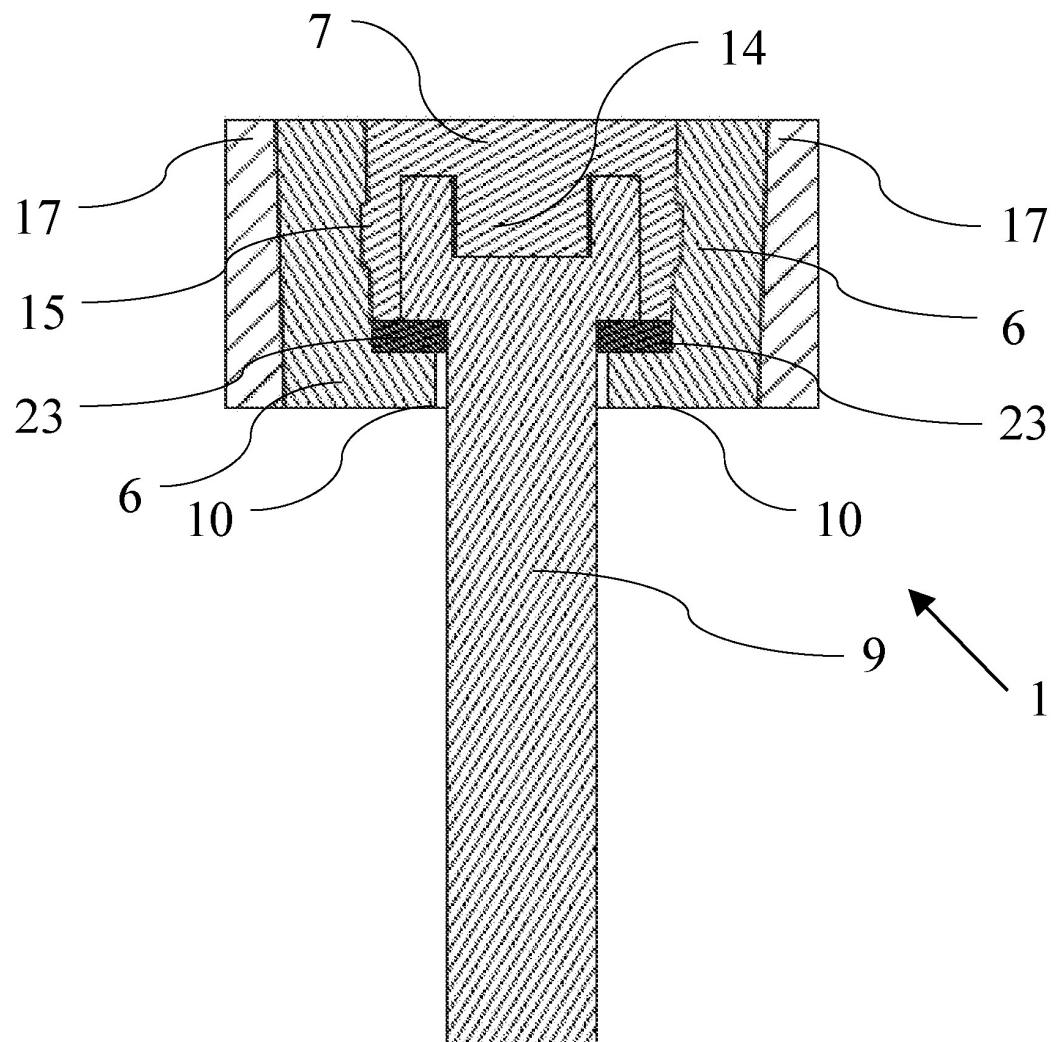
**Fig. 3a**



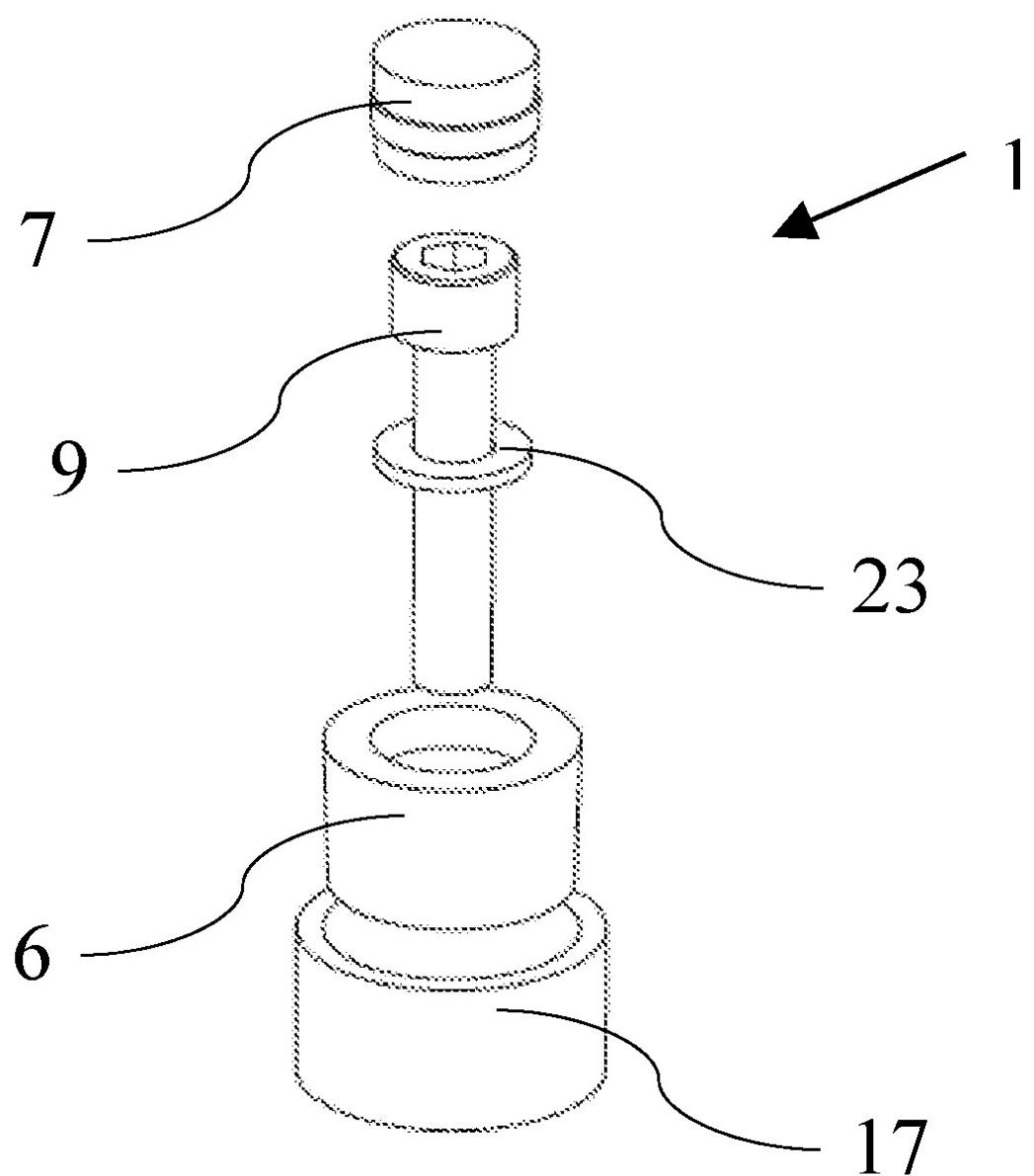
**Fig. 3b**



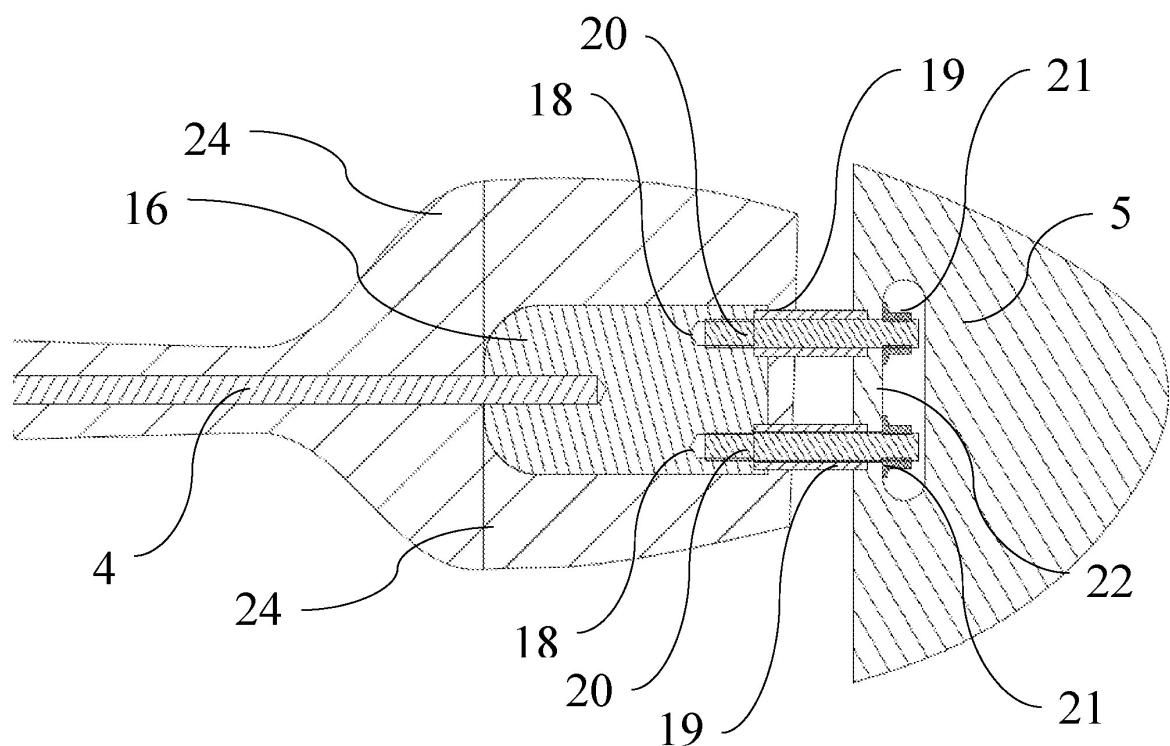
**Fig. 4**



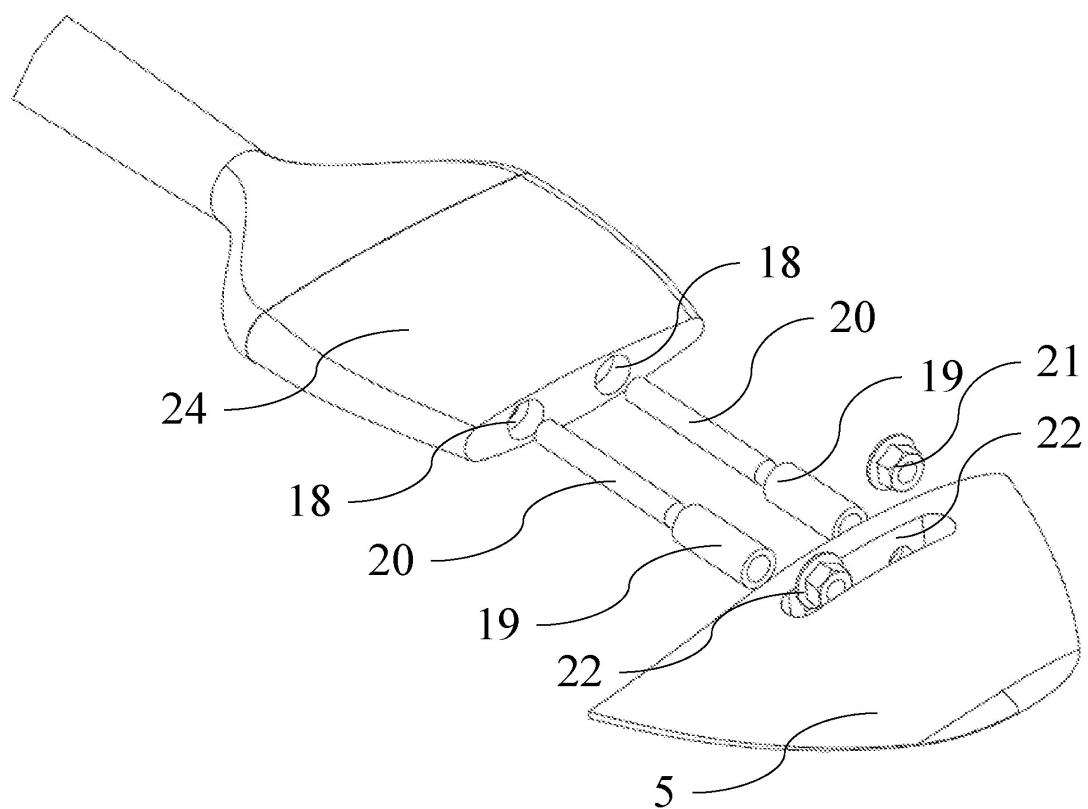
**Fig. 5**



**Fig. 6**



**Fig. 7**



**Fig. 8**