



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

(21) **PI 0713067-8 A2**



(22) Data de Depósito: 03/07/2007
(43) Data da Publicação: 10/04/2012
(RPI 2153)

(51) *Int.Cl.:*
F03D 11/00

(54) **Título:** BANCADA DE TESTE PARA TESTAR EQUIPAMENTOS DE TURBINA EÓLICA, E MÉTODO PARA TESTAR EQUIPAMENTO DE TURBINA EÓLICA

(30) **Prioridade Unionista:** 03/07/2006 DK PA200600912

(73) **Titular(es):** Vestas Wind Systems A/S

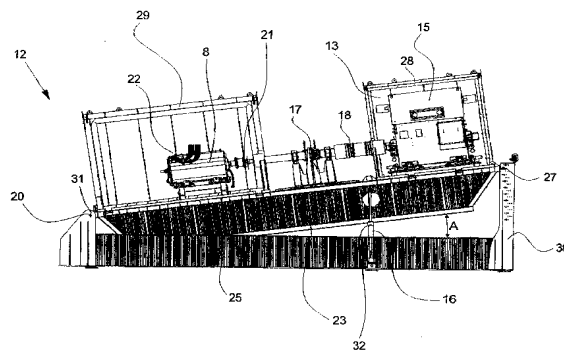
(72) **Inventor(es):** Jan Bisgaard Jensen

(74) **Procurador(es):** Walter de Almeida Martins

(86) **Pedido Internacional:** PCT DK2007000332 de 03/07/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/140788de 13/12/2007

(57) **Resumo:** BANCADA DE TESTE PARA TESTAR EQUIPAMENTOS DE TURBINA EÓLICA, E MÉTODO PARA TESTAR EQUIPAMENTO DE TURBINA EÓLICA. A invenção se refere a uma bancada de teste para testar equipamentos de turbina eólica (22). A bancada de teste (12) compreende um ou mais meios aplicadores de carga (19) aplicando carga direta ou indiretamente aos equipamentos (22) durante o dito teste, e onde a bancada de teste (12) compreende meios ajustadores de ângulo (16) para ajustar um ângulo de teste (A) dos equipamentos (22) em relação a um plano horizontal. A invenção ainda se refere a métodos para testar os equipamentos de turbina eólica (22).



BANCADA DE TESTE PARA TESTAR EQUIPAMENTOS DE TURBINA
EÓLICA, E MÉTODO PARA TESTAR EQUIPAMENTO DE TURBINA EÓLICA

Antecedentes da Invenção

A invenção se refere a uma bancada de teste para
5 testar equipamentos de turbina eólica, e a métodos para
testar equipamentos de turbina eólica.

Descrição da Técnica Relacionada

Uma turbina eólica conhecida na técnica compreende
uma torre cônica de turbina eólica e uma nacela de turbina
10 eólica posicionada no topo da torre. Um rotor de turbina
eólica com um número de pás de turbina eólica é conectado
na nacela através de um eixo de baixa rotação, que se
estende para fora da parte frontal da nacela, como
ilustrado na fig. 1.

15 Grandes e modernas turbinas eólicas se tornam cada
vez maiores com o passar do tempo, e os diferentes
componentes da turbina eólica, como caixa de engrenagens,
gerador, sistema de frenagem etc., também se tornam
maiores. Além disso, o desenvolvimento tecnológico produz
20 componentes e interação entre componentes, que são cada vez
mais especializados e complexos. Isso é obviamente
vantajoso, com respeito à eficiência e rendimento da
turbina eólica, mas visto que essas grandes turbinas
eólicas são caras, e paralisações podem ser muito
25 dispendiosas, é importante assegurar que a vida útil,

durabilidade, qualidade, capacidade etc. dos componentes da turbina eólica sejam bem documentadas.

Uma maneira de fazer isso é coletar informações sobre turbinas eólicas de excitação e fundamentar o programa de manutenção, a escolha dos componentes e assim por diante, numa análise estatística desses dados. Mas esse método é bastante ineficiente, em que, se os dados revelarem que um componente com uma vida útil de 20 anos dura somente sete anos em média, as turbinas eólicas similares produzidas nesses sete anos deverão também conter o componente defeituoso, e os dados podem na maioria das vezes não divulgar se o componente falha por causa da baixa qualidade, se ele foi montado ou usado de forma incorreta, ou se diversos fatores interativos causam a redução da vida útil.

Outra maneira para resolver esse problema é divulgada no Pedido de Patente Européia N° EP 1 564 405 A1. Esse Pedido divulga uma bancada de teste para realizar testes de fadiga e de carga nos elementos estruturais, principalmente da nacela e dos componentes da nacela. Mas os testes da resistência dos elementos estruturais da nacela possuem o principal objetivo de reduzir o uso de material ou otimizar o projeto desses elementos estruturais, reduzindo assim o custo e o peso dos elementos, e assegurando que eles possam suportar as cargas, que eles experimentam durante a operação normal da

turbina eólica. Eles não fornecerão informações úteis sobre a seleção dos componentes, a interação dos componentes e de outros que podem evitar falhas e reduzir o custo dos componentes.

5 Assim, um objetivo da invenção é apresentar uma técnica vantajosa e eficiente para testar equipamento de turbina eólica.

De modo particular, um objetivo da invenção é apresentar uma técnica para testar equipamento de turbina
10 eólica, que ofereça tipos mais realistas de carga.

A invenção

A invenção apresenta uma bancada de teste para testar equipamentos de turbina eólica. A bancada de teste compreende um ou mais meios aplicadores de carga aplicando
15 carga de forma direta ou indireta aos equipamentos durante o dito teste, e onde a bancada de teste compreende meios ajustadores de ângulo para ajustar um ângulo de teste do equipamento em relação a um plano horizontal.

O rotor em uma grande e moderna turbina eólica é,
20 por diferentes razões, inclinado, assim que o plano do rotor não fica perpendicular ao solo. Isso faz com que a transmissão, na maioria das turbinas eólicas, seja posicionada em um ângulo não paralelo ao plano horizontal do solo, porque a transmissão é perpendicular ao plano do
25 rotor. Visto que a transmissão e os componentes da transmissão são componentes muito essenciais de uma turbina

eólica, será vantajoso testar esses componentes em uma bancada de teste e, de modo particular, em uma bancada de teste que possa testar os equipamentos em um ângulo de teste diferente de 0 grau em relação a um plano horizontal.

5 Em um aspecto da invenção, dito ângulo de teste é ajustável de forma estacionária ou dinâmica durante o dito teste.

 Com isso, é alcançada uma modalidade vantajosa da invenção.

10 Em um aspecto da invenção, ditos meios ajustadores de ângulo compreendem meios para ajustar o dito ângulo de teste, para corresponder substancialmente a um ângulo de operação normal do dito equipamento, p. ex., o ângulo de uma transmissão numa nacela em relação a uma torre.

15 Isso é vantajoso, em que, com isso, é possível fornecer uma bancada de teste capaz de realizar um teste mais eficiente e/ou realista.

 Em um aspecto da invenção, meios acionadores da dita bancada de teste giram um eixo de entrada do dito
20 equipamento durante o teste.

 Através da rotação do eixo de entrada do equipamento durante o teste e aplicação simultânea de carga ao equipamento, é possível simular as cargas atuando sobre o equipamento durante a operação normal de uma turbina
25 eólica, bem como em situações extremas, tornando assim possível comparar diferentes equipamentos sob as mesmas

condições normais de carga, bem como realizando testes de vida útil acelerada. Isso é vantajoso, em que é assim possível realizar um teste mais eficiente do equipamento, o que permite que os tipos e tamanhos de carga sejam
5 ajustados de forma dinâmica, p. ex., para ser substancialmente realista, se necessário, ou para aplicar sobrecarga, se necessário.

Deve ser enfatizado que, com o termo "eixo", deve ser entendido qualquer espécie de barra, haste, tubo, duto,
10 anel, acoplamento, luva, mufla ou outro capaz de transferir rotação. O eixo não é de forma nenhuma limitado a ser sólido, podendo ser também, p. ex., uma luva ou anel oco moldado ou fixado no portador planetário ou engrenagem anular da caixa de engrenagens da turbina eólica.

15 Em um aspecto da invenção, ditos meios acionadores são um motor elétrico.

A velocidade de rotação e, de modo particular, o torque de um motor elétrico são facilmente controlados de forma muito precisa, o que é vantajoso, em que assim é
20 possível realizar um teste mais eficiente, exato e/ou realista dos equipamentos da turbina eólica.

Em um aspecto da invenção, ditos equipamentos são componentes de transmissão da turbina eólica, tais como mancal principal, caixa de engrenagens e gerador, e onde o
25 dito gerador é conectado a uma grade de instalações ou meio simulador da grade de instalações.

Os componentes da transmissão da turbina eólica, todos eles, compreendem partes rotativas colocadas na nacela em um ângulo de operação normal, que é diferente de zero grau em relação a um plano horizontal. O fato de que os componentes de transmissão são, na maioria das vezes, colocados na nacela torna muito difícil e dispendioso reparar e substituí-los. Assim, é vantajoso que particularmente os componentes de transmissão sejam testados em uma bancada de teste compreendendo meios ajustadores de ângulo para ajustar um ângulo de teste do equipamento, e meios aplicadores de carga para aplicar carga aos componentes.

Em um aspecto da invenção, dita grade de instalações ou meio simulador da grade de instalações são um meio aplicador de carga indireta da dita bancada de teste.

É vantajoso, que por aplicação indireta de carga aos equipamentos, através da conexão do gerador a uma grade de instalações ou meio simulador da grade de instalações, seja possível simular com mais precisão as situações de carga de uma turbina eólica real, ou realizar testes acelerados de vida útil, p. ex., estabelecendo uma situação de sobrecarga permanente, ou variando as situações de carga.

Em um aspecto da invenção, dito meio simulador da grade de instalações compreende meios para ajustar de forma

dinâmica a voltagem de grade e a frequência de grade.

Por permitir o ajuste dinâmico da voltagem de grade e da frequência de grade durante o teste, é possível simular as condições da operação normal dos equipamentos, bem como as situações extremas ou de falhas da grade, facilitando assim um teste mais eficiente e/ou realista.

Em um aspecto da invenção, dito meio simulador da grade de instalações compreende um conversor.

A incorporação de um conversor ao meio simulador da grade de instalações é vantajosa, em que um conversor fornece meios para ajustar dinamicamente os diferentes parâmetros da grade, permitindo assim um teste mais eficiente.

Em um aspecto da invenção, pelo menos um dos ditos um ou mais meios aplicadores de carga compreende meios para aplicar carga axial e/ou radial a um eixo de entrada dos ditos equipamentos.

O eixo de entrada de qualquer equipamento de turbina eólica será sempre, pelo menos até certo ponto, influenciado por forças axialmente e/ou radialmente direcionadas durante a operação normal do equipamento em uma turbina eólica real. Assim, é vantajoso aplicar essas cargas durante o teste para produzir um teste mais eficiente e/ou realista.

Em um aspecto da invenção, dito equipamento é um gerador de turbina eólica.

A função do gerador de uma turbina eólica é essencial para a eficiência da turbina eólica, e visto que o gerador é muito complexo e dispendioso, e visto que na maioria das vezes ele está situado de modo inclinado na nacela da turbina eólica, onde o reparo e a troca são muito difíceis, é vantajoso fornecer uma bancada de teste, que seja capaz de ajustar um ângulo de teste do gerador e, ao mesmo tempo, capaz de aplicar carga ao gerador durante um teste.

10 Em um aspecto da invenção, dita bancada de teste é estacionária.

Uma bancada de teste de turbina eólica para testar equipamentos, tais como geradores de turbina eólica, pode facilmente pesar até 50 toneladas métricas, sendo, portanto, vantajoso tornar a bancada de teste estacionária.

Em um aspecto da invenção, dita bancada de teste compreende meios controladores climáticos para controlar substancialmente um ou mais parâmetros climáticos, tais como temperatura, umidade e pressão do ar das redondezas de pelo menos parte dos ditos equipamentos.

Os parâmetros climáticos são fatores de tensão muito importantes de uma turbina eólica operacional e temperaturas particularmente altas ou baixas ou variações constantes na temperatura podem ser potencialmente muito prejudiciais ao equipamento de turbina eólica. Pela dotação da bancada de teste com meios controladores climáticos, é

possível controlar substancialmente uma ou mais dos parâmetros climáticos, permitindo assim um teste mais eficiente e/ou realista do equipamento. Dentre outras coisas, isso irá permitir o HALT (Teste Muito Acelerado da Vida Útil) do equipamento, que é uma maneira muito conhecida e eficiente de testar e/ou estimar a vida útil e/ou os limites de carga do equipamento em um período relativamente curto de tempo, comparado com a vida útil desejada do equipamento.

10 Em um aspecto da invenção, ditos meios controladores climáticos são pelo menos uma caixa climatizada envolvendo o dito equipamento ou pelo menos parte do dito equipamento.

15 O encerramento substancial do equipamento, ou de pelo menos parte do equipamento, por meio de uma caixa climatizada proporciona uma maneira relativamente simples e econômica de estabelecer um ambiente controlado em volta do equipamento. Além disso, uma caixa climatizada envolvendo substancialmente o equipamento terá também o efeito colateral de ser absorvedora de som, reduzindo assim o ruído emitido pela bancada de teste.

20 Em um aspecto da invenção, dita bancada de teste compreende um sistema monitorador monitorando o dito equipamento e/ou a dita bancada de teste durante o dito teste.

25 O equipamento é testado, dentre outros motivos,

para extrair importantes informações do equipamento, tal como a vida útil, durabilidade, eficiência e capacidade e qualidades gerais dos equipamentos. Assim, é vantajoso dotar a bancada de teste de um sistema de monitoração para
5 coletar essas e outras informações a serem usadas para analisar os equipamentos testados.

Em um aspecto da invenção, ditos meios ajustadores de ângulo compreendem um ou mais atuadores lineares para posicionar a dita bancada de teste, ou parte da dita
10 bancada de teste, compreendendo o dito equipamento no dito ângulo de teste.

O uso de atuadores lineares para posicionar o equipamento em um ângulo de teste é vantajoso, em que atuadores lineares são uma maneira simples e econômica de
15 inclinar a parte da bancada de teste, sobre a qual o equipamento é colocado.

Em um aspecto da invenção, dito um ou mais atuadores lineares são cilindros hidráulicos.

Um cilindro hidráulico é capaz de suspender uma
20 carga relativamente grande em comparação com seu tamanho, o que é vantajoso, em que ele permite um projeto mais vantajoso de uma bancada de teste.

Em um aspecto da invenção, ditos meios aplicadores de carga compreendem meios para aplicar uma carga axial a
25 um eixo de entrada do dito equipamento.

Além do torque, o gerador irá apenas experimentar

normalmente forças axiais no eixo de entrada (se os componentes de transmissão forem alinhados corretamente durante a montagem) durante a operação normal da turbina eólica, sendo assim vantajoso permitir que a bancada de teste possa aplicar uma carga axial sobre o eixo de entrada do equipamento testado.

Em um aspecto da invenção, dito meio para aplicar uma carga axial compreende meios para ajustar dinamicamente a dita carga axial.

O tamanho de uma carga axial sobre o equipamento em uma turbina eólica operacional pode variar com a velocidade do vento, produção de energia ou outros mais. Para permitir um teste realista ou acelerado pode ser vantajoso permitir que a carga axial possa ser variada e/ou ajustada ao longo do tempo.

A invenção ainda apresenta um método para testar equipamentos de turbina eólica. O método compreende as etapas de

- posicionar os equipamentos em uma bancada de teste;
- estabelecer os equipamentos em um ângulo de teste por meio dos meios ajustadores de ângulo da bancada de teste; e
- aplicar carga direta ou indiretamente aos equipamentos por meio dos meios aplicadores de carga da bancada de teste.

Através do posicionamento do equipamento em um ângulo de teste, enquanto que aplicando tensão ao equipamento e ao mesmo tempo aplicando carga ao equipamento é vantajoso, pelo fato de ser assim possível realizar um teste mais eficiente e/ou realista.

Deve ser enfatizado que a expressão "posicionamento do dito equipamento em uma bancada de teste" não deve ser entendida apenas como a bancada de teste envolvendo o equipamento durante o teste. "Em" é somente uma preposição dentre muitas que podem ser usadas neste contexto, tais como "no(a)" ou "sobre".

Além disso, a invenção apresenta outro método para testar equipamento de turbina eólica. O método compreende as etapas de

- estabelecer uma bancada de teste em um ângulo de teste por meio dos meios ajustadores de ângulo da bancada de teste;

- posicionar os equipamentos na bancada de teste, e
- aplicar direta e/ou indiretamente carga aos equipamentos por meio dos meios aplicadores de carga da bancada de teste.

Se, p. ex., muitos geradores tiverem que ser testados ao mesmo tempo no mesmo ângulo de teste, pode ser vantajoso estabelecer a bancada de teste no ângulo de teste desejado e, então, testar subseqüentemente os equipamentos, sem alterar o ângulo de teste entre trocas dos equipamentos

de teste, p. ex., para poupar tempo.

Em um aspecto da invenção, dito ângulo de teste é ajustável de forma estacionária ou dinâmica durante o dito teste.

5 Em um aspecto da invenção, dito ângulo de teste é estabelecido para corresponder substancialmente a um ângulo de operação normal do dito equipamento, p. ex., o ângulo de uma transmissão em uma nacela em relação a uma torre.

Em um aspecto da invenção, um eixo de entrada do
10 dito equipamento é girado por meios acionadores da dita bancada de teste durante o teste.

Em um aspecto da invenção, carga é aplicada ao dito equipamento, pela conexão de um gerador do dito equipamento a uma grade de instalações ou meio simulador da grade de
15 instalações.

Em um aspecto da invenção, dito meio simulador da grade de instalações compreende meios para ajustar de maneira dinâmica a voltagem de grade e a frequência de grade.

20 Em um aspecto da invenção, carga axial e/ou radial é aplicada a um eixo de entrada do dito equipamento durante o teste.

Em um aspecto da invenção, um ou mais parâmetros climáticos, tais como a temperatura, umidade e pressão do
25 ar das redondezas de pelo menos uma parte do dito equipamento são controlados durante o teste.

Em um aspecto da invenção, dito equipamento e/ou dita bancada de teste são monitorados por um sistema de monitoração durante o teste.

Figuras

5 A invenção será descrita a seguir com referência às figuras, onde

a fig. 1 ilustra uma grande e moderna turbina eólica conhecida na técnica, conforme vista pela frente;

10 a fig. 2 ilustra uma seção transversal de uma modalidade da nacela simplificada conhecida na técnica, conforme vista pelo lado;

a fig. 3 ilustra uma modalidade de uma bancada de teste testando um gerador de turbina eólica, conforme vista pelo lado;

15 a fig. 4 ilustra uma bancada de teste durante a montagem do gerador de turbina eólica, conforme vista em perspectiva;

20 a fig. 5 ilustra uma bancada de teste durante o teste do equipamento de turbina eólica, conforme vista em perspectiva; e

a fig. 6 ilustra uma disposição de uma modalidade de uma bancada de teste, conforme vista em perspectiva.

Descrição Detalhada

25 A fig. 1 ilustra uma moderna turbina eólica 1, compreendendo uma torre 2 colocada sobre uma fundação e uma

nacela de turbina eólica 3 posicionada no topo da torre 2. O rotor de turbina eólica 4, compreendendo três pás de turbina eólica 5, é conectado na nacela 3 através do eixo de baixa velocidade, que se estende para fora da parte frontal da nacela 3.

A fig. 2 ilustra uma seção transversal simplificada de uma nacela 3, conforme vista pelo lado.

Nacelas 3 existem em uma pluralidade de variações e configurações, mas na maioria dos casos a transmissão 14 na nacela 3 quase que sempre compreende um ou mais dos seguintes componentes: uma caixa de engrenagens 6, um acoplamento (não mostrado), uma espécie de sistema de frenagem 7 e um gerador 8. Uma nacela 3 de uma moderna turbina eólica 1 pode ainda incluir um conversor 9, um inversor (não mostrado) e equipamentos periféricos adicionais, tais como outros equipamentos manipuladores de energia, gabinetes de controle, sistemas hidráulicos, sistemas de resfriamento e outros.

O peso de toda nacela 3 incluindo os componentes de nacela 6, 7, 8, 9 é sustentado por uma estrutura sustentadora de carga 10. Os componentes 6, 7, 8, 9 são normalmente colocados sobre e/ou conectados a essa estrutura sustentadora de carga comum 10. Nessa modalidade simplificada, a estrutura sustentadora de carga 10 se estende somente ao longo da parte inferior da nacela 3, p. ex., na forma de uma armação de leito, na qual alguns ou

todos os componentes 6, 7, 8, 9 são conectados. Em outra modalidade, a estrutura sustentadora de carga 10 pode compreender uma engrenagem sino transferindo a carga do rotor 4 para a torre 2, ou a estrutura sustentadora de carga 10 pode compreender diversas partes entrelaçadas, tais como treliças.

Nessa modalidade da invenção, a transmissão 14 é estabelecida em um ângulo de operação normal NA de 8° em relação a um plano perpendicular à torre 2, um eixo central através da torre 2 e um plano horizontal. A transmissão 14 é, dentre outros motivos, inclinada para permitir que o rotor 4 possa ser inclinado de modo correspondente, p. ex., para garantir que as pás 5 não colidam contra a torre 2, para compensar as diferenças na velocidade eólica no topo e fundo do rotor 4 e outros.

A fig. 3 ilustra uma modalidade de uma bancada de teste 12 testando um gerador de turbina eólica 8, conforme vista pelo lado.

Nessa modalidade, a bancada de teste 12 é configurada para testar um gerador de turbina eólica 8. Visto que um gerador 6 é constituído para produzir energia de forma ideal substancialmente na mesma velocidade de rotação que a velocidade de rotação nominal da maioria dos motores elétricos 15, os meios acionadores 13 dessa bancada de teste 12 não compreendem uma caixa de engrenagem, fazendo com que o eixo de saída do motor 15 da bancada de

teste seja mais ou menos diretamente acoplado ao eixo de entrada 21 do gerador 8 através de um acoplamento 18, um adaptador de eixo 24 e um sistema de frenagem 17 da bancada de teste 12. Em outra modalidade, os meios acionadores 13
5 podem ainda compreender uma caixa de engrenagem.

Visto que o gerador 8 é testado sem a estrutura sustentadora de carga 10, que pode definir sua orientação em uma nacela 3, a bancada de teste 12, nessa modalidade, é dotada de meios ajustadores de ângulo 16 da forma de dois
10 atuadores lineares 32 e duas articulações rotativas 20, permitindo que o gerador 8 possa ser testado em um ângulo de teste A.

O ângulo de teste A, durante o teste, irá corresponder ao ângulo de operação normal NA, em relação a
15 um plano horizontal, quando o gerador 8 for montado em uma turbina eólica operacional 1.

Nessa modalidade, o gerador 8 é conectado ao meio simulador da grade aplicando uma carga indireta ao eixo de entrada 21 do gerador 8, em que, quando conectado a esses
20 meios simuladores de grade, é possível simular diferentes situações, onde o gerador produz energia, fazendo com que a parte de rotor do gerador 8 resista à rotação e, assim, aplique carga ao eixo de entrada 21.

Nessa modalidade da invenção, a bancada de teste 12
25 compreende meios redutores de ruído 28 na forma de um caixa absorvedora de som 28 envolvendo substancialmente uma parte

dos meios acionadores 13 da bancada de teste 12, a saber, o motor elétrico 15 fornecendo uma rotação do eixo de entrada 21 do gerador, permitindo assim que o ruído produzido, de modo particular, pelo motor elétrico 15 seja absorvido pela
5 caixa 28, reduzindo assim a emissão de ruído a partir da bancada de teste 12.

Nessa modalidade da invenção, a bancada de teste 12 ainda compreende meios controladores climáticos 29 na forma de uma caixa climatizada 29 envolvendo substancialmente o
10 gerador 8 da turbina eólica sendo testado na bancada 12.

A fig. 4 ilustra uma bancada de teste 12 durante a montagem de um gerador 8 de turbina eólica, conforme visto em perspectiva.

Nessa modalidade, a bancada de teste 12 está em uma
15 posição substancialmente horizontal, quando o gerador 8 da turbina eólica é suspenso sobre e conectado de modo rígido na bancada 12. Antes do teste ser iniciado, os meios ajustadores de ângulo 16 da bancada de teste 12 irão inclinar o equipamento 22 para um ângulo de teste A, e
20 quando o teste terminar, a bancada 12 é abaixada novamente para uma posição substancialmente horizontal, enquanto que o equipamento testado é removido. Um número de pinos de suporte manualmente móveis 27 pode ser aplicado na cumeeira 30 da bancada de teste 12, que irá fixar firmemente a
25 bancada de teste 12 em uma posição desejada.

Em outra modalidade da invenção, a bancada de teste

12 será estabelecida em um ângulo de teste A desejado, antes do equipamento 22 ser colocado sobre a bancada de teste 12. Muito embora isso possa complicar o procedimento de montagem e desmontagem do equipamento 22, pode ser
5 vantajoso, se p. ex., um alto número de geradores sucessivos 8 tiver que ser testado no mesmo ângulo de teste A. A não necessidade de inclinar a bancada de teste 12 para frente e para trás entre a horizontal e a ângulo de teste A, para cada novo gerador 8, pode poupar tempo.

10 Nessa modalidade, o equipamento testado 22 é conectado de maneira rígida a um aparte de topo 23 da bancada de teste 12, e os meios ajustadores de ângulo 16 inclinam toda a parte de topo 23 da bancada de teste 12, incluindo o equipamento 22 e os meios acionadores 13, em
15 relação a uma parte inferior estacionária 15, que é rigidamente conectada ao solo. Em outra modalidade, os meios ajustadores de ângulo 16 podem ainda compreender meios para inclinação separada da parte de topo 23, na qual o equipamento testado 22 está fixado, fazendo com que os
20 meios acionadores 13, ou a maior parte dos meios acionadores 13, mantenham uma posição estacionária em um ângulo fixo com relação à parte de topo 23 em todas as ocasiões.

 Em outra modalidade, a parte de topo irá
25 compreender apenas substancialmente a parte, sobre a qual o equipamento testado é fixado, fazendo com que o restante da

bancada de teste 12, incluindo os meios acionadores 13, ou a maior parte dos meios acionadores 13, mantenham uma posição estacionária em um ângulo fixo com relação a um plano horizontal em todas as ocasiões. Esta configuração
5 irá demandar, que a rotação dos meios acionadores 13 possa ser transferida para o eixo de entrada do equipamento, de maneira substancial, a despeito das diferenças de ângulo, que p. ex., podem ser permitidas por derivação dos meios acionadores 13 para um dos lados e, a seguir, conexão dos
10 meios acionadores 13 ao eixo de entrada 21 do equipamento 22, por meio de um acionamento por correia, um acionamento por corrente, ou semelhante (não mostrado), permitindo assim um movimento vertical substancialmente livre do equipamento, enquanto que os meios acionadores permanecem
15 em uma posição fixa.

A transferência de rotação dos meios acionadores 13 ao equipamento 22, que permite um movimento relativo entre o equipamento 22 e os meios acionadores 13, pode ser também possibilitada por um número de juntas universais ou cardan
20 (não mostrado).

Ambas as configurações acima citadas deverão permitir, entre outras coisas, que os meios aplicadores de carga 19 possam compreender meios indutores de vibração (não mostrados), que podem induzir vibrações no equipamento
25 testado, substancialmente sem vibração dos meios acionadores 13.

É óbvio que isso irá demandar um acoplamento muito flexível 18 entre os meios acionadores 13 e o equipamento 22, para assegurar que as vibrações não sejam transferidas para os meios acionadores 13, o que pode danificar os meios acionadores 13, ou pelo menos reduzir sua vida útil.

Nessa modalidade da invenção, a bancada de teste 12 não compreende outros meios aplicadores de carga 19, além da grade de instalações, ou o meio simulador da grade de instalações da bancada de teste 12, fornecendo carga indireta ao equipamento, mas, em outra modalidade, a bancada 12 pode ser dotada de meios aplicadores de carga 19, aplicando uma carga axial ajustável de modo dinâmico 26 ao eixo de entrada 21 do equipamento 22, conforme indicado pelas setas na figura. Isso pode ser feito para simular uma carga axial induzida sobre o equipamento em tempo real.

Em outra modalidade, a bancada 12 pode ser também dotada de outros meios aplicadores de carga 19, tais como meios aplicando carga substancialmente radial ao eixo de entrada 21 do equipamento 22.

Em outra modalidade da invenção, os flanges de conexão da bancada de teste 12, nos quais o equipamento 22 é fixado durante o teste, podem ainda compreender meios para fornecer carga ao equipamento 22, p. ex., uma espécie de meios aplicadores de carga 19 aplicando uma carga simulando um mecanismo de desvio (não mostrado) de uma turbina eólica 1, ou a bancada de teste 12 pode aplicar

carga a outra parte do equipamento 22 testado, tal como uma estrutura sustentadora de carga 10 de uma nacela 3, ou um eixo de saída do equipamento 22 testado, ou de qualquer outra maneira para aplicar carga ao equipamento 22 testado, p. ex., para elevar a eficiência e/ou realismo do teste.

A fig. 5 ilustra uma bancada de teste 12 durante o teste do equipamento de turbina eólica 22, como visto em perspectiva.

Nessa modalidade da invenção, a parte de topo 23 da bancada de teste 12 é inclinada em um ângulo de teste A de cerca de 8 graus em relação à parte inferior estacionária 25. A articulação rotativa 20 entre a parte de topo 23 e a parte inferior 25 é, nessa modalidade, formada por parte de placa da parte de topo 23 e da parte de fundo 25 unidas entre si e conectadas a um pino rotativo comum 31, mas, em outra modalidade, a articulação rotativa 20 pode ser ligada por meios de mancais (de esferas, agulha, roletes, mancais deslizantes ou qualquer combinações dessas), ou por meio da colocação da parte de topo 23 em um berço da parte inferior 25, ou qualquer outra maneira para permitir movimento rotativo substancialmente livre entre as partes 23, 25.

Os meios ajustadores de ângulo 16 ainda compreendem dois atuadores lineares 32, nesse caso na forma de dois cilindros hidráulicos, mas, em outra modalidade, os atuadores lineares 32 podem ser cilindros pneumáticos, fusos acionados a motor ou outros, ou os meios ajustadores

de ângulo 16 podem compreender uma talha, um guincho, um motor de engrenagens atuando direta ou indiretamente (p. ex., através de uma corrente) sob um eixo rotativo da bancada 12, ou o ajuste pode ser feito simplesmente pelo uso de um guindaste.

Nessa modalidade, a parte de topo 23 é mantida estacionária durante o teste, mas, em outra modalidade, os meios ajustadores de ângulo 16 ou outros, podem induzir oscilações ou vibrações para o equipamento 22 testado durante o teste, p. ex., para simular oscilações da torre 2, vibrações por partes das pás 5, a partir de outro equipamento de turbina eólica ou outros mais, para estabelecer um cenário realista de carga.

Nessa modalidade da invenção, a bancada 12 testa um gerador 8, que é conectado ao meio simulador da grade, permitindo que o gerador 8, durante o teste, possa atuar indiretamente como um meio aplicador de carga da bancada de teste 12, onde é possível simular diferentes situações de grade, tais como situações de sobrecarga extrema, situações de falha, curtos-circuitos e outros. As diferentes situações da grade irão assim, através do gerador 8, aplicar indiretamente diferentes situações de carga sobre o equipamento 22 testado.

Em outra modalidade, o gerador 8 pode ser simplesmente conectado na grade de instalações, da mesma maneira que em uma turbina eólica operacional 1.

Nessa modalidade da invenção, uma parte principal dos meios acionadores 13 é envolta por uma caixa absorvedora de som 28, para reduzir o ruído emitido pela bancada de teste 12. Em outra modalidade, toda a bancada de teste 12 pode ser envolta por uma caixa absorvedora de som 28, ou as partes individuais produtoras de ruído da bancada de teste 12 podem ser individualmente equipadas com meios redutores de ruído 28. Nessa modalidade, os meios redutores de ruído 28 são passivos, mas, em outra modalidade, os meios 28 podem ser ativos, p. ex., pela provisão de ruído em anti-fase ou outros.

Nessa modalidade, o equipamento testado 22 é substancialmente envolto por uma caixa climatizada 29, que permite que a temperatura dentro da caixa 29 possa ser ajustada e controlada livremente entre -45° e $+55^{\circ}$ Celsius, quando o equipamento 22 estiver inativo e não operando, e entre -40° e $+90^{\circ}$ Celsius durante a operação do equipamento 22. Essas faixas de temperatura são suficientes, na presente modalidade da invenção, para proporcionar um ambiente eficiente e/ou realista para o equipamento testado 22, mas, em outra modalidade, a bancada 12 pode compreender meios para controlar a temperatura ambiente do equipamento 22 dentro de diferentes faixas, e os meios controladores climáticos 29 podem ainda compreender meios para controlar outros parâmetros climáticos, tais como umidade e/ou a pressão do ar.

A fig. 6 ilustra uma disposição de uma modalidade de uma bancada de teste 12, conforme vista em perspectiva.

Nessa modalidade da invenção, a estrutura sustentadora da parte de topo 23 e da parte inferior 25 da bancada de teste 12 é feita de uma treliça essencialmente soldada de tubos ou vigas de aço, onde, entre um número de elementos de reforço na forma de trapézio, placas perfiladas são soldadas. Placas perfiladas em trapézio são placas formadas como uma parte reta seguida por duas dobras p. ex. de 45° em direções opostas e, a seguir, outra parte reta deslocada da primeira, a seguir duas a 45° novamente e assim por diante. Pela provisão das áreas abertas da treliça com essas placas perfiladas, a estrutura sustentadora da bancada de teste 12 se torna muito forte e rígida.

Em outra modalidade da invenção, a estrutura sustentadora da bancada de teste 12 pode ser feita de uma pluralidade de maneiras distintas, tal como uma estrutura basicamente conectada por meios de fixação, como pinos, parafusos ou rebites, podendo ela ser parcial ou inteiramente moldada em ferro fundido ou concreto, e ela pode ter qualquer combinação das técnicas acima citadas, ou qualquer outra técnica, que assegure que a bancada de teste 12 seja rígida o suficiente para transferir as cargas desejadas nas quantidades desejadas, nos locais desejados de modo satisfatório para garantir que os resultados de

teste sejam os mais confiáveis possíveis.

Nessa modalidade da invenção, a estrutura sustentadora da bancada de teste 12 ainda compreende um número de meios amortecedores de vibração na forma de
5 placas de borracha, estrategicamente colocados entre os tubos de aço da estrutura sustentadora da bancada de teste 12, e pela provisão de pontos de conexão ou pontos de suporte com o solo, com meios amortecedores de vibração impedindo substancialmente que qualquer vibração da bancada
10 de teste 12 seja transmitida para o solo.

Em outra modalidade da invenção, a bancada de teste 12 pode compreender outros tipos de meios amortecedores de vibração, tais como meios amortecedores ativos, pela provisão da bancada de teste 12 com reservatórios líquidos
15 amortecedores de vibração, pela provisão da bancada 12 com absorvedores de choques estrategicamente colocados, ou outros.

Nessa modalidade, toda a bancada de teste é envolta por um andaime 11, permitindo acesso à bancada 12 por todos
20 os lados.

A invenção foi acima explicada com referência a exemplos específicos das bancadas de teste 12, equipamentos de turbina eólica 22, meios aplicadores de carga 19, meios ajustadores de ângulo 16 e outros. Porém, deve ficar claro
25 que a invenção não é limitada aos exemplos específicos acima descritos, mas pode ser projetada e alterada de

várias maneiras dentro do escopo da invenção, conforme especificado nas reivindicações.

Lista de Referências

1. Turbina eólica
2. Torre
3. Nacela
- 5 4. Rotor
5. Pá
6. Caixa de engrenagens
7. Sistema de frenagem
8. Gerador
- 10 9. Conversor
10. Estrutura suportadora de carga
11. Andaime
12. Bancada de teste
13. Meios acionadores
- 15 14. Transmissão
15. Motor elétrico
16. Meios ajustadores de ângulo
17. Sistema de frenagem da bancada de teste
18. Acoplamento da bancada de teste
- 20 19. Meios aplicadores de carga
20. Articulação rotativa
21. Eixo de entrada
22. Equipamento de turbina eólica
23. Flange de conexão da torre
- 25 24. Adaptador de eixo
25. Parte inferior da bancada de teste

- 26. Carga axial
- 27. Pino de suporte
- 28. Meios redutores de ruído
- 29. Meios controladores climáticos
- 5 30. Cumeeira
- 31. Pino rotativo
- 32. Atuador linear
- A. Ângulo de testes dos equipamentos
- NA. Ângulo de operação normal dos equipamentos

- REIVINDICAÇÕES -

1. BANCADA DE TESTE PARA TESTAR EQUIPAMENTOS DE TURBINA EÓLICA, CARACTERIZADA pelo fato da bancada de teste (12) compreender

5 um ou mais meios aplicadores d carga (19) aplicando carga direta ou indiretamente aos ditos equipamentos (22) durante o dito teste,

 onde a dita bancada de teste (12) compreende meios ajustadores de ângulo (16) para ajustar um ângulo de teste (A) dos ditos equipamentos (22) em relação a um plano horizontal.

2. Bancada de teste (12), de acordo com a reivindicação 1, CARACTERIZADA pelo fato dos ditos meios ajustadores de ângulo (16) compreenderem meios para ajustar o dito ângulo de teste (A), para corresponder substancialmente a um ângulo de operação normal (NA) dos ditos equipamentos (22), p. ex., o ângulo de uma transmissão (14) em um nacela (3) em relação a uma torre (2).

20 3. Bancada de teste (12), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 e 2, CARACTERIZADA pelo fato do meio acionador (13) da dita bancada de teste (12) girar um eixo de entrada (21) dos ditos equipamentos (22) durante o teste.

25 4. Bancada de teste (12), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, CARACTERIZADA pelo fato dos

equipamentos (22) serem componentes de transmissão (14) da turbina eólica, tais como mancal principal, caixa de engrenagens (6) e gerador (8), e onde o dito gerador (8) é conectado a uma grade de instalações ou meio simulador da grade de instalações.

5
10 5. Bancada de teste (12), de acordo com a reivindicação 4, CARACTERIZADA pelo fato da dita grade de instalações ou meio simulador da grade de instalações ser um meio aplicador indireto de carga (19) da dita bancada de teste (12).

15 6. Bancada de teste (12), de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 e 5, CARACTERIZADA pelo fato do meio simulador da grade de instalações compreender meios para ajustar dinamicamente a voltagem da grade e a frequência da grade.

20 7. Bancada de teste (12), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, CARACTERIZADA pelo fato de pelo menos um dos ditos um ou mais meios aplicadores de carga (19) compreender meios para aplicar carga axial e/ou radial (26) a um eixo de entrada (21) dos ditos equipamentos (22).

25 8. Bancada de teste (12), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, CARACTERIZADA pelo fato dos ditos equipamentos (22) serem um gerador de turbina eólica (8).

9. Bancada de teste (12), de acordo com qualquer

uma das reivindicações 1 a 8, CARACTERIZADA pelo fato da dita bancada de teste (12) compreender meios controladores climáticos (29), para controlar substancialmente um ou mais parâmetros climáticos, tais como temperatura, umidade e
5 pressão do ar das redondezas de pelo menos uma parte dos ditos equipamentos (22).

10. Bancada de teste (12), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, CARACTERIZADA pelo fato dos ditos meios ajustadores de ângulo (16) compreenderem um ou
10 mais atuadores lineares (32) para posicionar a dita bancada de teste (12) ou uma parte da dita bancada de teste (12) compreendo os ditos equipamentos (22) no dito ângulo de teste (A).

11. Bancada de teste (12), de acordo com a
15 reivindicação 10, CARACTERIZADA pelo fato do dito um ou mais atuadores lineares (32) serem cilindros hidráulicos.

12. Bancada de teste (12), de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, CARACTERIZADA pelo fato dos ditos meios aplicadores de carga (19) compreenderem
20 meios para aplicar uma carga axial (26) em um eixo de entrada (21) dos ditos equipamentos (22).

13. MÉTODO PARA TESTAR EQUIPAMENTO DE TURBINA EÓLICA, CARACTERIZADO pelo fato de compreender as etapas de

- posicionar os ditos equipamentos (22) em uma
25 bancada de teste (12);

- estabelecer os ditos equipamentos (22) em um

ângulo de teste (A) por meio dos meios ajustadores de ângulo (16) da dita bancada de teste (12), e

- aplicar carga direta ou indiretamente aos ditos equipamentos (22) por meio dos meios aplicadores de carga (19) da dita bancada de teste (12).

14. MÉTODO PARA TESTAR EQUIPAMENTO DE TURBINA EÓLICA, CARACTERIZADO pelo fato de compreender as etapas de

- estabelecer uma bancada de teste (12) em um ângulo de teste (A) por meio dos meios ajustadores de ângulo (16) da dita bancada de teste (12);

- posicionar os dito equipamentos (22) na dita bancada de teste (12), e

- aplicar direta e/ou indiretamente carga aos ditos equipamentos (22) por meio dos meios aplicadores de carga (19) da dita bancada de teste (12).

15. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 e 14, CARACTERIZADO pelo fato do dito ângulo de teste (A) ser ajustável de forma estacionária ou dinâmica durante o dito teste.

20 16. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 15, CARACTERIZADO pelo fato de um eixo de entrada (21) dos ditos equipamentos (22) ser girado por meios acionadores (13) da dita bancada de teste (12) durante o teste.

25 17. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 16, CARACTERIZADO pelo fato de carga

ser aplicada aos ditos equipamentos (22) por conexão de um gerador (8) dos ditos equipamentos (22) a uma grade de instalações ou meio simulador da grade de instalações.

18. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 17, CARACTERIZADO pelo fato de carga axial e/ou radial ser aplicada (26) a um eixo de entrada (21) dos ditos equipamentos (22) durante o teste.

19. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 18, CARACTERIZADO pelo fato de um ou mais parâmetros climáticos, tais como temperatura, umidade e pressão do ar das redondezas de pelo menos uma parte dos ditos equipamentos (22) serem controlados durante o teste.

1/6

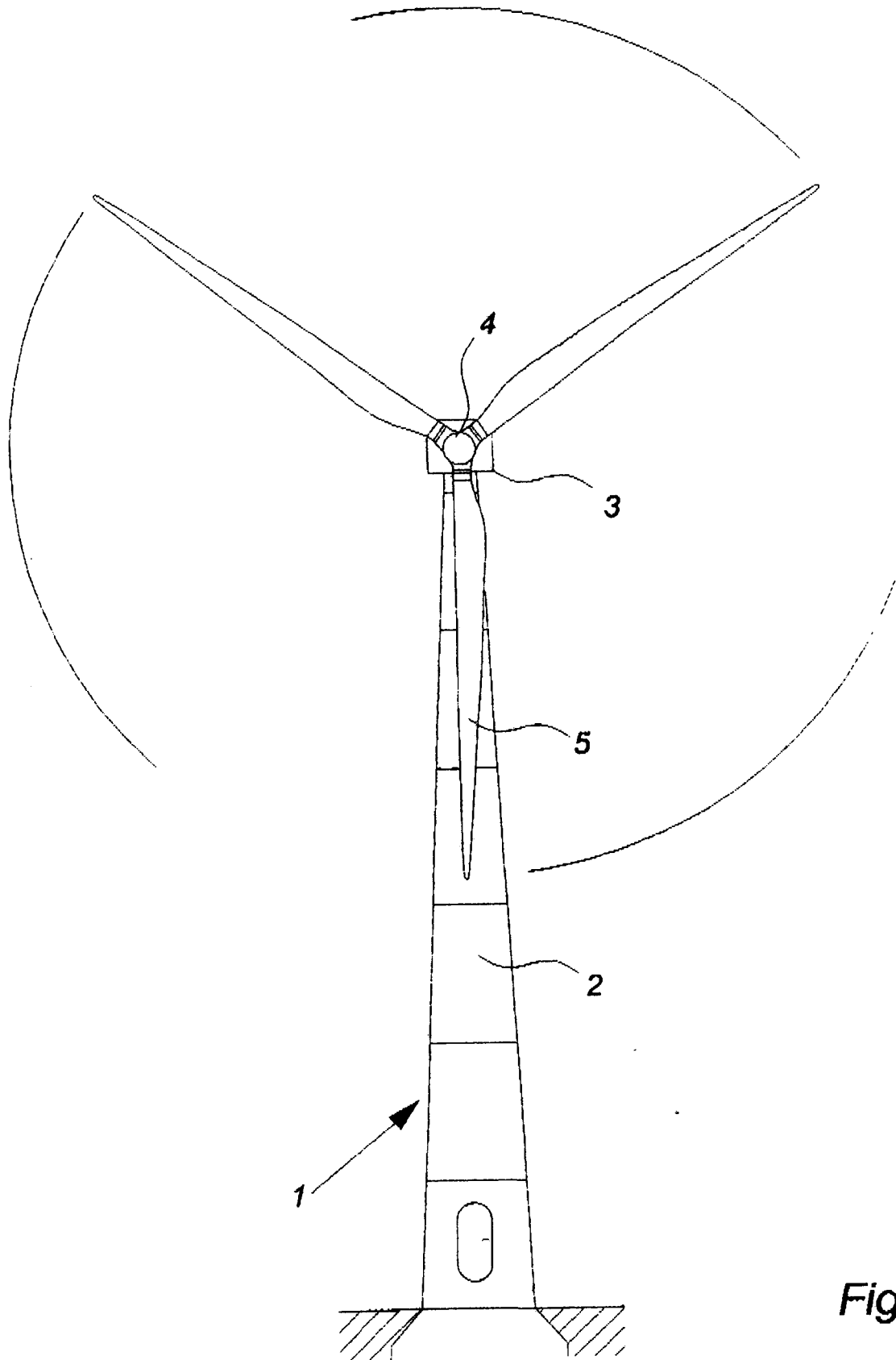


Fig. 1

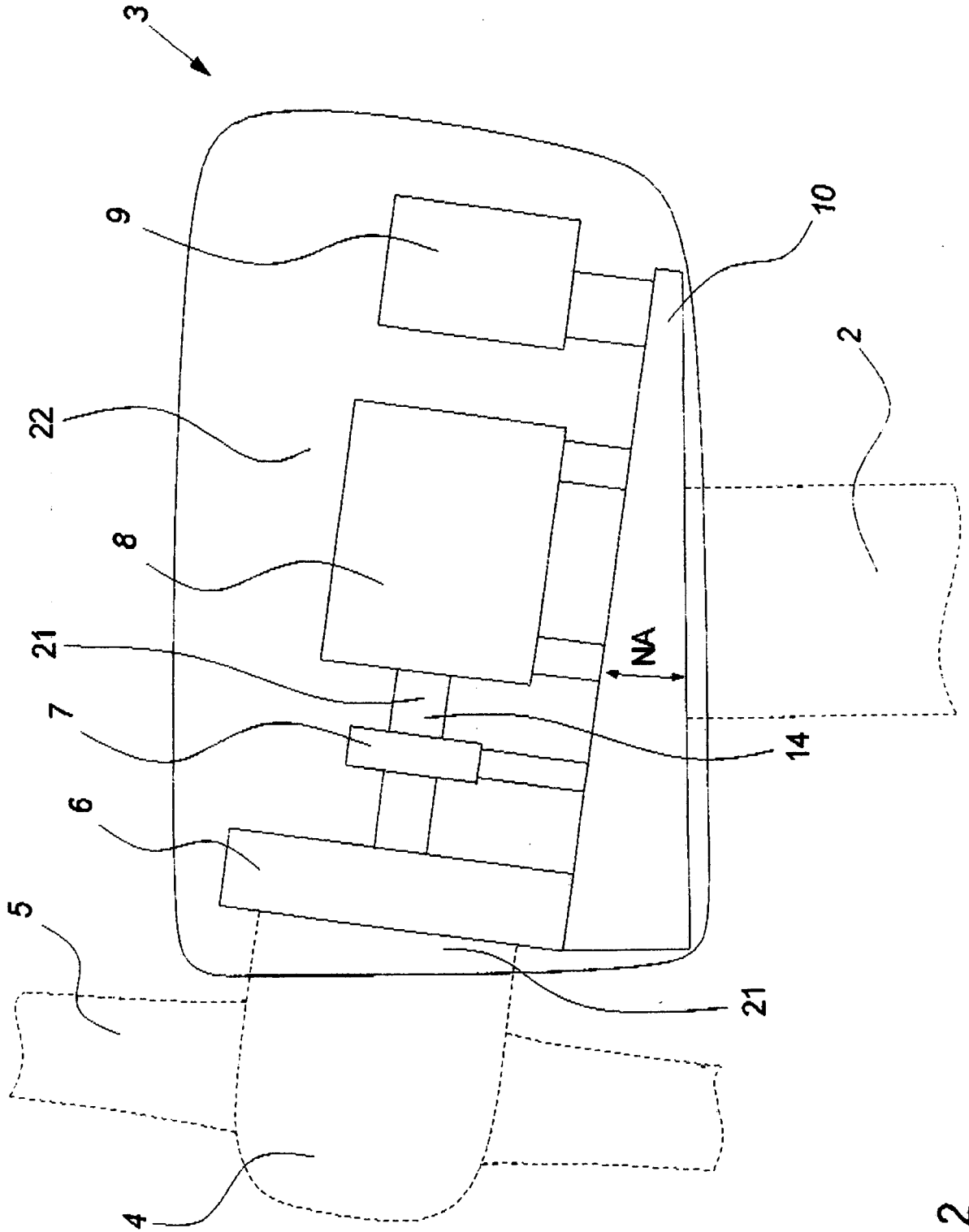


Fig. 2

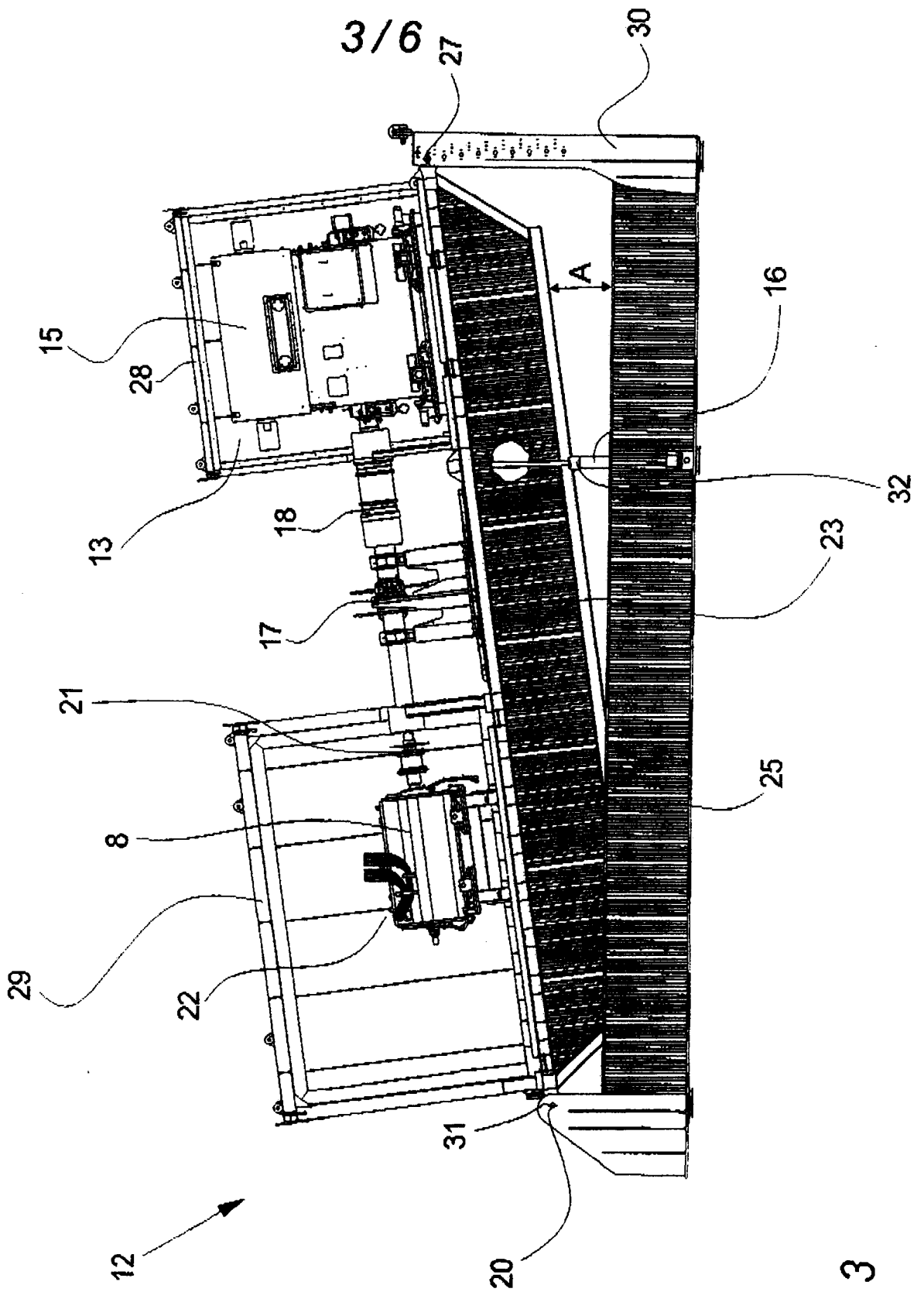


Fig. 3

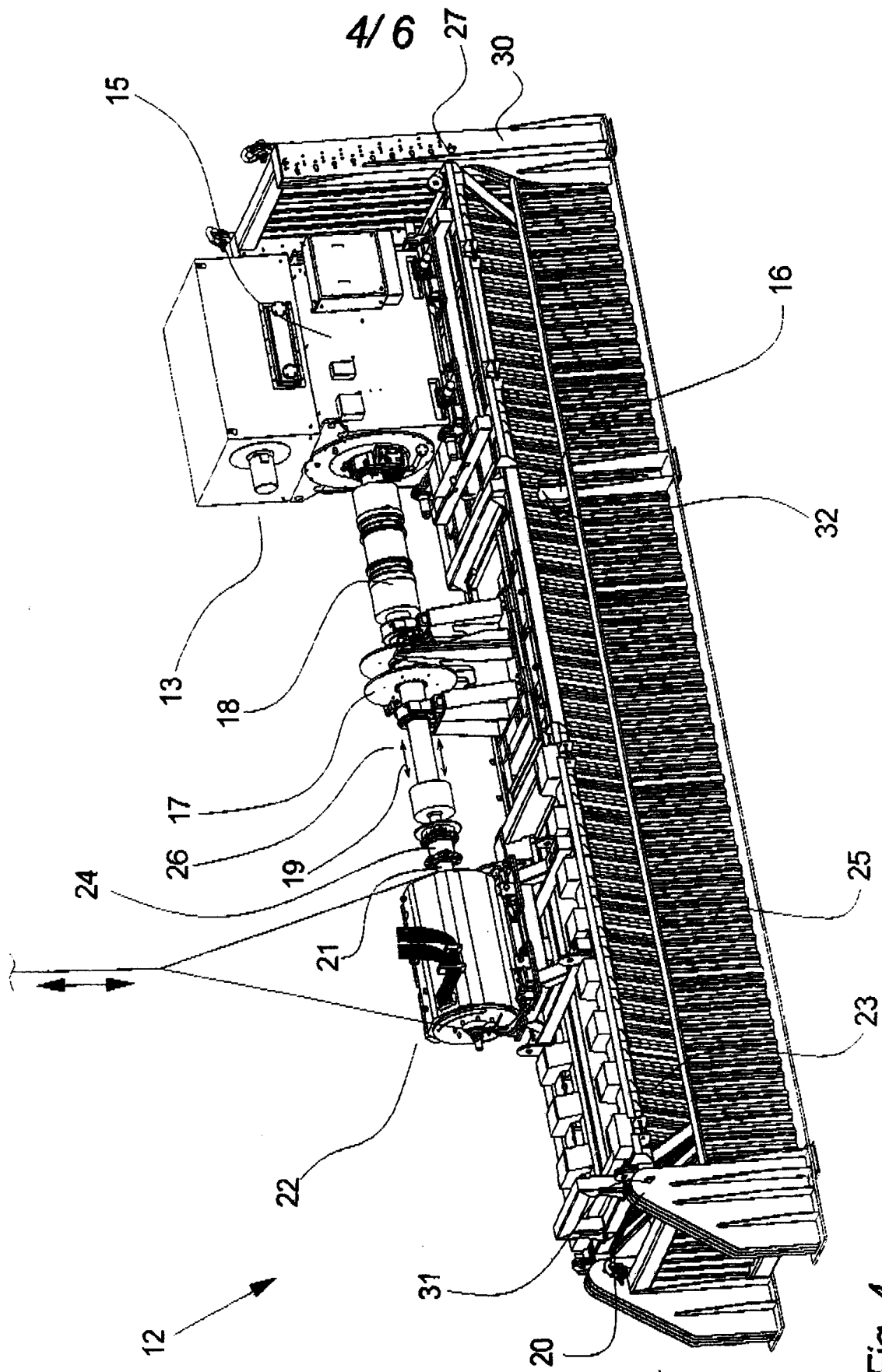


Fig. 4

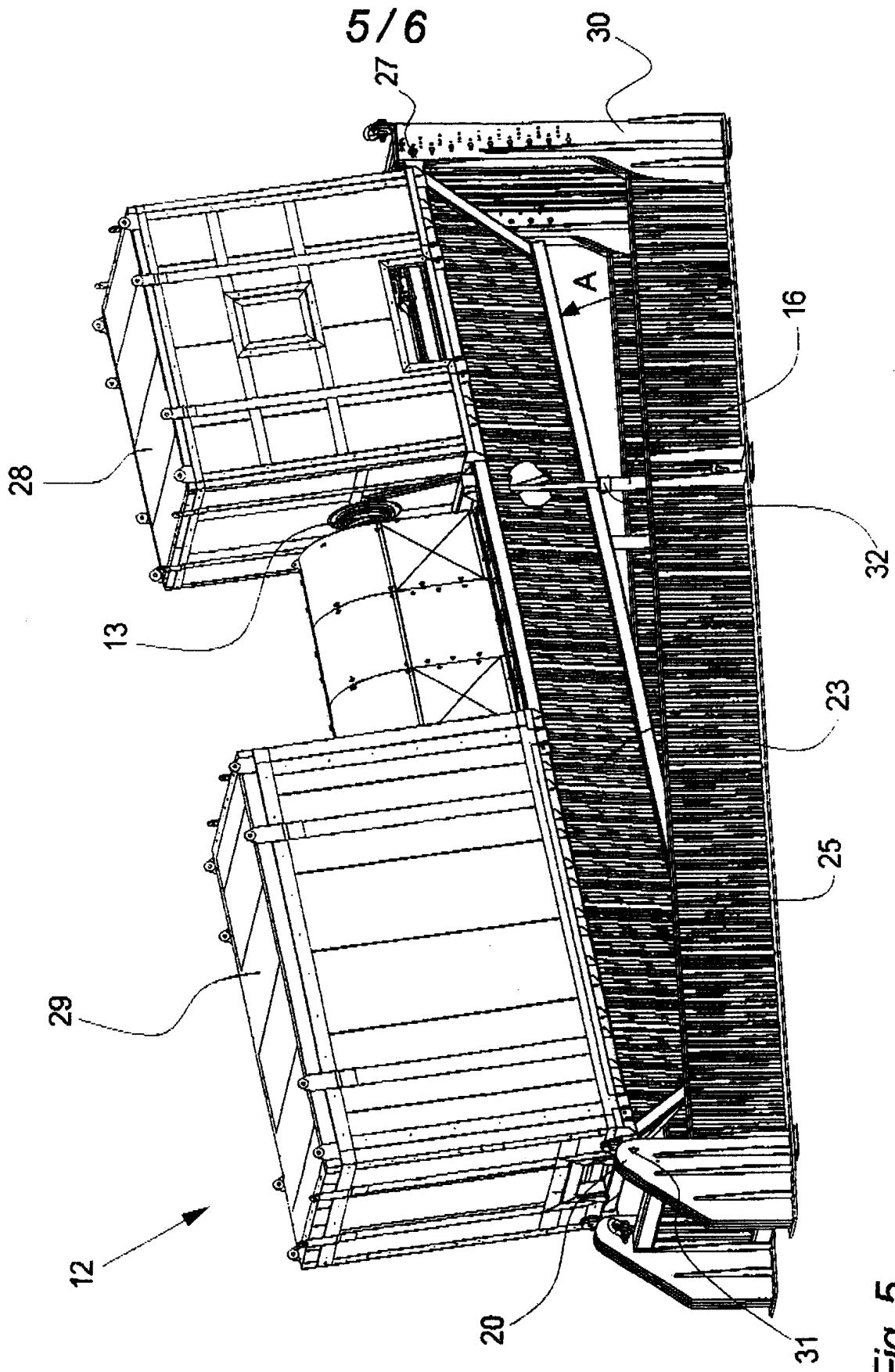


Fig. 5

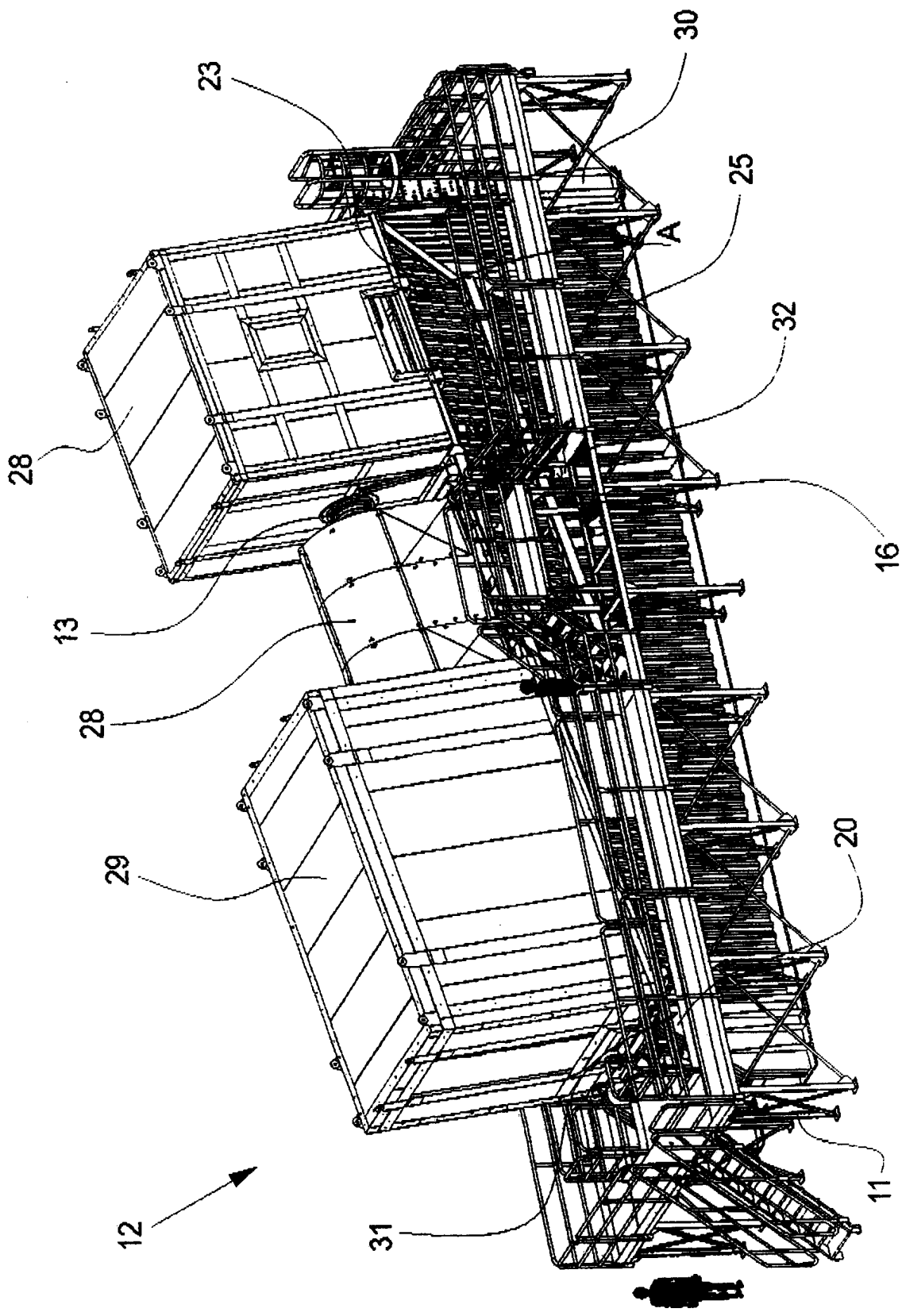


Fig. 6

- RESUMO -

BANCADA DE TESTE PARA TESTAR EQUIPAMENTOS DE TURBINA EÓLICA, E MÉTODO PARA TESTAR EQUIPAMENTO DE TURBINA EÓLICA

A invenção se refere a uma bancada de teste para
5 testar equipamentos de turbina eólica (22). A bancada de teste (12) compreende um ou mais meios aplicadores de carga (19) aplicando carga direta ou indiretamente aos equipamentos (22) durante o dito teste, e onde a bancada de teste (12) compreende meios ajustadores de ângulo (16) para
10 ajustar um ângulo de teste (A) dos equipamentos (22) em relação a um plano horizontal.

A invenção ainda se refere a métodos para testar os equipamentos de turbina eólica (22).