



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

(21) **PI 0713354-5 A2**



(22) Data de Depósito: 03/07/2007
(43) Data da Publicação: 31/01/2012
(RPI 2143)

(51) *Int.Cl.:*
F03D 9/00
F03D 11/00
F03D 11/04
G01R 31/34

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

(30) **Prioridade Unionista:** 03/07/2006 DK PA2006/00911

(73) **Titular(es):** VESTAS WIND SYSTEMS A/S, empresa organizada e existente sob as leis da Dinamarca.

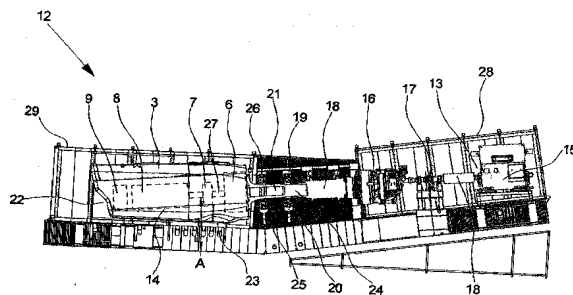
(72) **Inventor(es):** Jan Bisgaard Jensen

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

(86) **Pedido Internacional:** PCT DK2007000333 de 03/07/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/144003de 21/12/2007

(57) **Resumo:** BANCADA DE TESTE PARA TESTE DE EQUIPAMENTO DE TURBINA EÓLICA, E MÉTODO PARA TESTE DE EQUIPAMENTO DE TURBINA EÓLICA. A invenção refere-se a uma bancada de teste (12) para teste de equipamento (22) de turbina eólica. A bancada de teste (12) compreende um ou mais meios (19) de aplicação de carga que aplicam carga diretamente ou indiretamente ao equipamento (22), meios de acionamento (13) da bancada de teste (12) para rotação de um eixo de entrada (21) do equipamento (22) pelo menos durante uma parte do teste, e meios de simulação para estabelecimento de condições ou ambientes semelhantes aos de uma turbina eólica. A invenção refere-se adicionalmente a um método para teste de equipamento (22) de turbina eólica. O método compreende as etapas de posicionamento do equipamento (22) no interior de, sobre, ou na bancada de teste (12), rotação de um eixo de entrada (21) do equipamento (22) por meios de acionamento (13) da bancada de teste (12), e aplicação de carga diretamente e/ou indiretamente ao equipamento (22) por meios (19) de aplicação de carga da bancada de teste (12).



1

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

Antecedentes da Invenção

5 A presente invenção refere-se a uma bancada de teste para testes de equipamentos de turbinas eólicas e um método para testar equipamentos de turbinas eólicas.

Descrição da Técnica Associada

10 Uma turbina eólica conhecida na técnica compreende uma torre afilada de turbina eólica e uma nacela de turbina eólica posicionada no topo da torre. Um rotor de turbina eólica com várias pás de turbina eólica é acoplado à nacela através de um eixo de baixa velocidade, que se estende para fora da parte frontal da nacela conforme se encontra
15 ilustrado na Figura 1.

 As turbinas eólicas modernas de grande porte tornam-se cada vez maiores e os diversos componentes da turbina eólica tais como a caixa de engrenagens, o gerador, o sistema de frenagem, etc., também se tornam maiores.
20 Adicionalmente, o desenvolvimento tecnológico produz componentes e interações entre componentes de tipos cada vez mais especializados e complexos. Isto é evidentemente vantajoso no tocante à eficiência e à saída de potência da turbina eólica, porém devido ao fato de estas turbinas
25 eólicas de grande porte serem dispendiosas e quaisquer avarias das mesmas poderem ser muito caras, é importante

assegurar uma documentação adequada da vida operacional, durabilidade, qualidade, capacidade, etc., dos componentes da turbina eólica.

Uma forma de proceder consistiria em reunir
5 informações sobre excitação de turbinas eólicas e basear então o programa de manutenção, a seleção de componentes, e assim por diante, em uma análise estatística destes dados. Porém este método é de certa forma ineficiente na medida em que se os dados revelarem que um componente com uma
10 previsão de vida útil de 20 anos somente dura uma média de 7 anos, as turbinas eólicas similares produzidas nesses 7 anos irão igualmente conter o componente defeituoso, e os dados podem muito freqüentemente não esclarecer se o componente sofre uma avaria devido a má qualidade, se foi
15 montado ou utilizado de forma errada ou se diversos fatores em interação mútua causaram a redução do tempo de vida útil.

Uma outra forma de solucionar este problema é divulgada no pedido de patente Europeu nº EP 1 564 405 A1.
20 Neste pedido de patente divulga uma bancada de teste para realização de testes de fadiga e de carga nos elementos estruturais principalmente da nacela e dos componentes da nacela. Porém a realização de testes da resistência dos elementos estruturais da nacela tem como propósito
25 principal reduzir a utilização de materiais ou otimizar a construção desses elementos estruturais, dessa forma reduzindo o custo e peso dos elementos e assegurando que os

mesmos possam suportar as cargas às quais estão sujeitos durante uma operação normal da turbina eólica. Os testes não fornecem informações úteis relativamente à seleção de componentes, à interação entre componentes e outros para
5 prevenção de avarias e redução do custo dos componentes.

Um objetivo da invenção consiste portanto na provisão de uma técnica vantajosa e eficiente para testes de equipamentos de turbinas eólicas.

Especificamente, um objetivo da invenção consiste
10 na provisão de uma técnica para testar equipamentos de turbinas eólicas que proporcionem tipos de cargas mais realistas.

A invenção

A invenção proporciona uma bancada de teste para
15 realização de testes em equipamentos de turbinas eólicas. A bancada de teste compreende um ou mais meios para aplicação de cargas aplicando diretamente e/ou indiretamente cargas aos equipamentos, meios de acionamento da bancada de teste para rotação de um eixo de entrada do equipamento pelo
20 menos durante uma parte do teste, e meios de simulação para estabelecimento de condições ou ambientes semelhantes às de uma turbina eólica.

Mediante rotação do eixo de entrada do equipamento durante o teste com simultânea aplicação de carga ao eixo
25 de entrada, é possível simular as cargas que atuam sobre o equipamento durante a operação normal de uma turbina eólica bem como em situações extremas, tornando assim possível

comparar diferentes equipamentos nas mesmas condições de carga normais bem como realizar testes de aceleração de condições de vida útil. Isto é vantajoso no fato de ser desta forma possível realizar um teste mais eficiente dos equipamentos, permitindo que as dimensões e tipos de cargas sejam ajustados dinamicamente, por exemplo, de forma a serem substancialmente realistas se for necessário ou para aplicação de sobrecargas se for necessário.

Adicionalmente, é vantajoso que a bancada de teste compreenda adicionalmente meios de simulação para estabelecimento de ambientes ou condições semelhantes às de uma turbina eólica, por exemplo permitindo-se que os componentes da turbina eólica sejam testados montados em sua estrutura de suspensão real, permitindo que o equipamento seja testado em um ângulo correspondente ao ângulo no qual ele opera normalmente em uma turbina eólica, permitindo que o equipamento seja testado em um ambiente "de tipo real" relativamente à temperatura, pressão atmosférica, umidade, ou outros fatores, permitindo que o equipamento possa ser testado enquanto se encontra exposto a vibrações ou quaisquer outras condições, situações ou ambientes que simulam ou criam pelo menos até certo ponto condições, situações ou ambientes semelhantes aos de uma turbina eólica para os equipamentos testados, em que mediante estabelecimento destas condições ou ambientes semelhantes ao de uma turbina eólica a bancada de teste tem condições de realizar um teste mais realista e/ou mais

eficiente.

Deverá ser enfatizado que o termo "eixo" deverá ser entendido como consistindo em qualquer tipo de barra, haste, tubo, anel, conexão, luva, luva de acoplamento ou
5 outro elemento capaz de transferir uma rotação. O eixo não é de forma nenhuma limitado a uma configuração sólida e pode ser igualmente, por exemplo, um anel oco ou uma luva formando ou acoplada à engrenagem planetária ou engrenagem anular da caixa de engrenagens da turbina eólica.

10 Em um aspecto da invenção, os referidos equipamentos são componentes do sistema de acionamento da turbina eólica tais como um mancal principal, uma caixa de engrenagens e um gerador, em que o referido gerador é acoplado a uma malha elétrica pública ou um meio de
15 simulação de malha elétrica pública.

Todos os componentes do sistema de acionamento da turbina eólica compreendem peças rotativas e são mais freqüentemente dispostos na nacela, tornando os mesmos muito difíceis e dispendiosos de reparar e substituir. Além
20 disso, a integração entre os diversos componentes do sistema de acionamento, entre os diversos componentes do sistema de acionamento e diversos sistemas de controle e software, pode ser muito complexa e constitui evidentemente uma questão importante relativamente à eficiência da
25 turbina eólica. É portanto vantajoso que particularmente os componentes do sistema de acionamento sejam testados em uma bancada de teste que compreenda meios tanto para rodar o

eixo de entrada quanto para aplicar cargas aos componentes.

Em um aspecto da invenção, a referida malha elétrica pública ou meio de simulação de malha elétrica pública constitui um meio de aplicação de carga de tipo
5 indireto da referida bancada de teste.

Isto é vantajoso na medida em que aplicando-se indiretamente cargas aos equipamentos mediante ligação do gerador a uma malha elétrica pública ou a um meio de simulação de malha elétrica pública, é possível simular com
10 mais precisão as situações de carga de uma turbina eólica real ou realizar testes de aceleração de tempo de vida útil, por exemplo, mediante estabelecimento de uma situação de sobrecarga permanente ou mediante variação de situações de carga.

Em um aspecto da invenção, o referido meio de simulação de malha elétrica pública compreende meios para
15 ajuste dinâmico da voltagem de malha e da frequência de malha.

Permitindo-se um ajuste dinâmico da voltagem de malha e da frequência de malha durante o teste, é possível
20 simular condições de operação normal do equipamento bem como situações extremas ou de avaria da malha, dessa forma tornando mais fácil a realização de um teste mais eficiente e/ou realista.

Em um aspecto da invenção, o referido meio de simulação de malha elétrica pública compreende um
25 conversor.

O fato de o meio de simulação de malha elétrica pública compreender um conversor é vantajoso na medida em que o conversor proporciona meios para ajuste dinâmico dos diferentes parâmetros de malha, permitindo assim a
5 realização de um teste mais eficiente.

Em um aspecto da invenção, o referido meio de simulação de malha elétrica pública compreende meios para realização de testes para determinar se o referido equipamento está de acordo com diversos códigos de malha
10 pública de alimentação de energia elétrica.

Os códigos de malha elétrica pública constituem em princípio diversas regras relativamente à forma em que a turbina eólica deverá reagir por ocasião de diversas variações na malha elétrica pública tais como variações de
15 voltagem ou frequência. Estes códigos de malha podem ser diferentes de país para país ou de região para região. É portanto vantajoso prover os meios de simulação de malha elétrica pública com capacidade para realização de testes para determinar se os equipamentos atuam de acordo com
20 diferentes códigos de malha elétrica pública, dessa forma testando se o equipamento testado é eficiente relativamente aos códigos.

Em um aspecto da invenção, pelo menos um dos referidos um ou mais meios de aplicação compreendem meios
25 para aplicação de carga axial e/ou radial ao referido eixo de entrada.

O eixo de entrada do equipamento será sempre - pelo

menos até certo ponto - influenciado por forças orientadas axialmente e/ou radialmente durante a operação normal do equipamento em uma turbina eólica real. É portanto vantajoso aplicar estas cargas durante o teste para
5 produção de um teste mais eficiente e/ou realista.

Em um aspecto da invenção, os referidos um ou mais meios de aplicação de carga compreendem dois ou mais meios de carga radial para aplicação de carga substancialmente radial ao referido eixo de entrada, em que os referidos
10 dois ou mais meios de carga radial são deslocados axialmente.

Provendo-se o eixo de entrada do equipamento testado com dois meios de carga radial deslocados axialmente, é possível impor uma situação de carga mais
15 eficiente e/ou realista ao equipamento testado. Seria possível, por exemplo, utilizar um dos meios de carga radial para simular a substancialmente estática força da gravidade sobre o rotor 4 e utilizar o outro meio para simular o torque originário da diferença na carga do vento
20 no topo e no fundo do rotor, ou para simular cargas com alteração dinâmica ou cíclica tais como instabilidade do rotor ou até mesmo vibrações provenientes das pás 5 ou de um possível mecanismo de passo das pás 5. Ambos os meios de carga radial podem igualmente impor duas diferentes cargas
25 estáticas (por exemplo, em diferentes direções, dessa forma impondo torque ao equipamento) ou ambos os meios de carga radial podem simular diferentes cargas alterando-se

dinamicamente. Isto pode de certa forma ser realizado por apenas um meio de carga radial, porém com utilização de dois meios torna-se mais fácil e mais simples simular cargas e situações de carga complexas, por exemplo
5 envolvendo cargas tanto estáticas quanto dinâmicas.

Em um aspecto da invenção, o referido eixo de entrada do referido equipamento é um eixo de entrada de uma caixa de engrenagens de turbina eólica ou um eixo de entrada de um gerador de turbina eólica.

10 As funções da caixa de engrenagens e do gerador de uma turbina eólica são essenciais para a eficiência da turbina eólica e devido ao fato de estes componentes serem muito complexos e dispendiosos e devido ao fato de se encontrarem muito freqüentemente localizados na nacela da
15 turbina eólica, onde são difíceis de reparar e substituir, é vantajoso prover uma bancada de teste capaz de fazer rodar o eixo de entrada da caixa de engrenagens e/ou do gerador e simultaneamente aplicar cargas ao mesmo.

Deverá ser novamente enfatizado que o termo "eixo"
20 neste contexto deverá ser entendido como qualquer tipo de meio de acoplamento mecânico capaz de transferir rotação para o dispositivo tal como qualquer tipo de conexão mecânica na caixa de engrenagens da turbina eólica, no gerador ou na nacela, capaz de ser acoplada a um
25 dispositivo de rotação e de transferir a rotação para a caixa de engrenagens da turbina, para o gerador ou para a nacela.

Em um aspecto da invenção, o referido meio de acionamento é um motor elétrico compreendendo uma caixa de engrenagens.

5 A velocidade de rotação e particularmente o torque de um motor elétrico são facilmente controlados de forma muito precisa, e mediante provisão do motor com uma caixa de engrenagens é possível reduzir a velocidade de rotação nominal do motor até um ponto adequado para simulação da velocidade de rotação do rotor em uma turbina eólica. Isto
10 é vantajoso devido ao fato de ser desta forma possível realizar um teste mais eficiente, preciso e/ou realista dos equipamentos da turbina eólica.

Em um aspecto da invenção, a referida bancada de teste é estacionária.

15 Uma bancada de teste de turbina eólica para teste de equipamentos tais como nacelas pode facilmente pesar até 500 toneladas métricas, e portanto é vantajoso obter-se uma bancada de teste estacionária.

Em um aspecto da invenção, os referidos meios de
20 simulação compreendem meios de controle climático para controle substancial de um ou mais parâmetros climático tais como a temperatura, umidade e pressão atmosférica do ambiente circundante a pelo menos uma parte dos referidos equipamentos.

25 Os parâmetros climáticos constituem fatores de esforço muito importantes de uma turbina eólica operacional, e particularmente temperaturas muito elevadas

ou muito baixas ou variações de temperatura constantes podem ser potencialmente muito prejudiciais para os equipamentos da turbina eólica. Mediante provisão da bancada de teste com meios de controle climático é possível

5 controlar substancialmente um ou mais dos parâmetros climáticos, dessa forma tornando possível a realização de um teste mais eficiente e/ou realista dos equipamentos. Entre outras coisas, isto tornaria possível um teste HALT (Highly Accelerated Life Testing or Highly Accelerated

10 Limit Testing - *Teste de Alta Aceleração de Vida Útil ou Teste de Alta Aceleração de Limites*) dos equipamentos, que é uma forma bem conhecida e muito eficiente de testar e/ou estimar o tempo de vida útil e/ou os limites de carga dos equipamentos em um período de tempo relativamente curto em

15 comparação com o tempo de vida útil pretendido do equipamento.

Em um aspecto da invenção, os referidos meios de controle climáticos consistem em pelo menos uma caixa de isolamento climático contendo os referidos equipamentos ou

20 pelo menos uma parte dos referidos equipamentos.

O encerramento substancial dos equipamentos ou de pelo menos uma parte dos equipamentos com uma caixa de isolamento climático proporciona uma forma relativamente simples e econômica de estabelecimento de um ambiente

25 controlado em torno dos equipamentos. Além disso, uma caixa de isolamento climático envolvendo substancialmente os equipamentos terá igualmente o efeito colateral de absorver

som, dessa forma reduzindo o ruído emitido da bancada de teste.

Em um aspecto da invenção, os referidos meios de simulação compreendem meios para posicionamento do referido equipamento em um ângulo definido com relação a um plano horizontal pelo menos durante o referido teste, em que o referido ângulo definido é diferente de 0° .

Os rotores nas turbinas eólicas modernas de grande porte são por diversos motivos dispostos em ângulo de tal forma que o plano do rotor não é perpendicular ao solo. Isto faz com que o sistema de acionamento na maioria das turbinas eólicas seja posicionado em um ângulo perpendicular ao plano do rotor e portanto não paralelo ao plano horizontal do solo. Devido ao fato de o sistema de acionamento e os componentes do sistema de acionamento serem componentes absolutamente essenciais de uma turbina eólica, seria vantajoso testar estes componentes em uma bancada de teste, e particularmente em uma bancada de teste podendo testar o equipamento com um ângulo diferente de 0° relativamente a um plano horizontal.

Em um aspecto da invenção, o referido ângulo definido corresponde a um ângulo de operação normal do referido equipamento, por exemplo o ângulo de uma nacela relativamente a uma torre.

Isto é vantajoso pelo fato de ser desta forma possível prover uma bancada de teste capaz de realizar um teste mais eficiente e/ou realista.

Em um aspecto da invenção, a referida bancada de teste compreende um sistema de monitoração que monitora o referido equipamento e/ou a referida bancada de teste durante o referido teste.

5 O equipamento é testado, entre outros propósitos, para extração de informações importantes do equipamento tais como o tempo de vida útil do equipamento, sua durabilidade, eficiência e capacidade e qualidade gerais. É portanto vantajoso prover a bancada de teste com um sistema
10 de monitoração para colher estas ou outras informações para serem utilizadas na análise dos equipamentos testados.

Em um aspecto da invenção, os referidos um ou mais meios de aplicação de carga compreendem meios de resistência à rotação para oferecerem resistência a um
15 movimento de rotação de um ou mais eixos de saída de uma caixa de engrenagens do referido equipamento.

Mediante provisão da bancada de teste com meios de resistência à rotação, é possível prover mais (ou menos) resistência à rotação do eixo de saída de uma caixa de
20 engrenagens testada, relativamente ao que seria possível de ser imposto pelo gerador - ao qual o tipo específico de caixas de engrenagens estaria normalmente acoplado em uma turbina eólica operacional. Isto é vantajoso, devido ao fato de ser desta forma possível prover a bancada de teste
25 com meios de aplicação de carga capazes de aplicarem não somente cargas operacionais normais a uma caixa de engrenagens testada, mas também cargas extremas,

acidentais, ou outros tipos de cargas que o gerador normal não seria capaz de impor ou alternativamente poderia impor sofrendo danos graves.

Em um aspecto da invenção, os referidos meios de
5 resistência à rotação compreendem um gerador de bancada de teste da referida bancada de teste.

A provisão da bancada de teste com um gerador para resistência à rotação do pelo menos um eixo de saída de uma caixa de engrenagens testada é vantajosa na medida em que a
10 energia produzida por um equipamento tentando resistir à rotação de uma caixa de engrenagens de turbina eólica em uma situação de sobrecarga seria considerável e a maioria dos sistemas mecânicos converteria possivelmente esta energia em calor, tornando assim mais difícil uma
15 realização eficiente e/ou realista do teste. Mediante a utilização de um gerador é possível converter a maior parte desta energia novamente em energia elétrica que pode ser vantajosamente realimentada para uma malha elétrica pública.

20 Em um aspecto da invenção, o referido gerador de bancada de teste da referida bancada de teste é acoplado a uma malha elétrica pública ou a um meio de simulação de malha elétrica pública.

Se o gerador da bancada de teste for acoplado a uma
25 malha elétrica pública será possível simular a operação normal da caixa de engrenagens e se forem providos meios para dispensar a energia produzida e se o gerador for

acoplado a um meio de simulação de malha elétrica pública será adicionalmente possível simular modos diferentes, especiais, de avaria ou anormais da malha elétrica pública. Isto é vantajoso no fato de ser desta forma possível
5 realizar um teste mais realista e/ou mais eficiente.

Em um aspecto da invenção, os referidos um ou mais meios de aplicação de carga aplicam carga ao referido eixo de entrada e/ou a um eixo de saída do referido equipamento.

Os equipamentos de turbinas eólicas que compreendem
10 peças rotativas encontram-se, em situações de operação real, substancialmente afetados principalmente por cargas impostas a seu eixo de entrada ou a seu eixo de saída, ou ambos. É portanto vantajoso prover as cargas nestes eixos em uma situação de teste para provisão de um teste mais
15 realista e/ou mais eficiente.

Em um aspecto da invenção, os referidos meios de simulação compreendem meios para montagem de componentes de turbinas eólicas através de sua estrutura de suspensão real.

20 Mediante teste dos componentes de turbina eólica enquanto os mesmos se encontram montados ou suspensos na estrutura de suspensão, na qual se encontrariam montados ou suspensos em uma turbina eólica real, é possível realizar um teste muito mais realista e/ou eficiente, já que, além
25 do fato de a estrutura de suspensão propriamente dita poder ser testada em circunstâncias realistas é igualmente possível tornar mais realista o teste dos componentes da

turbina eólica e é possível testar a interação entre combinações específicas e/ou construções de estruturas de suspensão e componentes.

A invenção proporciona adicionalmente um método
5 para teste de equipamentos de turbinas eólicas. O método compreende as etapas de posicionamento dos equipamentos dentro de, sobre ou em uma bancada de teste, rotação de um eixo de entrada do equipamento por meios de acionamento da bancada de teste, e aplicação direta e/ou indireta de carga
10 ao equipamento por intermédio de meios de aplicação de carga da bancada de teste.

A rotação de um eixo de entrada do equipamento com simultânea imposição de esforço ao equipamento com aplicação de carga ao equipamento é vantajosa pelo fato de
15 ser dessa forma possível realizar um teste mais eficiente e/ou mais realista.

Em um aspecto da invenção, é aplicada carga ao referido equipamento mediante ligação do gerador do referido equipamento a uma malha elétrica pública ou a um
20 meio de simulação de malha elétrica pública.

Em um aspecto da invenção, a voltagem de malha e a frequência de malha do referido meio de simulação de malha elétrica pública podem ser ajustadas dinamicamente durante o referido teste.

25 Em um aspecto da invenção, é aplicada carga axialmente e/ou radialmente a um eixo de entrada do referido equipamento durante o teste.

Em um aspecto da invenção, são controlados durante o teste um ou mais parâmetros climáticos tais como a temperatura, a umidade e a pressão atmosférica do ambiente circundante a pelo menos uma parte do referido equipamento.

5 Em um aspecto da invenção, o referido equipamento é posicionado em um ângulo definido em relação a um plano horizontal pelo menos durante o referido teste, em que o referido ângulo definido é diferente de 0°.

10 Em um aspecto da invenção, o referido ângulo é estacionário ou ajustável dinamicamente durante o referido teste.

15 Em um aspecto da invenção, o referido ângulo é estabelecido de forma a corresponder substancialmente a um ângulo de operação normal do referido equipamento, por exemplo, o ângulo de um sistema de acionamento em uma nacela relativamente a uma cor.

Em um aspecto da invenção, o referido equipamento e/ou a referida bancada de teste é/são monitorado(a)(s) por um sistema de monitoração durante o teste.

20 Em um aspecto da invenção, o referido método compreende adicionalmente a etapa de provisão de resistência ao movimento de rotação de um ou mais eixos de saída de uma caixa de engrenagens do referido equipamento.

25 Em um aspecto da invenção, o referido teste testa igualmente a estrutura de suspensão do referido equipamento e/ou a interação entre um ou mais componentes da turbina eólica e a referida estrutura de suspensão.

Em um aspecto da invenção, o referido método compreende adicionalmente a etapa de estabelecimento de condições ou ambientes similares aos de uma turbina eólica através de meios de simulação.

5

Figuras

A invenção será descrita a seguir com referência às figuras, nas quais

- a Fig. 1 ilustra uma turbina eólica moderna de grande porte conhecida na técnica, vista de frente,
- 10 a Fig. 2 ilustra um corte transversal de uma configuração de uma nacela simplificada conhecida na técnica, vista de lado,
- a Fig. 3 ilustra um corte transversal parcial de uma bancada de teste realizando um teste de uma nacela de turbina eólica, vista de lado,
- 15 a Fig. 4 ilustra uma configuração de meios de aplicação de carga, vistas em perspectiva,
- 20 a Fig. 5 ilustra uma configuração de uma bancada de teste realizando um teste de uma nacela, vista em perspectiva,
- a Fig. 6 ilustra uma bancada de teste realizando um teste de uma caixa de engrenagens,
- 25 a Fig. 7 ilustra uma bancada de teste realizando

um teste de uma caixa de engrenagens em uma outra configuração de uma caixa de engrenagens de turbina eólica, vista em perspectiva, e

5 a Fig. 8 ilustra uma outra configuração de uma bancada de teste realizando um teste de um gerador de turbina eólica, em vista lateral.

Descrição detalhada

10 A Fig. 1 ilustra uma turbina eólica moderna 1, compreendendo uma torre 2 assentada sobre uma fundação e uma nacela 3 de turbina eólica posicionada no topo da torre 2. O rotor 4 de turbina eólica, compreendendo três pás 5 de turbina eólica, é acoplado à nacela 3 através do eixo de
15 baixa velocidade que se estende para fora da frente da nacela 3.

A Fig. 2 ilustra um corte transversal simplificado de uma nacela 3, em vista lateral. As nacelas 3 existem em uma multiplicidade de variantes e configurações, porém na
20 maioria dos casos o sistema de acionamento 14 na nacela 3 quase sempre compreende um ou mais dos seguintes componentes: uma caixa de engrenagens 6, uma conexão (não ilustrada), algum tipo de sistema de frenagem 7 e um gerador 8. Uma nacela 3 de uma turbina eólica moderna 1
25 pode igualmente incluir um conversor 9 (também designado como um inversor) e equipamentos periféricos adicionais tais como equipamentos adicionais de processamento de

energia, armários de controle, sistemas hidráulicos, sistemas de refrigeração e outros.

O peso da nacela 3 inteira incluindo os componentes de nacela 6, 7, 8, 9 é suportado por uma estrutura de suporte de carga 10. Os componentes 6, 7, 8, 9 são normalmente dispostos sobre e/ou ligados a esta estrutura de suporte de carga comum 10. Nesta configuração simplificada a estrutura de suporte de carga 10 estende-se somente ao longo do fundo da nacela 3, por exemplo na forma de uma estrutura de leito à qual alguns ou todos os componentes 6, 7, 8, 9 são acoplados. Em outra configuração a estrutura de suporte de carga 10 pode compreender uma campânula de engrenagem 11 que transfere a carga do rotor 4 para a torre 2, ou a estrutura de suporte de carga 10 pode compreender várias peças interligadas na forma de uma treliça.

Nesta configuração da invenção o sistema de acionamento 14 é estabelecido em um ângulo de operação normal NA de 8° em relação a um plano perpendicular à torre 2, um eixo geométrico central através da torre 2 e um plano horizontal. O sistema de acionamento é entre outros motivos disposto em ângulo para permitir que o rotor 4 possa ser correspondentemente disposto em ângulo, por exemplo para assegurar que as pás 5 não batam na torre 2, para compensar as diferenças de velocidade de vento no topo e no fundo do rotor 4 e por outros motivos.

A Fig. 3 ilustra um corte transversal parcial de

uma bancada de teste 12 testando uma nacela 3 de turbina eólica, em uma vista lateral.

Nesta configuração da invenção a bancada de teste 12 compreende meios de acionamento 12 na forma de um motor elétrico 15 e uma caixa de engrenagens 16 entre os quais fica posicionado um sistema de frenagem 17.

O eixo de saída da caixa de engrenagens 16 da bancada de teste é acoplado a uma conexão flexível 18 da bancada de teste 12, que é acoplada a um meio de aplicação de carga da bancada de teste 12 na forma de um meio de carga radial 20, que será descrito mais detalhadamente na descrição da Fig. 4.

O meio de carga radial 20 compreendendo um adaptador 24 de eixo é acoplado a um eixo de entrada 21 de uma nacela 3, que neste caso é o eixo de entrada 21 de uma caixa de engrenagens 6 de turbina eólica, que através de um sistema de frenagem 7 e uma conexão (não ilustrada) é acoplada a um gerador 8 no interior da nacela 3. Nesta configuração a nacela 3 compreende adicionalmente um conversor 9.

Nesta configuração o equipamento 22 de turbina eólica - na forma dos componentes de sistema de acionamento 6, 7, 8 na nacela 3 - é posicionado em um ângulo A de 6° com relação a um plano horizontal, em que a flange 23 de ligação à torre da nacela 3 é rigidamente acoplada a uma flange de acoplamento substancialmente horizontal da bancada de teste 12. Na medida em que na vida real a nacela

3 seria acoplada a uma flange de acoplamento substancialmente horizontal no topo de uma torre 2 de turbina eólica, este ângulo A corresponde ao ângulo NA destes componentes de sistema de acionamento específicos 6, 5 7, 8, 9 quando posicionados em uma turbina eólica normal em operação 1.

Em uma outra configuração da invenção a flange de acoplamento da bancada de teste 12 pode ser disposta em ângulo com relação a um plano horizontal ou a bancada de 10 teste 12 inteira pode ser disposta em ângulo ou pode compreender meios para controle do ângulo da bancada 12 e/ou do equipamento 22.

Em uma outra configuração da invenção a flange de acoplamento da bancada de teste 12 pode igualmente 15 compreender meios para provisão de carga para o equipamento, por exemplo, algum tipo de meio de aplicação de carga 19 aplicando cargas a um mecanismo de guinada (não exibido) de uma turbina eólica 1, à estrutura de suporte de carga 10 de uma nacela 3 ou ao eixo de entrada 21 do 20 equipamento testado 22 ou para de qualquer outra forma aplicar carga ao equipamento testado 22, por exemplo, para aumento da eficiência e/ou realismo do teste.

Nesta configuração da invenção os meios de carga radial 20 constituem pelo menos em princípio o único meio 25 de aplicação de carga 19 da bancada de teste 12 que aplica uma carga direta ao eixo de entrada 21 do equipamento 22, porém em uma outra configuração a bancada de teste 12 pode

compreender meios de aplicação de carga 19 adicionais para aplicação de carga ao eixo de entrada 21 do equipamento 22 ou a qualquer outra parte do equipamento 22 em qualquer direção viável tal como uma direção axial, diagonal, ou de 5 direções variáveis. Particularmente as cargas axiais podem ser interessantes no fato de todas as turbinas eólicas operacionais 1 terem que ser capazes de suportar uma carga axial significativa causada pela carga do vento sobre o rotor 4.

10 Nesta configuração da invenção o gerador 8 na nacela 3 é ligado a meios de simulação de malha elétrica permitindo que o gerador 8 possa durante o teste atuar indiretamente como um meio de aplicação de carga da bancada de teste 12, sendo assim possível simular diferentes 15 situações de malha elétrica, tais como situações extremas de sobrecarga, situações de avaria, curtos-circuitos, condições assimétricas de amplitude fase e ângulo ou outras tanto independentes quanto em cooperação, ou outras diversas. As diferentes situações da malha elétrica irão 20 dessa forma, através do gerador 8, aplicar indiretamente diferentes situações de carga ao equipamento testado 22.

Em uma outra configuração, o gerador 8 pode ser simplesmente ligado à malha elétrica pública da mesma forma que seria ligado em uma turbina eólica operacional 1.

25 Nesta configuração da invenção a bancada de teste 12 compreende meios de redução de ruído 28 na forma de uma caixa 28 de absorção de som que contém substancialmente os

meios de acionamento 13 da bancada de teste 12, permitindo assim que o ruído produzido particularmente pelos meios de acionamento 13 seja absorvido pela caixa 28, reduzindo assim a emissão de ruído da bancada de teste 12.

5 Em uma outra configuração a bancada de teste 12 inteira pode ser envolvida por uma caixa de absorção de som 28 ou as partes individuais da bancada de teste 12 que produzem ruído podem ser individualmente equipadas com meios 28 de redução de ruído. Nesta configuração os meios
10 28 de redução de ruído são passivos porém em outra configuração os meios 28 podem ser ativos, por exemplo provendo ruído em anti-fase ou de outro tipo.

Nesta configuração da invenção a bancada de teste 12 compreende adicionalmente meios de simulação na forma de
15 meios 29 de controle climático. Os meios 29 de controle climático são providos por meio de uma caixa 29 de controle climático que contém substancialmente o equipamento 22 da turbina eólica ou pelo menos uma parte do equipamento 22 a ser testada na bancada 12.

20 Nesta configuração a caixa de controle climático 29 permite que a temperatura no interior da caixa 29 seja ajustada e controlada livremente entre -45° e 55° Celsius quando o equipamento 22 se encontra inativo e não operacional e entre -40° e 90° Celsius durante a operação
25 do equipamento 22. Estas faixas de temperatura são na presente configuração da invenção suficientes para provisão de um ambiente eficiente e/ou realista para o equipamento

testado 22 porém em uma outra configuração a bancada 12 pode compreender meios para controle da temperatura ambiente do equipamento 22 em diferentes faixas e os meios 29 de controle climático podem compreender adicionalmente 5 meios para controle de outros parâmetros climáticos tais como umidade e/ou pressão atmosférica.

A Fig. 4 ilustra uma configuração de meios 19 de aplicação de carga, vistos em perspectiva.

Nesta configuração da invenção, os meios de 10 aplicação de carga 19 são formados como dois meios 20 de carga radial deslocados axialmente sobre um adaptador 24 de eixo feito para se adaptar, por exemplo, ao eixo de entrada 21 da caixa de engrenagens 6 da nacela ou ao eixo de entrada de outro equipamento 22 de turbina eólica.

15 Cada um dos meios 20 de carga radial compreende um grande mancal 25 de carga radial compreendendo um anel interno acoplado ao adaptador 24 de eixo ou esferas ou roletes correndo diretamente sobre a superfície externa do adaptador 24 de eixo e um anel externo ao qual são 20 acoplados quatro atuadores lineares 26 dispostos a espaços regulares.

Nesta configuração os atuadores lineares 26 são quatro cilindros hidráulicos 26 com um diâmetro de cilindro interno de 350 milímetros e um diâmetro externo da haste de 25 pistão de 120 milímetros operando com uma pressão de óleo de 175 bar ($178,45 \text{ kgf/cm}^2$), porém em uma outra configuração os cilindros podem evidentemente ser

dimensionados diversamente. Em uma outra configuração os atuadores lineares 26 podem igualmente ser pontas de eixo de acionamento motorizado, cilindros pneumáticos ou outros.

Em uma outra configuração os meios 20 de carga radial podem compreender um outro número de atuadores lineares 26 tal como um, dois, três ou mais e os atuadores lineares 26 podem ser dispostos e espaçados diferentemente.

Os atuadores lineares 26 são na outra extremidade rigidamente acoplados a uma estrutura substancialmente rígida da bancada de teste 12 permitindo que quando os atuadores lineares se estendem ou retraem esta carga seja transferida substancialmente na totalidade para o eixo de entrada 21 no qual o adaptador 24 de eixo se encontra montado ou ao qual se encontra acoplado.

Os cilindros hidráulicos 26 podem ser acoplados individualmente, por exemplo a válvulas proporcionais ou válvulas servo-controladas tornando possível controlar individualmente a carga imposta a cada um dos cilindros 26.

Em uma outra configuração da invenção o adaptador 24 de eixo pode compreender somente um meio 20 de carga radial ou mais de dois meios 20 de carga radial e os meios de carga radial podem atuar diretamente sobre o eixo de entrada 21 da nacela 3, diretamente sobre o eixo principal, o eixo de baixa velocidade e/ou o eixo de alta velocidade ou sobre o eixo de entrada e/ou de saída 21, 27 de outro equipamento de turbina eólica tal como um gerador, uma caixa de engrenagens, conexões de sistema de frenagem ou

outros.

A Fig. 5 ilustra uma configuração de uma bancada de teste 12 realizando um teste em uma nacela 3, em uma vista em perspectiva.

5 Nesta configuração da invenção a estrutura portadora da bancada de teste 12 é feita de uma treliça em grande parte soldada de tubos de aço ou vigas em que se encontram soldados vários elementos de reforço estrutural na forma de placas perfiladas em forma trapezoidal. As
10 placas perfiladas em forma trapezoidal são placas formadas como uma peça reta seguida por duas dobras de, por exemplo, 45°, em direções opostas, seguida de uma outra peça reta deslocada da primeira, seguida por duas dobras de 45° novamente, e assim por diante. Mediante provisão das áreas
15 abertas da estrutura de treliça com estas placas perfiladas, a estrutura portadora da bancada de teste 12 torna-se muito forte e rígida.

 Em uma outra configuração da invenção a estrutura portadora da bancada de teste 12 pode ser feita de uma
20 multiplicidade de diferentes formas tal como uma estrutura principalmente acoplada por meios de fixação tais como parafusos e porcas, parafusos ou rebites, pode ser parcialmente ou totalmente moldada em ferro forjado ou concreto, ou pode consistir em qualquer combinação das
25 técnicas mencionadas acima ou qualquer outra técnica que possa assegurar uma rigidez suficiente à bancada de teste 12 para transferência das cargas desejadas nas quantidades

desejadas nas localizações desejadas satisfatoriamente para assegurar uma confiabilidade tão grande quanto possível dos resultados dos testes.

Nesta configuração da invenção a estrutura portadora da bancada de teste 12 compreende uma estrutura que envolve substancialmente a interligação entre o equipamento de turbina eólica e o equipamento de teste da bancada de teste, particularmente os meios de carga radial 20. Isto é feito para provisão de uma estrutura forte e rígida para suspensão dos meios 20 de carga radial. Em uma outra configuração esta suspensão dos meios 20 de carga radial pode evidentemente ser realizada de múltiplas maneiras diferentes tal como uma estrutura de suspensão independente acoplada rigidamente ao resto da bancada de teste 12, ou outra.

Nesta configuração da invenção a estrutura portadora da bancada de teste 12 compreende adicionalmente um determinado número de meios amortecedores de vibrações na forma de placas de borracha dispostas estrategicamente entre os tubos de aço da estrutura portadora da bancada de teste 12 e mediante provisão dos pontos de conexão ou pontos de suporte no solo com meios amortecedores de vibração, impede-se que qualquer vibração da bancada de teste 12 seja transmitida para o solo.

Em uma outra configuração da invenção a bancada de teste 12 pode compreender outros tipos de meios amortecedores de vibrações tais como meios amortecedores

ativos, mediante provisão da bancada de teste 12 com reservatórios de líquido de amortecimento de vibrações, mediante provisão da bancada 12 com amortecedores de choques dispostos estrategicamente, ou por outros meios.

5 A Fig. 6 ilustra uma bancada de teste 12 realizando um teste em uma caixa de engrenagens, em uma vista em perspectiva.

Nesta configuração da invenção é estabelecido um ambiente similar ao de uma turbina eólica no fato de nesta
10 configuração uma caixa de engrenagens 6 de turbina eólica ser acoplada rigidamente à flange de acoplamento da bancada de teste 12 através de sua estrutura de suspensão original 31. Mediante teste da caixa de engrenagens 6 (bem assim como de todos os outros equipamentos 22 da turbina eólica)
15 suspensa em sua estrutura de suspensão real e original 31, é possível testar igualmente a estrutura de suspensão 31 do equipamento 31 durante o teste. Adicionalmente, mediante estabelecimento deste ambiente similar ao de uma turbina eólica, a interação entre o componente específico de
20 turbina eólica (6, 7, 8, 9) e sua estrutura de suspensão real 31 pode ser testada e a engrenagens 6 ilustrada pode dessa forma ser testada em condições muito realistas.

Em uma outra configuração os meios de simulação podem compreender dispositivos de montagem ou suspensão
25 amortecedores de vibrações, ou estruturas externas para provisão de rigidez adicional ou qualquer outra forma de estrutura ou dispositivo em que ou através de que os

componentes 6, 7, 8, 9 de turbina eólica seriam montados em uma turbina eólica real, dessa forma permitindo que os equipamentos 22 de turbina eólica possam ser testados com mais realismo e/ou eficiência.

5 Nesta configuração a estrutura de suspensão 31 compreende adicionalmente o mancal principal da nacela 3 tornando possível testar este ou estes mancais de uma forma eficiente e/ou realista.

10 O eixo de entrada 21 da caixa de engrenagens 6 é acoplado aos meios de acionamento 13 e diretamente ou indiretamente aos meios 20 de carga radial e o eixo de saída 27 da caixa de engrenagens é acoplado a um gerador 30 da bancada de teste 12.

15 Mediante controle do gerador 30 é possível aplicar uma carga ao eixo de saída 27 que tentaria resistir à rotação do eixo 27, tornando assim possível, por exemplo, impor sobrecargas extremas, situações de avaria ou outras situações à caixa de engrenagens que não seriam facilmente simuladas de outra forma.

20 A Fig. 7 ilustra uma bancada de teste 12 realizando um teste em uma caixa de engrenagens em uma outra configuração de uma caixa de engrenagens 6 de turbina eólica, em uma vista em perspectiva.

25 Nesta configuração da invenção uma outra configuração de uma caixa de engrenagens 6 de turbina eólica é acoplada rigidamente à flange de acoplamento da bancada de teste 12 através de sua estrutura de suspensão

original 31, que nesta configuração compreende uma campânula de engrenagem 11. A caixa de engrenagens 6 é nesta configuração uma caixa de engrenagens epicíclica em que o eixo de entrada 21 é constituído em princípio pela portadora planetária da caixa de engrenagens. Nesta configuração o mancal principal da nacela 3 é incorporado na caixa de engrenagens 6 e portanto é igualmente testado em um teste da caixa de engrenagens 6.

Nesta configuração os meios de acoplamento que acoplam o eixo de saída 27 da caixa de engrenagens 6 e o eixo de entrada do gerador 30 da bancada de teste encontram-se removidos, revelando assim o eixo de saída 27 da caixa de engrenagens 6, e nesta configuração a caixa de engrenagens 6 compreende apenas um eixo de saída 27, porém em uma outra configuração a caixa de engrenagens 6 pode compreender dois eixos de saída 27 ou mesmo mais, por exemplo para acoplamento a dois ou mais geradores 8 separados na nacela 3 da turbina eólica.

A Fig. 8 ilustra uma outra configuração de uma bancada de teste 12 na qual está sendo realizado um teste de gerador 8 de turbina eólica, em uma vista lateral.

Nesta configuração a bancada de teste 12 é configurada para testar um gerador 8 de turbina eólica. Na medida em que um gerador 6 é feito para produzir energia idealmente substancialmente à mesma velocidade de rotação que a velocidade de rotação nominal da maioria dos motores elétricos 15, os meios de acionamento 13 desta bancada de

teste 12 não compreendem uma caixa de engrenagens 16, fazendo o eixo de saída do motor 15 da bancada de teste encontrar-se mais ou menos diretamente acoplado ao eixo de entrada 21 do gerador 8 através de um acoplamento 18 e um sistema de frenagem 17 da bancada de teste 12.

Devido ao fato de o gerador 8 ser testado sem a estrutura 10 de suporte de carga que definiria sua orientação em uma nacela, a bancada de teste 12 é provida nesta configuração com meios de simulação na forma de meios de inclinação 32, permitindo o estabelecimento de condições semelhantes às de uma turbina eólica no fato de o gerador poder ser testado em um ângulo A correspondente a seu ângulo MA em relação a um plano horizontal quando o gerador se encontra montado em uma turbina eólica 1 operacional.

Nesta configuração o gerador 8 é ligado a meios de simulação de malha elétrica aplicando uma carga indireta ao eixo de entrada 21 do gerador 8, em que quando ligado a estes meios de simulação de malha elétrica é possível simular diferentes situações em que o gerador produz energia fazendo o rotor do gerador 8 resistir a rotação e dessa forma aplicar carga ao eixo de entrada 21.

Em uma outra configuração a bancada 21 pode igualmente ser provida com outros meios 19 de aplicação de carga tais como meios que aplicam uma carga substancialmente axial ao eixo de entrada 21 do gerador 8.

A invenção foi exemplificada acima com referência a exemplos específicos de bancadas de teste 12, equipamentos

22 de turbinas eólicas, meios 19 de aplicação de carga e outros. Entretanto, deverá ser entendido que a invenção não se encontra limitada aos exemplos específicos descritos acima e pode ser projetada e alterada em uma multiplicidade de variedades dentro do escopo da invenção conforme especificado nas reivindicações.

Lista

1. Turbina eólica
2. Torre
3. Nacela
- 5 4. Rotor
5. Pá
6. Caixa de engrenagens
7. Sistema de frenagem
8. Gerador
- 10 9. Inversor
10. Estrutura de suporte de carga
11. Campânula de engrenagem
12. Bancada de teste
13. Meio de acionamento
- 15 14. Sistema de acionamento
15. Motor elétrico
16. Caixa de engrenagens da bancada de teste
17. Sistema de frenagem da bancada de teste
18. Acoplamento da bancada de teste
- 20 19. Meio de aplicação de carga
20. Meio de carga radial
21. Eixo de entrada
22. Equipamento da turbina eólica
23. Flange de acoplamento da torre
- 25 24. Adaptador de eixo
25. Mancal radial
26. Atuador linear de carga radial

- 27. Eixo de saída
- 28. Meio de redução de ruído
- 29. Meio de controle climático
- 30. Gerador da bancada de teste
- 5 31. Estrutura de suspensão
- 32. Meio de inclinação
- A. Ângulo do equipamento
- NA. Ângulo de operação normal

- REIVINDICAÇÕES -

1. BANCADA DE TESTE PARA TESTE DE EQUIPAMENTO DE TURBINA EÓLICA, a referida bancada de teste (12) sendo caracterizada por compreender

5 um ou mais meios (19) de aplicação de carga que aplicam carga diretamente e/ou indiretamente ao referido equipamento (22),

meios de acionamento (13) da referida bancada de teste (12) para rotação de um eixo de entrada (21) de uma
10 caixa de engrenagens (6) de turbina eólica e/ou de um eixo de entrada (21) de um gerador (8) de turbina eólica pelo menos durante uma parte do teste, e

meios de simulação para estabelecimento de ambientes ou condições semelhantes aos de uma turbina
15 eólica.

2. Bancada de teste, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por o referido equipamento (22) consistir em componentes de sistema de acionamento (14) de turbina eólica tais como mancal principal, caixa de engrenagens (6)
20 e gerador (8), e o referido gerador (8) ser ligado a uma malha elétrica pública ou a um meio de simulação de malha elétrica pública.

3. Bancada de teste, de acordo com a reivindicação 2, caracterizada por a referida malha elétrica pública ou o
25 referido meio de simulação de malha elétrica pública constituir um meio indireto de aplicação de carga da referida bancada de teste (12).

4. Bancada de teste, de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 e 3, caracterizada por o referido meio de simulação de malha elétrica pública compreender meios para realização de testes destinados a determinar se o referido
5 equipamento (22) é compatível com diferentes códigos de malha elétrica pública.

5. Bancada de teste, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada por pelo menos um dos referidos um ou mais meios de aplicação de carga (19)
10 compreender meios para aplicação de carga axial e/ou radial ao referido eixo de entrada (21).

6. Bancada de teste, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizada por os referidos um ou mais meios (19) de aplicação de carga compreenderem dois ou
15 mais meios (20) de carga radial para aplicação de carga substancialmente radial ao referido eixo de entrada (21), em que os referidos dois ou mais meios (20) de carga radial são deslocados axialmente.

7. Bancada de teste, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizada por os referidos meios de simulação compreenderem meios (29) de controle climático para controlarem substancialmente um ou mais parâmetros climáticos tais como a temperatura, a umidade e a pressão atmosférica do ambiente circundante a pelo menos uma parte
20 do referido equipamento (22).
25

8. Bancada de teste, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizada por os referidos meios

de simulação compreenderem meios para posicionamento do referido equipamento (22) em um ângulo definido (A) relativamente a um plano horizontal pelo menos durante o referido teste, em que o referido ângulo definido (A) é
5 diferente de 0° .

9. Bancada de teste, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizada por os referidos um ou mais meios (19) de aplicação de carga compreenderem meios de resistência a rotação para oferecerem resistência a um
10 movimento de rotação de um ou mais eixos de saída (27) de uma caixa de engrenagens (6) do referido equipamento (22)

10. Bancada de teste, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizada por os referidos meios de resistência a rotação compreenderem um gerador (8)
15 de bancada de teste da referida bancada de teste (12).

11. Bancada de teste, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizada por os referidos um ou mais meios (19) de aplicação de carga aplicarem carga ao referido eixo de entrada (21) e/ou a um eixo de saída
20 (27) do referido equipamento (22).

12. Bancada de teste, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizada por os referidos meios de simulação compreenderem meios para montagem de componentes (6, 7, 8, 9) da turbina eólica através de sua
25 estrutura de suspensão real (31).

13. MÉTODO PARA TESTE DE EQUIPAMENTO (22) DE TURBINA EÓLICA, o referido método sendo caracterizado por

compreender as etapas de

- posicionamento do referido equipamento (22) no interior de, sobre, ou em, uma bancada de teste (12),
 - 5 • rotação de um eixo de entrada (21) de uma caixa de engrenagens (6) de turbina eólica e/ou de um eixo de entrada (21) de um gerador (8) de turbina eólica por meios de acionamento (13) da referida bancada de teste (12), e
 - 10 • aplicação direta e/ou indireta de carga ao referido equipamento (22) utilizando meios (19) de aplicação de carga da referida bancada de teste (12).
- 15 14. Método, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por ser aplicada carga ao referido equipamento (22) mediante acoplamento de um gerador (8) do referido equipamento (22) a uma malha elétrica pública ou a um meio de simulação de malha elétrica pública.
- 20 15. Método, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado por a voltagem de malha e a frequência de malha do referido meio de simulação de malha elétrica pública poderem ser ajustadas dinamicamente durante o referido teste.
- 25 16. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 15, caracterizado por a referida carga axial e/ou radial ser aplicada (26) a um eixo de entrada

(21) do referido equipamento (22) durante o teste.

17. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 16, caracterizado por serem controlados durante o teste um ou mais parâmetros climáticos tais com a temperatura, a umidade e a pressão atmosférica do ambiente circundante a pelo menos uma parte do referido equipamento (22).

18. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 17, caracterizado por o referido equipamento (22) ser posicionado em um ângulo definido (A) com relação a um plano horizontal pelo menos durante o referido teste, em que o referido ângulo definido (A) é diferente de 0° .

19. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 18, caracterizado por o referido método compreender adicionalmente a etapa de resistência a um movimento de rotação de um ou mais eixos de saída (27) de uma caixa de engrenagens (6) do referido equipamento (22).

20. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 19, caracterizado por o referido teste também testar a estrutura de suspensão (31) do referido equipamento (22) e/ou a interação entre um ou mais componentes (6, 7, 8, 9) da turbina eólica e a referida estrutura de suspensão (31).

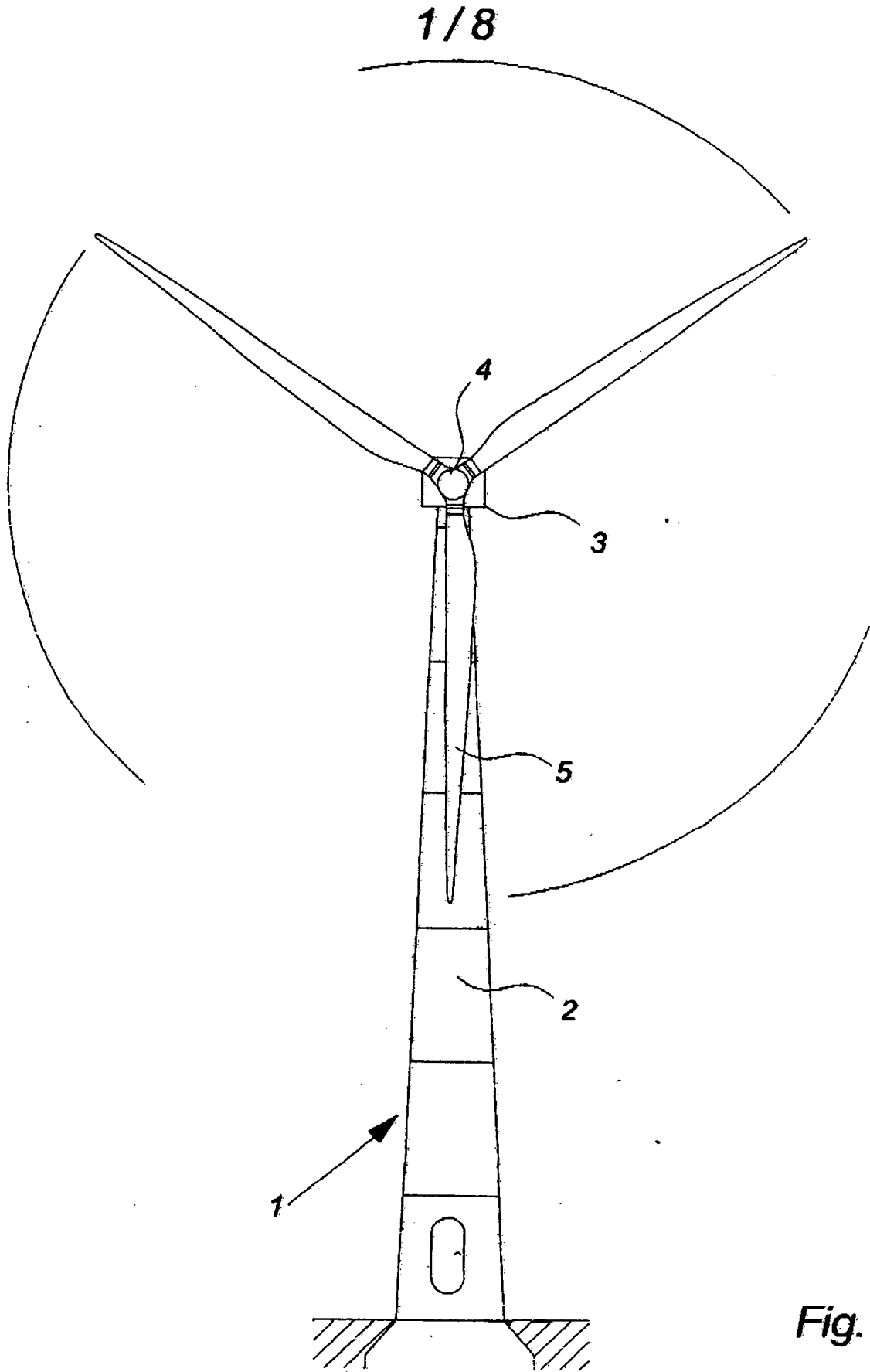


Fig. 1

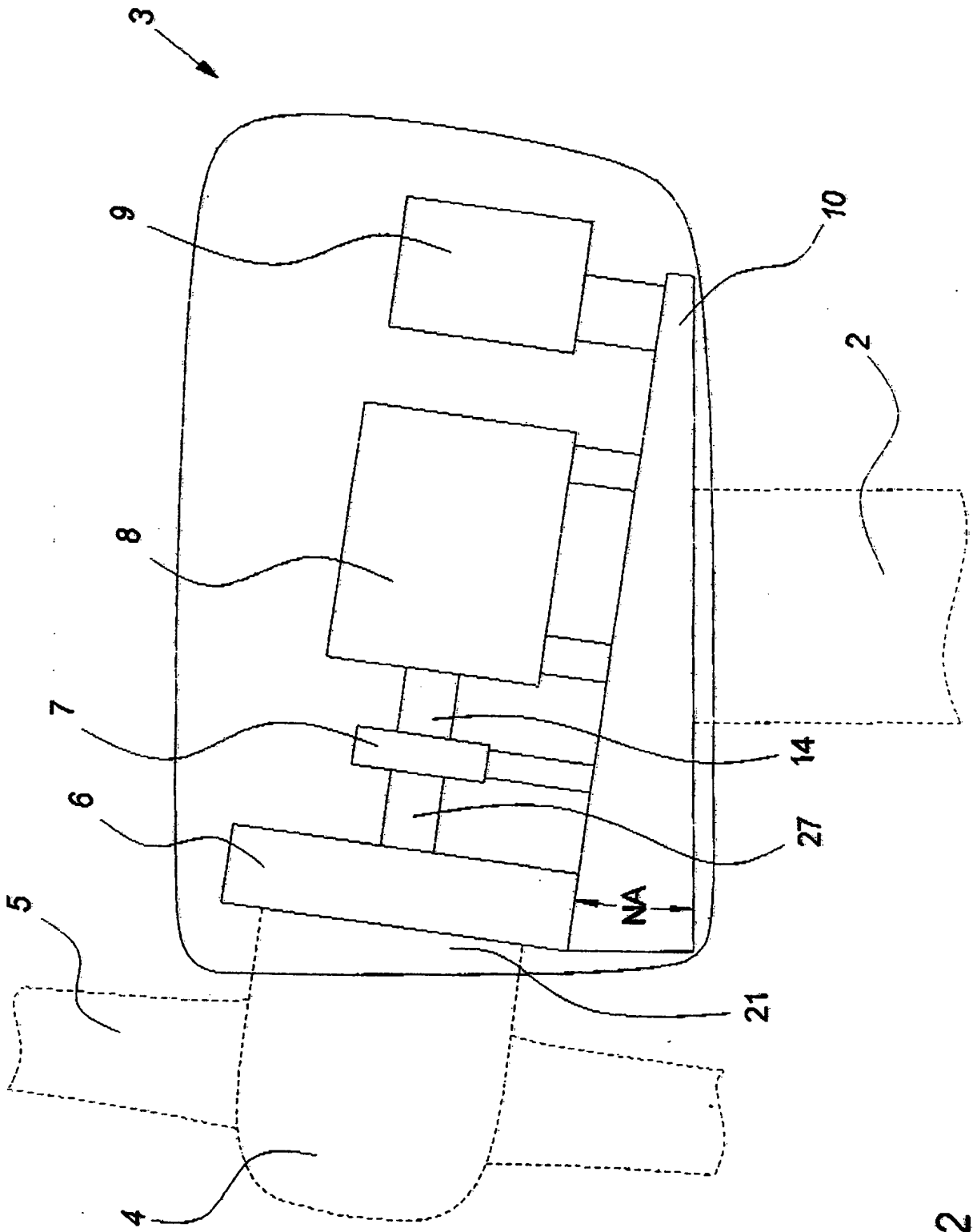


Fig. 2

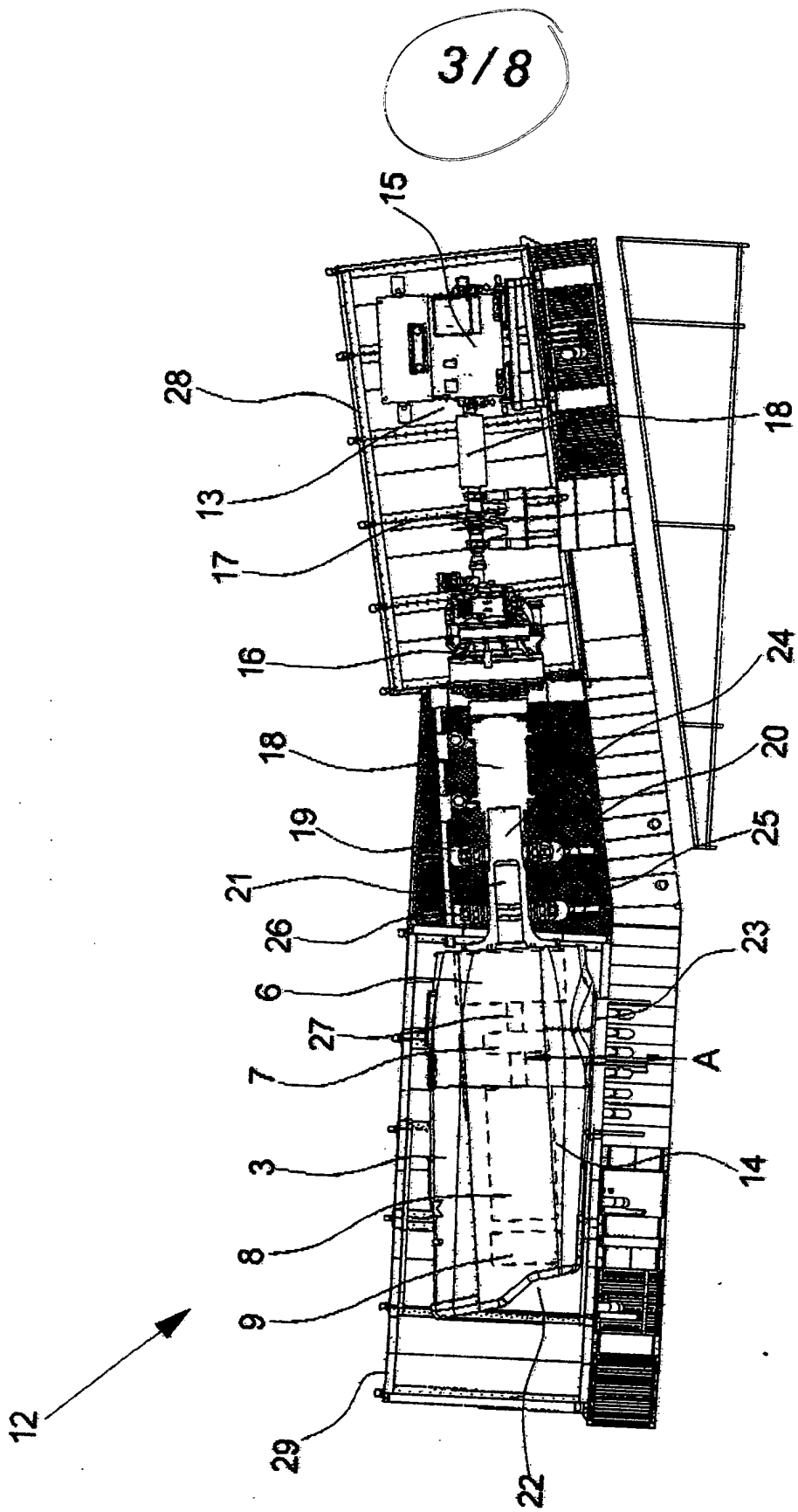


Fig. 3

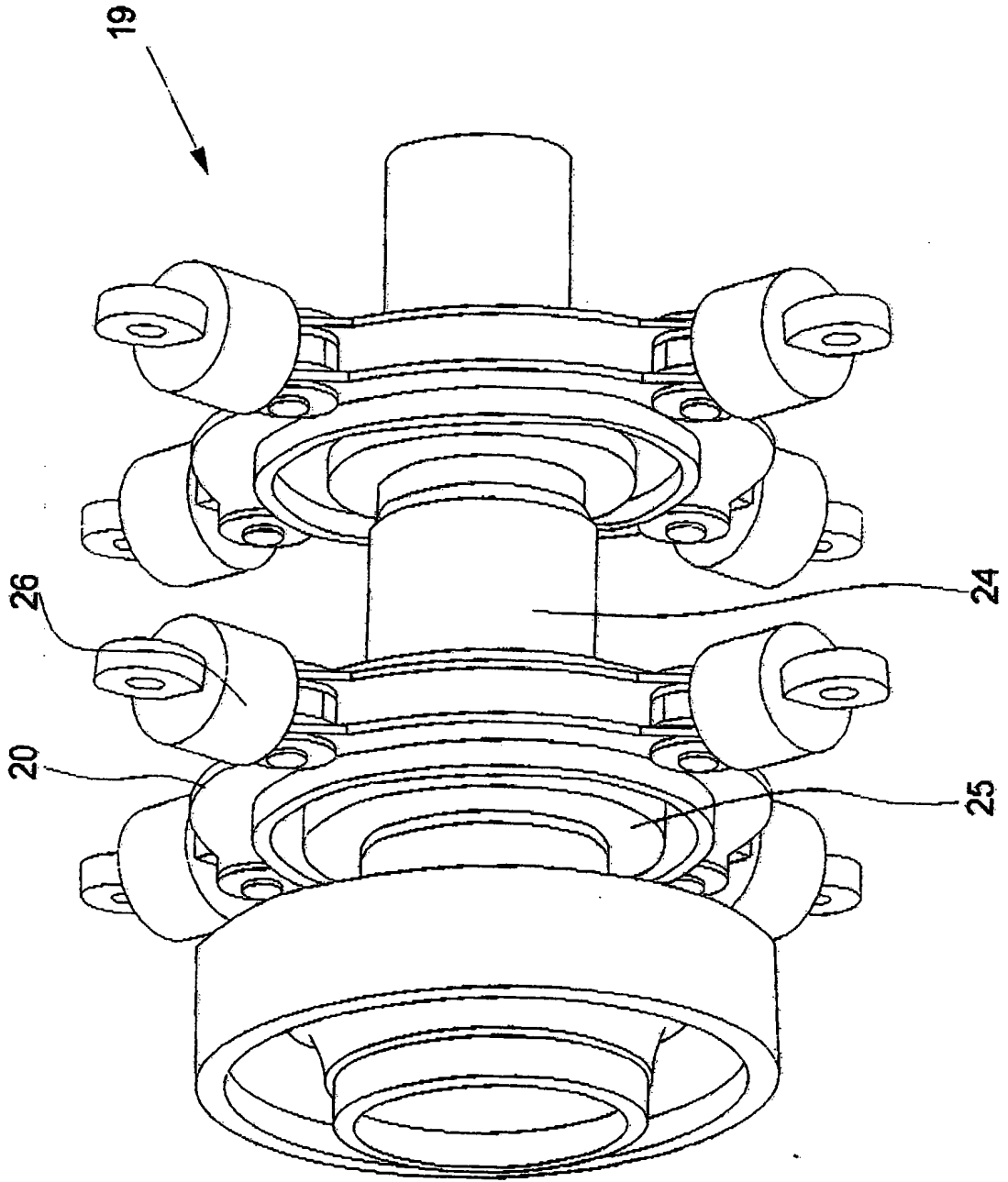


Fig. 4

5/8

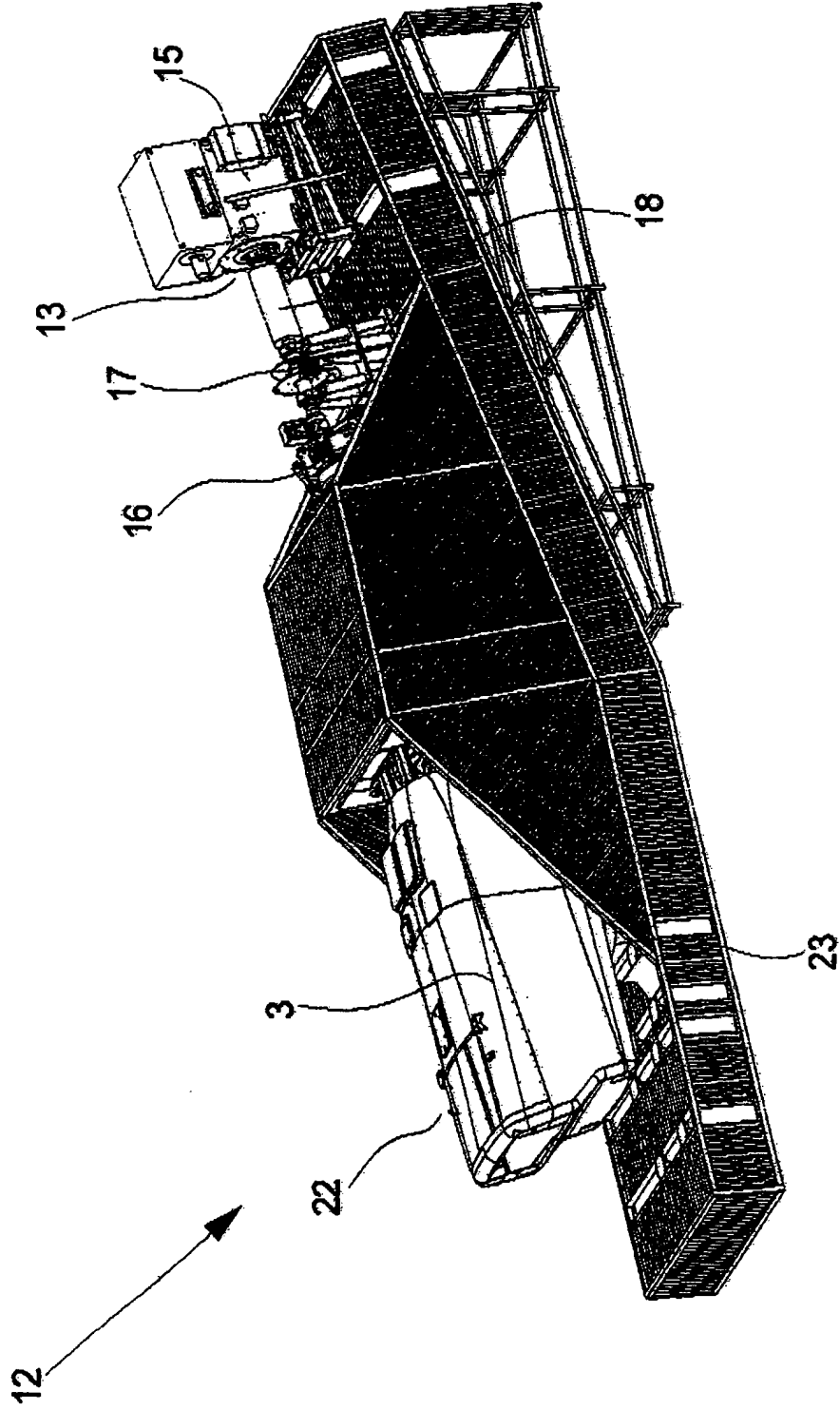


Fig. 5

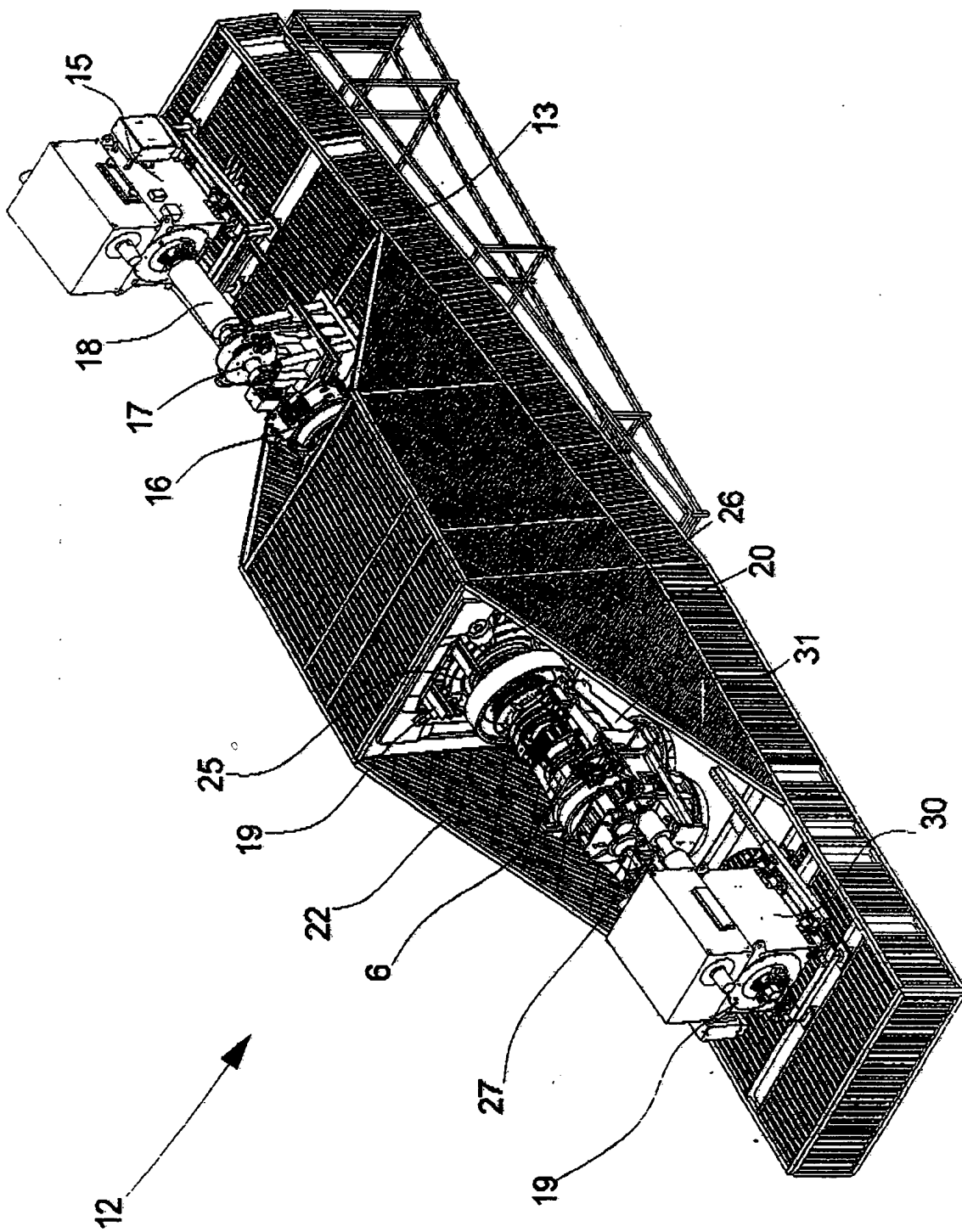


Fig. 6

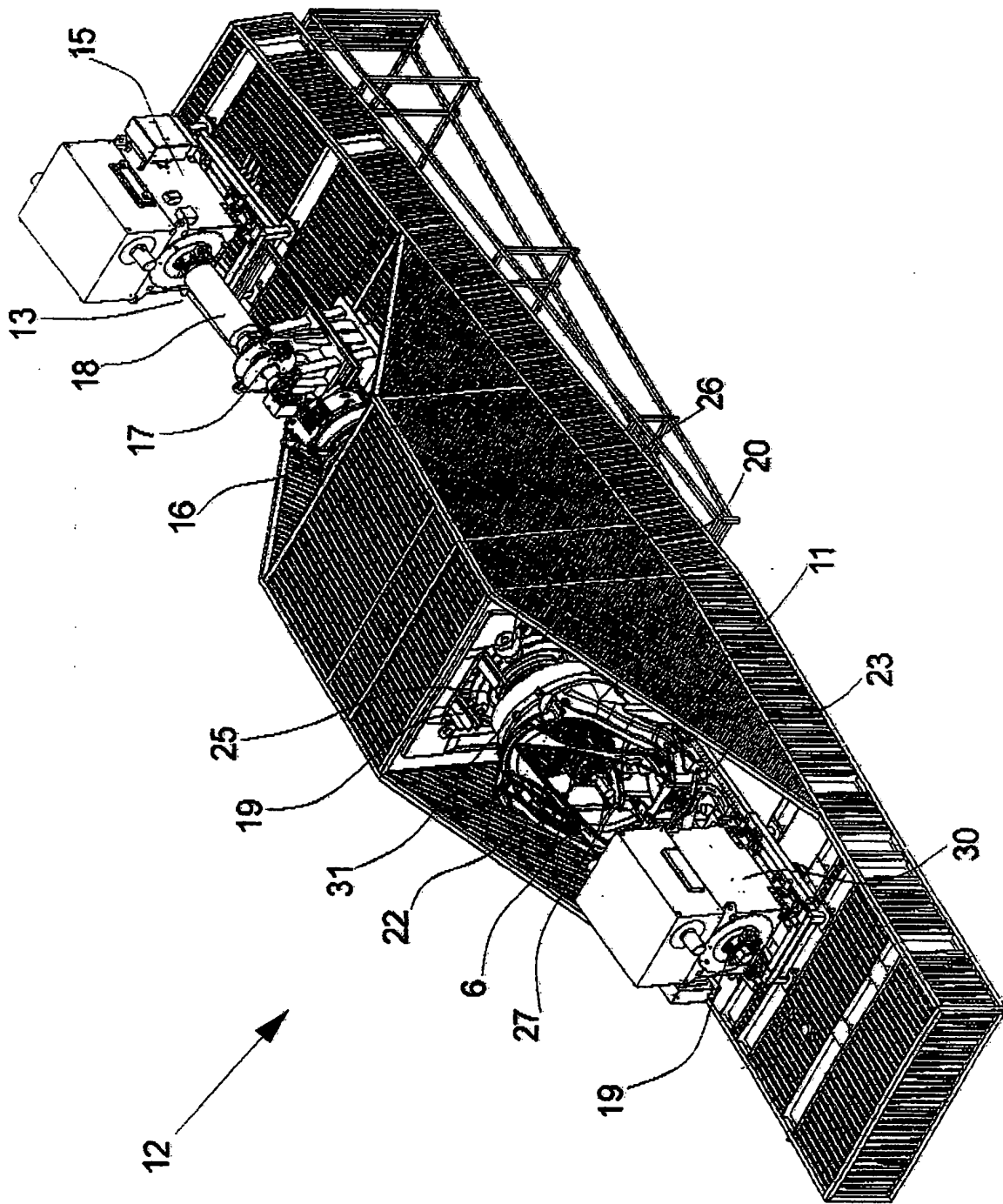


Fig. 7

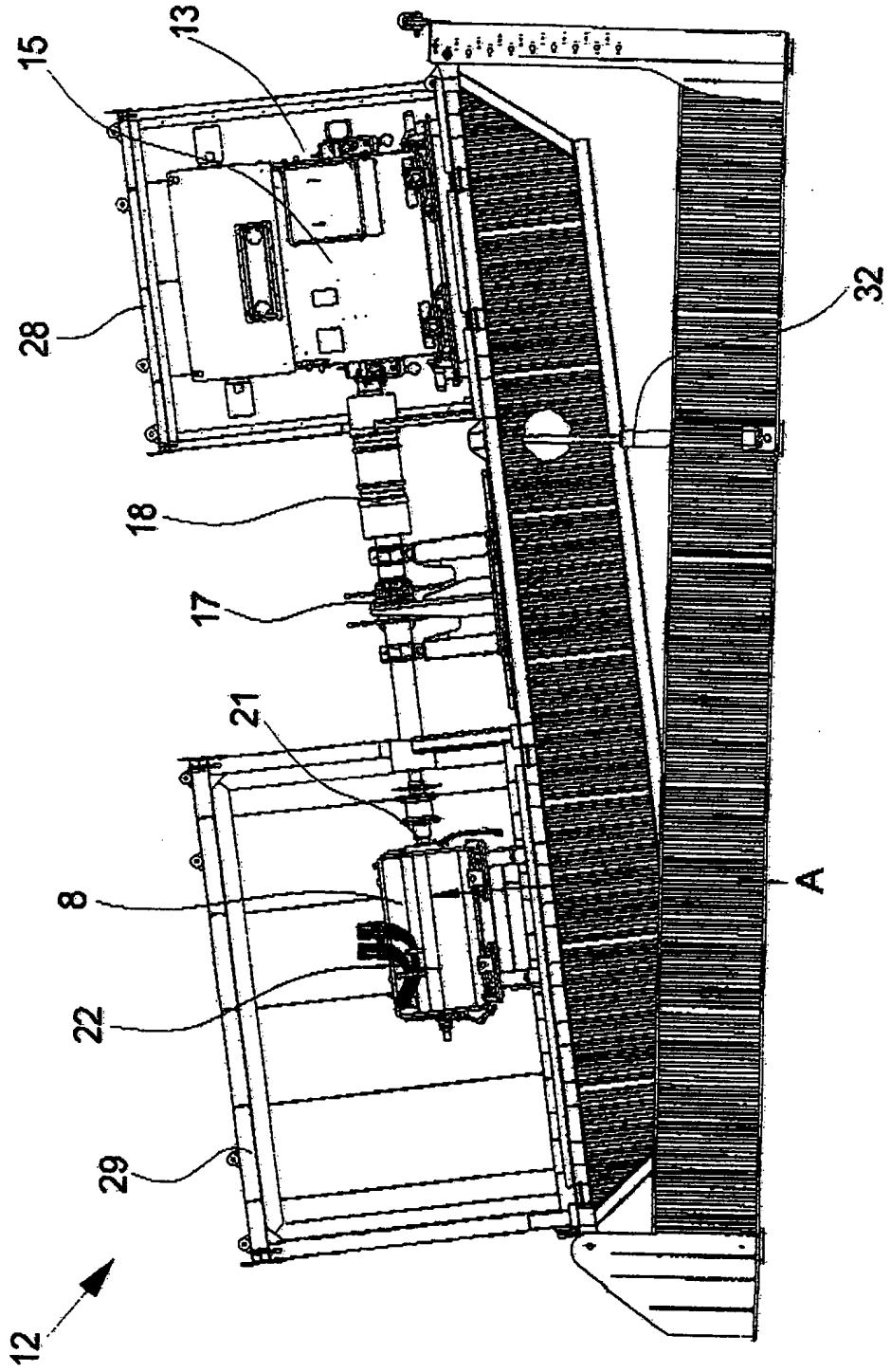


Fig. 8

- RESUMO -

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

5 A invenção refere-se a uma bancada de teste (12) para teste de equipamento (22) de turbina eólica. A bancada de teste (12) compreende um ou mais meios (19) de aplicação de carga que aplicam carga diretamente ou indiretamente ao equipamento (22), meios de acionamento (13) da bancada de
10 teste (12) para rotação de um eixo de entrada (21) do equipamento (22) pelo menos durante uma parte do teste, e meios de simulação para estabelecimento de condições ou ambientes semelhantes aos de uma turbina eólica. A invenção refere-se adicionalmente a um método para teste de
15 equipamento (22) de turbina eólica. O método compreende as etapas de posicionamento do equipamento (22) no interior de, sobre, ou na bancada de teste (12), rotação de um eixo de entrada (21) do equipamento (22) por meios de acionamento (13) da bancada de teste (12), e aplicação de
20 carga diretamente e/ou indiretamente ao equipamento (22) por meios (19) de aplicação de carga da bancada de teste (12).