

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

(21) PI 1102919-6 A2



* B R P I 1 1 0 2 9 1 9 A 2 *

(22) Data de Depósito: 29/06/2011
(43) Data da Publicação: 16/07/2013
(RPI 2219)

(51) *Int.Cl.*:
F03D 11/00
G05D 3/12
F03D 7/04

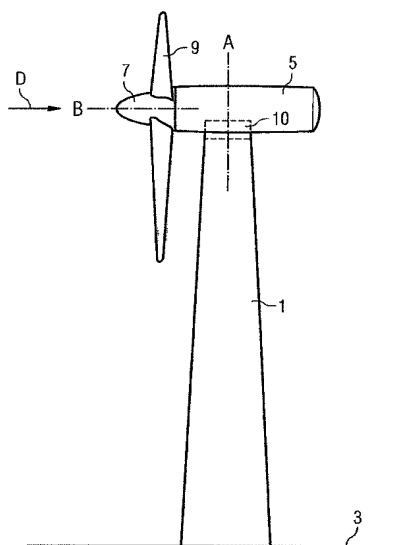
(54) **Título:** SISTEMA DE GUINADA DE TURBINA EÓLICA E MÉTODO DE CONTROLE DO MESMO

(30) **Prioridade Unionista:** 29/06/2010 EP 10167623.7

(73) **Titular(es):** Siemens Aktiengesellschaft

(72) **Inventor(es):** Kurt Andersen

(57) **Resumo:** SISTEMA DE GUINADA DE EÓLICA E MÉTODO DE CONTROLE DO MESMO. A presente invenção refere-se a um sistema de guinada de turbina eólica com uma engrenagem de guindada (11), pelo menos dois pinhões (13) pelo menos duas unidades de acionamento (23), onde cada unidade de acionamento (23) está associada a um dos pinhões (13) para acionamento do respectivo (13) é proporcionado. O sistema de guinada compreende um sistema de controle com um controlador (25) para geração, para cada unidade de acionamento (23), de um sinal de controle de unidade de acionamento para controlar a respectiva unidade de acionamento (23) de modo a obter o pelo menos um valor de parâmetro operacional desejado na respectiva unidade de acionamento (23). O sistema de controle compreende pelo menos um ciclo de retroalimentação para cada unidade de acionamento (23) que alimenta pelo menos um sinal de retorno de unidade de acionamento compreendendo pelo menos o valor real de um parâmetro operacional da respectiva unidade de acionamento (23) de volta para controlar (25). Além disso, o controlador (25) é adaptado para gerar os sinais de controle de unidade de acionamento baseado no sinal de referência e nos sinais de retorno.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**SISTEMA DE
GUINADA DE TURBINA EÓLICA E MÉTODO DE CONTROLE DO MESMO**".

A presente invenção refere-se a um sistema de guinada de turbina eólica com uma engrenagem de nacela, pelo menos dois pinhões e pelo menos duas unidades de acionamento, cada unidade de acionamento está associada a um dos pinhões. Além disso, a invenção refere-se a um método de controle para tal sistema de guinada de turbina eólica.

Um sistema de guinada de turbina eólica está localizado entre a nacela e a torre de uma turbina eólica e serve para rotação do rotor da turbina eólica em torno do eixo da torre. Ele compreende, tipicamente, um conjunto de engrenagem com uma coroa fixada à torre e pelo menos um pinhão de acionamento de motor fixada à nacela. Usualmente, pelo menos dois pinhões de acionamento de motor estão presentes para obter uma distribuição de carga mais uniforme sobre a coroa. Um exemplo de um sistema de guinada para turbina eólica é descrito no documento WO 2008/053017 A2. Quando o eixo do rotor da turbina eólica não está em alinhamento com a direção do vento, o sistema de guinada gira a nacela, de modo a manter o eixo do rotor em alinhamento com a direção do vento acionando os pinhões os quais se engrenam na coroa.

Conforme já mencionado, tipicamente, pelo menos duas unidades de acionamento e pinhões que se engrenam no pinhão são usadas. Contudo, tal configuração representa motores mecanicamente conectados, o que pode levar a problemas de compartilhamento de carga, tais como diferentes cargas experimentadas pelos motores, não apenas quando motores de diferentes tamanhos são usados, mas também quando motores do mesmo tamanho são usados, os quais têm características ligeiramente diferentes. Embora em baixa carga o baixo compartilhamento usualmente não seja um problema, em alta carga ou carga total, o motor de acionamento com deslizamento inferior recebe um maior grau da carga do que o motor com um deslizamento maior. Isso, por sua vez, induz à falha e desgaste desigual dos componentes mecânicos dos motores de acionamento e das transmissões.

Portanto, é um objetivo da presente invenção proporcionar um sistema de guinada de turbina eólica o qual permite distribuição mais uniforme das

cargas sobre as unidades de acionamento em um sistema de guinada. É um outro objetivo proporcionar uma turbina eólica vantajosa. É ainda um outro objetivo da presente invenção proporcionar um método para controle das unidades de acionamento em um sistema de guinada o qual permite distribuir mais uniformemente as cargas sobre as unidades de acionamento.

Esses objetivos são resolvidos por um sistema de guinada de turbina eólica de acordo com a reivindicação 1, por uma turbina eólica de acordo com a reivindicação 11 e um método de controle de um sistema de guinada de turbina eólica de acordo com a reivindicação 12, respectivamente. As reivindicações dependentes contêm outros desenvolvimentos da invenção.

Um sistema de guinada de turbina eólica da invenção compreende uma engrenagem de guinada, pelo menos dois pinhões, pelo menos duas unidades de acionamento onde cada unidade de acionamento está associada a um dos pinhões para acionamento do respectivo pinhão e um sistema de controle com um controlador. O controlador é configurado para geração, para cada unidade de acionamento, de um sinal de controle de unidade de acionamento para controlar a respectiva unidade de acionamento de acordo com um sinal de referência de unidade de acionamento compreendendo pelo menos um valor de parâmetro operacional desejado para a respectiva unidade de acionamento, de modo a obter pelo menos um valor de parâmetro operacional desejado na respectiva unidade de acionamento. O sistema de controle ainda compreende pelo menos um ciclo de retroalimentação para cada unidade de acionamento, ciclo de retroalimentação o qual alimenta pelo menos um sinal de retorno para a unidade de acionamento compreendendo pelo menos o valor real do parâmetro operacional da respectiva unidade de acionamento de volta para o controlador. O controlador é adaptado para gerar os sinais para unidade de acionamento baseado no sinal de referência e nos sinais de retorno.

Uso dos ciclos de retroalimentações permite controlar as unidades de acionamento, de modo a minimizar a diferença entre as cargas experimentadas pelas unidades de acionamento individuais. Tomando essa medida, a falha mecânica e desgaste podem ser igualmente distribuídos entre os componentes mecânicos e/ou elétricos das unidades de acionamento o que, por sua

vez, assegura uma vida útil prolongada e um intervalo de serviço prolongado aos componentes.

Em particular, cada unidade de acionamento pode compreender pelo menos um sensor de torque que capta um torque produzido nas respectivas unidades de acionamento. O sensor de torque pode ser um sensor de torque mecânico ou eletromagnético. Nesse caso, cada sinal de retorno pode representar pelo menos a produtividade do respectivo sensor de torque.

De preferência, cada unidade de acionamento compreende um motor elétrico. Então, cada sinal de retorno pode, em particular, representar pelo menos um parâmetro operacional do respectivo motor elétrico. Por exemplo, a carga experimentada por um motor elétrico pode ser usada como parâmetro operacional no sinal de retorno. Além disso, uma vez que a carga experimentada por um motor elétrico pode ser representada pela corrente consumida pelo respectivo motor, essa corrente é indicativa da carga que o motor experimenta e pode, portanto, ser usada como um parâmetro operacional que representa a carga experimentada pelo motor no sinal de retorno.

Além disso, cada unidade de acionamento pode compreender uma engrenagem entre o motor elétrico e o pinhão. Nesse caso, cada sinal de retorno pode representar pelo menos um parâmetro operacional da engrenagem. Por exemplo, um sensor de torque, tal como o sensor de torque já mencionado, pode estar localizado no lado de alta velocidade da engrenagem e/ou no lado de baixa velocidade da engrenagem. Então, o parâmetro operacional da engrenagem seria o torque experimentado pela engrenagem ou produzido pela engrenagem, respectivamente. Como uma outra alternativa, um sensor de torque poderia estar localizado na engrenagem em si.

Ainda, cada unidade de acionamento pode compreender um codificador de posição que codifica a posição rotacional de um eixo que conecta o motor e o pinhão ou, se uma engrenagem está presente entre o motor e o pinhão, o motor e a engrenagem ou a engrenagem e o pinhão. Como uma outra alternativa, o codificador de posição poderia estar localizado em uma roda de engrenagem da engrenagem. Se tal codificador de posição está presente, o sinal de retorno pode representar pelo menos o produto do respectivo codifica-

dor de posição o qual pode representar, se adequadamente calibrado, a carga que atua sobre o pinhão.

Ainda, cada unidade de acionamento pode compreender um conversor de frequência entre o controlador e o motor para controlar a velocidade do motor. Nesse caso, cada sinal de retorno pode representar pelo menos um parâmetro operacional do respectivo conversor de frequência.

Uma turbina eólica da invenção compreende um sistema de guinada de turbina eólica da invenção. Em tal turbina eólica, a vida útil do sistema de guinada pode ser prolongada, assim como os intervalos de serviço, mediante o uso do sistema de guinada da invenção.

De acordo com um outro aspecto da invenção, um método de controle de um sistema de guinada de turbina eólica com uma engrenagem de guinada, pelo menos dois pinhões e pelo menos duas unidades de acionamento, onde cada unidade de acionamento está associada a um dos pinhões para acionamento do respectivo pinhão, é proporcionado. No método da invenção, cada unidade de acionamento é controlada de acordo com um sinal de referência de unidade de acionamento compreendendo pelo menos um valor de parâmetro operacional desejado para a respectiva unidade de acionamento, de modo a obter o pelo menos um valor de parâmetro operacional desejado na respectiva unidade de acionamento. Pelo menos o valor real do parâmetro operacional de cada unidade de acionamento é realimentado ao controlador por meio de um sinal de retorno. O controlador gera os sinais de controle de unidade de acionamento para as unidades de acionamento baseado no sinal de referência e nos respectivos sinais de retorno.

Uso dos sinais de retorno a partir das unidades de acionamento permite controlar as unidades de acionamento de modo a minimizar diferenças de carga entre as unidades de acionamento individuais. Tomando essa medida, diferenças na falha e desgaste das unidades de acionamento individuais podem ser reduzidas o que, por sua vez, permite prolongar a vida útil do sistema de guinada e prolongar os intervalos de serviço.

Em particular, os sinais de controle de unidade de acionamento podem ser gerados baseado no sinal de referência e diferenças entre os valores

de parâmetro operacional contidos nos respectivos sinais de retorno. Contudo, também é possível gerar cada sinal de controle de unidade de acionamento baseado na diferença entre o pelo menos um valor de parâmetro operacional do sinal de referência e o pelo menos um valor de parâmetro operacional do sinal de retorno da unidade de acionamento a ser controlada pelo respectivo

5 sinal de controle de unidade de acionamento.

Se cada unidade de acionamento compreende um motor elétrico, o sinal de retorno de uma unidade de acionamento pode representar pelo menos um parâmetro operacional do respectivo motor, por exemplo, a corrente consumida pelo motor, a qual é indicativa da carga experimentada pelo motor.

10

Além disso, se cada unidade de acionamento compreende um conversor de frequência para controlar a velocidade do motor elétrico e/ou uma engrenagem entre o motor elétrico e o pinhão, o sinal de retorno de uma unidade de acionamento pode representar pelo menos um parâmetro operacional do respectivo conversor de frequência e/ou da respectiva engrenagem. Por exemplo, o parâmetro operacional mencionado pode ser o torque que um eixo conectado à engrenagem produz ou experimenta, um produto do conversor de frequência, a posição rotacional da engrenagem, etc.

15

Outras características, propriedades e vantagens da presente invenção se tornarão evidentes a partir da descrição a seguir de modalidades em conjunto com os desenhos em anexo.

20

A figura 1 mostra esquematicamente uma turbina eólica.

A figura 2 mostra esquematicamente a coroa e um outro pinhão do sistema de guinada da turbina eólica mostrada na figura 1.

A figura 3 mostra características típicas de motor de motores elétricos.

25

A figura 4 mostra esquematicamente um sistema de controle do sistema de guinada de turbina eólica.

Uma turbina eólica típica é mostrada na figura 1. A turbina eólica 1 compreende uma torre 1 a qual repousa sobre uma base na terra 3. Na parte superior da torre 1, uma nacela 5 está localizada, a qual traz um rotor 7 acionado pelo vento. Tipicamente, o rotor compreende três pás de rotor 9 dispostas

30

em ângulos de 120° . Outros projetos de rotor com mais ou menos de três pás de rotor são possíveis, por exemplo, rotores com duas pás ou mesmo rotores com uma pá. Contudo, rotores com duas pás e, em particular, rotores com três pás são mais comumente usados.

5 Um acionador de guinada 10 está disposto entre a nacela 5 e a torre 1 para permitir que a nacela 5 seja girada em torno de um eixo A da torre, de modo a manter o eixo de rotor B em alinhamento com a direção do vento D e manter o eixo de rotor B alinhado com a direção do vento D. Um acionador de guinada 10 típico é esquematicamente mostrado na figura 2 em vista plana. Ele
10 compreende uma coroa 11 a qual está, tipicamente, localizada na parte superior da torre e uma série de pinhões 13 localizados na nacela 5, os quais se engrenam na coroa 11. Os pinhões 13 podem ser acionados por motores elétricos de modo que, mediante rotação do pinhão 13, uma rotação da nacela 5 em torno de eixo A pode ser realizada. Note que, embora a coroa esteja, tipicamente,
15 localizada na torre 1 e os pinhões 13 estejam tipicamente, localizados na nacela 5, seria também possível posicionar os pinhões 13 na torre 1 e a coroa 11 na nacela 5.

Uma vista plana esquemática de um conjunto de engrenagem usado em um sistema de guinada de turbina eólica é mostrado na figura 2. A figura
20 mostra a coroa 11 e dois pinhões 13. Note que não é obrigatório usar dois pinhões 13. Na verdade, o número de pinhões 13 pode ser mais de dois, por exemplo, três ou quatro ou mesmo mais pinhões. Um número maior de pinhões leva a uma distribuição de carga mais uniforme na coroa.

Conforme já mencionado, os pinhões 13 são, tipicamente, acionados por motores elétricos, isto é, motores de indução os quais, tipicamente,
25 consistem de dois conjuntos elétricos básicos, isto é, um estator enrolado e um conjunto de rotor. Quando de fornecimento de uma corrente AC, em particular uma corrente bi ou trifásica, aos enrolamentos do estator, isso produz um campo magnético giratório que atua sobre o rotor. O rotor gira em virtude do campo magnético giratório, o qual induz a uma corrente nos condutores do rotor.
30

Quando nenhuma carga é aplicada ao rotor, o rotor gira com a mesma frequência rotacional que o campo magnético, isto é, o rotor gira com a

assim denominada velocidade sincrônica do motor. Essa velocidade sincrônica é determinada pelo número de pólos no estator e a frequência do suprimento elétrico de acordo com a fórmula:

$$N_s = \frac{f}{P}, \text{ onde:}$$

- 5 N_s é a velocidade sincrônica,
 f é a frequência do suprimento de energia e
 P é o número de pólos.

A velocidade sincrônica, isto é, a velocidade onde não há diferença entre a velocidade do rotor e a velocidade do campo magnético giratório, é o limite máximo da possível velocidade do motor. Quando o motor gira com a velocidade sincrônica, nenhuma tensão é induzida no rotor e, como uma consequência, portanto nenhum torque é desenvolvido. Por outro lado, quando uma carga é aplicada ao rotor, a velocidade do motor diminui, de modo que uma diferença se desenvolve entre a velocidade do campo magnético e a velocidade do rotor. Essa diferença entre a velocidade do rotor e a velocidade do campo magnético é denominada o deslizamento e é calculada como:

$$s = \frac{(N_s - N_a)}{N_s}, \text{ onde:}$$

- s é o deslizamento,
 N_s é a velocidade sincrônica,
 N_a é a velocidade real do motor.

Quando um deslizamento ocorre, uma tensão é induzida no rotor e, conseqüentemente, torque é desenvolvido.

Dependendo do design do motor de indução, a relação entre a velocidade real e o torque gerado assume diversas características, conforme é esquematicamente ilustrado na figura 3. A figura mostra o torque desenvolvido por três diferentes tipos de motores A, B e C como uma função da velocidade do motor. Os motores A e B, os quais podem ser considerados como os assim denominados motores de "baixo deslizamento", mostram um torque constante ou crescente sobre uma ampla faixa de velocidades de rotor. Por outro lado, os assim denominados motores de "alto deslizamento" mostram uma diminuição do torque com aumento da velocidade do rotor sobre toda a faixa ou pelo me-

nos uma parte substancial da faixa de velocidade.

Se os motores usados para acionar os pinhões têm ainda características ligeiramente diferentes, por exemplo, em virtude das tolerâncias no processo de produção, podem surgir problemas de compartilhamento de carga.

5 A velocidade de um motor de indução é frequentemente controlada por meio de controle da frequência da corrente fornecida ao motor mediante o uso de um controlador de frequência. Ainda, uma engrenagem pode estar presente entre o motor elétrico e o pinhão de forma a escalonar as revoluções do motor para um menor nível desejado.

10 O sistema de guinada de turbina eólica da invenção compreende um sistema de controle para controlar o torque desenvolvido pela unidade de acionamento o qual, na presente modalidade, pode compreender um motor elétrico conforme descrito acima, um controlador de frequência para controlar a velocidade do motor fornecendo uma corrente com uma frequência adequada
15 ao motor e uma engrenagem para escalonamento da velocidade rotacional do motor para uma velocidade rotacional menor do pinhão.

Uma ilustração esquemática do sistema de guinada com o sistema de controle é mostrado na figura 4. Essa figura representa uma vista seccional ao longo da linha IV-IV na figura 2 e mostra a coroa 11 e os dois pinhões 13,
20 bem como duas unidades de acionamento 23. Cada unidade de acionamento 23 aciona um dos pinhões 13 e é controlada por um controlador 25 em comum.

Cada unidade de acionamento 23 compreende um motor elétrico 27 para geração do torque de acionamento da unidade de acionamento. O motor elétrico 27 é acoplado via um primeiro eixo 29 ao lado de alta velocidade de
25 uma engrenagem 31 para escalonamento da velocidade rotacional do rotor. O lado de baixa velocidade da engrenagem 31 é conectado, via um segundo eixo 33, ao pinhão 13. Além disso, unidade de acionamento 23 compreende um codificador de posição 35 o qual, na presente modalidade, está localizado no segundo eixo 33 da unidade de acionamento 23, isto é, no lado de baixa velocidade da engrenagem 33. Contudo, o codificador de posição 35 pode também
30 estar localizado no primeiro eixo 29, isto é, no lado de alta velocidade da engrenagem 31 ou em uma roda de engrenagem da engrenagem 31. O codifica-

dor de posição pode funcionar sob uma base elétrica, magnética ou óptica. Além disso, cada unidade de acionamento 23 compreende um sensor de torque 37 o qual, na presente modalidade, está localizado no primeiro eixo 29 da unidade de acionamento 23, isto é, no lado de alta velocidade da engrenagem 31.

5 Assim como o codificador de posição 35, o sensor de torque pode estar localizado em posições alternativas, por exemplo, no segundo eixo 33, isto é, no lado de baixa velocidade da engrenagem 31 ou na engrenagem 31 em si. O sensor de torque 37 pode ser um sensor de torque mecânico ou um sensor de torque magnético.

10 Cada unidade de acionamento 23 é controlada pelo controlador 25 controlando a velocidade rotacional do rotor por meio de um conversor de frequência 39 que recebe sinais de controle do controlador 25. Os sinais de controle permitem fornecer ao motor elétrico 27 uma corrente alternada tendo uma frequência específica, de modo a obter uma velocidade rotacional desejada do

15 pinhão 13. O sinal de controle para acionamento do conversor de frequência 39 é determinado pelo controlador 25 com base em uma entrada de sinal de referência através de uma entrada de sinal de referência 41. O sinal de referência compreende um valor de velocidade rotacional desejado para os motores 27 e/ou um valor de torque desejado para os motores ou pinhões 13. Além de ser

20 baseado no sinal de referência, o produto do sinal de controle pelo controlador 25 para os conversores de frequência 39 das unidades de acionamento 23 é também baseado em sinais de retorno derivados das unidades de acionamento 23, os quais representam o valor real de pelo menos um parâmetro operacional da respectiva unidade de acionamento 23.

25 Por exemplo, um sinal de controle gerado pelo controlador 25 e o produzido a um conversor de frequência 39 pode ser derivado pela diferença operacional de um valor de parâmetro operacional contido no sinal de retorno da respectiva unidade de acionamento 23 a partir do valor de parâmetro operacional desejado o qual está contido no sinal de referência. Tomando essa

30 medida, pode-se admitir que um valor de parâmetro operacional desejado de cada motor 27 e/ou pinhão 13 pode ser atingido e mantido. Por exemplo, se torna possível manter o torque desenvolvido por cada pinhão 13 constante no nível

de torque o qual é desejado para o respectivo pinhão 13.

Alternativamente, seria possível formar a diferença entre os valores de parâmetro operacional contidos nos sinais de retorno derivados das diferentes unidades de acionamento 23. Então, os sinais de controle distribuídos aos
5 conversores de frequência 39 seriam escolhidos de modo que a diferença nos valores de parâmetro operacional contidos nos sinais de retorno das duas unidades de acionamento 23 fosse reduzida, de preferência para zero. Se o parâmetro operacional, por exemplo, for o torque pelo qual os pinhões 13 atuam sobre a coroa 11, redução da diferença entre os torques produzidos pelos dois
10 pinhões para zero significaria que cada pinhão 13 está atuando com o mesmo torque sobre a coroa 11.

Note que, embora o torque seja exemplificativamente mencionado como o parâmetro operacional contido no sinal de retorno, o qual é uma indicação da carga real de cada pinhão 13, outros parâmetros operacionais podem
15 ser usados como parâmetros operacionais nos sinais de retorno também.

A figura 4 mostra diferentes tipos de sinais de retorno os quais podem ser usados para controlar o acionador de guinada, em particular para controlar as unidades de acionamento 23. Conforme já mencionado, cada unidade de acionamento 23 compreende um codificador de posição 35, o qual pode ser
20 implementado sobre o lado de alta velocidade ou o lado de baixa velocidade da engrenagem ou uma engrenagem em si. Após uma calibração inicial, o codificador de posição pode determinar a posição angular exata do respectivo eixo ou roda de engrenagem a qual, por sua vez, é uma indicação do nível de fixação do pinhão 13 à coroa 11 e, desse modo, um indicador da carga que atua
25 entre o pinhão e a coroa 11.

Além disso, o sensor de torque que pode ser implementado no lado de alta velocidade da engrenagem, no lado de baixa velocidade da engrenagem ou na engrenagem em si também constitui uma medida da carga que atua entre o respectivo pinhão 13 e a coroa 11.

Além disso, um parâmetro operacional da unidade de acionamento o qual pode ser usado como uma indicação da carga real que atua entre o respectivo pinhão e a coroa 11 é a corrente consumida pelo motor 27. Consequen-

temente, a corrente consumida por um motor é também um parâmetro adequado para o sinal de retorno.

Ainda, um outro parâmetro operacional seria a frequência rotacional do rotor no motor 27.

5 Para resumir, um sinal de retorno adequado pode conter qualquer um de um parâmetro operacional derivado da engrenagem 31 ou um dos eixos 29, 33, um parâmetro operacional derivado do motor elétrico 27 e um parâmetro operacional derivado do conversor de frequência 39. Além disso, é possível não apenas usar um sinal de retorno, mas também usar uma série de sinais de re-
10 torno contendo valores de diferentes parâmetros operacionais. Adicional ou alternativamente, uma série de valores de parâmetros operacionais podem também ser combinados em um sinal de retorno.

 Pela presente invenção, a qual foi descrita em conjunto com modalidades exemplificativas da mesma, compartilhamento de carga das unidades
15 de acionamento do sistema de guinada pode ser assegurado. Isso é obtido usando um sistema de controle de loop fechado o qual não apenas conta com um sinal de referência, mas também com pelo menos um sinal de retorno de cada uma das unidades de acionamento. Com tal sistema de controle, se torna possível assegurar que o trabalho mecânico necessário para desempenhar
20 uma tarefa de guinada requerida é distribuído igualmente às unidades de acionamento em uma base de carga substancialmente igual. Isso oferece a vantagem de que a falha mecânica e desgaste são igualmente compartilhados entre os componentes mecânicos e/ou elétricos das unidades de acionamento.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de guinada de turbina eólica com uma engrenagem de guinada (11), pelo menos dois pinhões (13), pelo menos duas unidades de acionamento (23), onde cada unidade de acionamento (23) está associada a um dos pinhões (13) para acionamento do respectivo pinhão (13) e um sistema de controle com um controlador (25) para geração, para cada unidade de acionamento (23), de um sinal de controle de unidade de acionamento para controlar a respectiva unidade de acionamento (23) de acordo com um sinal de referência de unidade de acionamento compreendendo pelo menos um valor de parâmetro operacional desejado para a respectiva (23), de modo a obter o pelo menos um valor de parâmetro operacional desejado na respectiva unidade de acionamento (23), caracterizado pelo fato de que:

- o sistema de controle compreende pelo menos um ciclo de retroalimentação para cada unidade de acionamento (23) que alimenta pelo menos um sinal de retorno de unidade de acionamento compreendendo pelo menos o valor real de um parâmetro operacional da respectiva unidade de acionamento (23) de volta para o controlador (25) e

- o controlador (25) é adaptado para gerar os sinais de controle de unidade de acionamento baseado no sinal de referência e nos sinais de retorno.

2. Sistema de guinada de turbina eólica de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que:

- cada unidade de acionamento (23) compreende pelo menos um sensor de torque (37) que capta um torque que a respectiva unidade de acionamento (23) produz, e

- cada sinal de retorno representa pelo menos a saída do respectivo sensor de torque (37).

3. Sistema de guinada de turbina eólica de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que:

- cada unidade de acionamento (23) compreende um motor elétrico (27), e

- cada sinal de retorno representa pelo menos um parâmetro operacional do respectivo motor elétrico (27).

4. Sistema de guinada de turbina eólica de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que cada sinal de retorno representa pelo menos a carga experimentada pelo respectivo motor elétrico (27) como um parâmetro operacional do motor elétrico (27).

5 5. Sistema de guinada de turbina eólica de acordo com a reivindicação 3 ou 4, caracterizado pelo fato de que cada sinal de retorno representa pelo menos a corrente consumida pelo respectivo motor elétrico (27).

6. Sistema de guinada de turbina eólica de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 5, caracterizado pelo fato de que:

10 - cada unidade de acionamento (23) compreende uma engrenagem (31) entre o motor elétrico (27) e o pinhão (13) e
- cada sinal de retorno representa pelo menos um parâmetro operacional da engrenagem (31).

15 7. Sistema de guinada de turbina eólica de acordo com a reivindicação 2 e 6, caracterizado pelo fato de que o sensor de torque (37) está localizado no lado de alta velocidade da engrenagem (31).

8. Sistema de guinada de turbina eólica de acordo com a reivindicação 2 e 6, caracterizado pelo fato de que o sensor de torque (37) está localizado no lado de baixa velocidade da engrenagem (31).

20 9. Sistema de guinada de turbina eólica de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 8, caracterizado pelo fato de que:

25 - cada unidade de acionamento (23) compreende um codificador de posição (35) que codifica a posição rotacional de um eixo que conecta o motor e o pinhão ou, se uma engrenagem está presente entre o motor (27) e o pinhão (13), um eixo (29) entre o motor (27) e a engrenagem (31), um eixo (33) entre a engrenagem (31) e o pinhão (13) ou uma roda de engrenagem na engrenagem (31) e

- o sinal de retorno representa pelo menos o produto do respectivo codificador de posição (35).

30 10. Sistema de guinada de turbina eólica de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 10, caracterizado pelo fato de que:

- cada unidade de acionamento (23) compreende um conversor de

frequência (39) entre o controlador (25) e o motor (27) para controle da velocidade do motor (27) e

- cada sinal de retorno representa pelo menos um parâmetro operacional do respectivo conversor de frequência (39).

5

11. Turbina eólica caracterizada pelo fato de que compreende um sistema de guinada de turbina eólica conforme qualquer uma das reivindicações 1 a 10.

10

12. Método de controle de um sistema de guinada de turbina eólica com uma engrenagem de guinada (11), pelo menos dois pinhões (13), pelo menos duas unidades de acionamento (23), onde cada unidade de acionamento (23) está associada a um dos pinhões (13) para acionamento do respectivo pinhão (13), no qual cada unidade de acionamento (23) é controlada de acordo com um sinal de referência de unidade de acionamento compreendendo pelo menos um valor de parâmetro operacional desejado para a respectiva unidade de acionamento (23), de modo a obter o pelo menos um valor de parâmetro operacional desejado na respectiva unidade de acionamento (23), caracterizado pelo fato de que pelo menos o valor real do parâmetro operacional de cada unidade de acionamento (23) é alimentado ao controlador (25) por meio de um sinal de retorno e o controlador (25) gera os sinais de controle de unidade de acionamento para as unidades de acionamento (23) baseado no respectivo sinal de referência e diferenças entre os valores de parâmetro operacional dos respectivos sinais de retorno.

15

20

25

13. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que os sinais de controle de unidade de acionamento são gerados baseado no respectivo sinal de referência e diferenças entre os valores de parâmetro operacional dos respectivos sinais de retorno.

30

14. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que cada sinal de controle de unidade de acionamento para uma unidade de acionamento (23) é gerado baseado na diferença entre o pelo menos um valor de parâmetro operacional desejado do sinal de referência e o pelo menos um valor de parâmetro operacional do sinal de retorno obtido da unidade de acionamento a ser controlada pelo respectivo sinal de controle de unidade de

acionamento.

15. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 14, caracterizado pelo fato de que:

- 5 - cada unidade de acionamento (23) compreende um motor elétrico (27) e o sinal de retorno de uma unidade de acionamento (23) representa pelo menos um parâmetro operacional do respectivo motor elétrico (27) e/ou
- 10 - cada unidade de acionamento (23) compreende um conversor de frequência (39) para controlar a velocidade do motor elétrico (27) e/ou uma engrenagem (31) entre o motor elétrico e o pinhão (13) e o sinal de retorno de uma unidade de acionamento (23) representa pelo menos um parâmetro operacional do respectivo conversor de frequência (39) e/ou respectiva engrenagem (31).

FIG 1

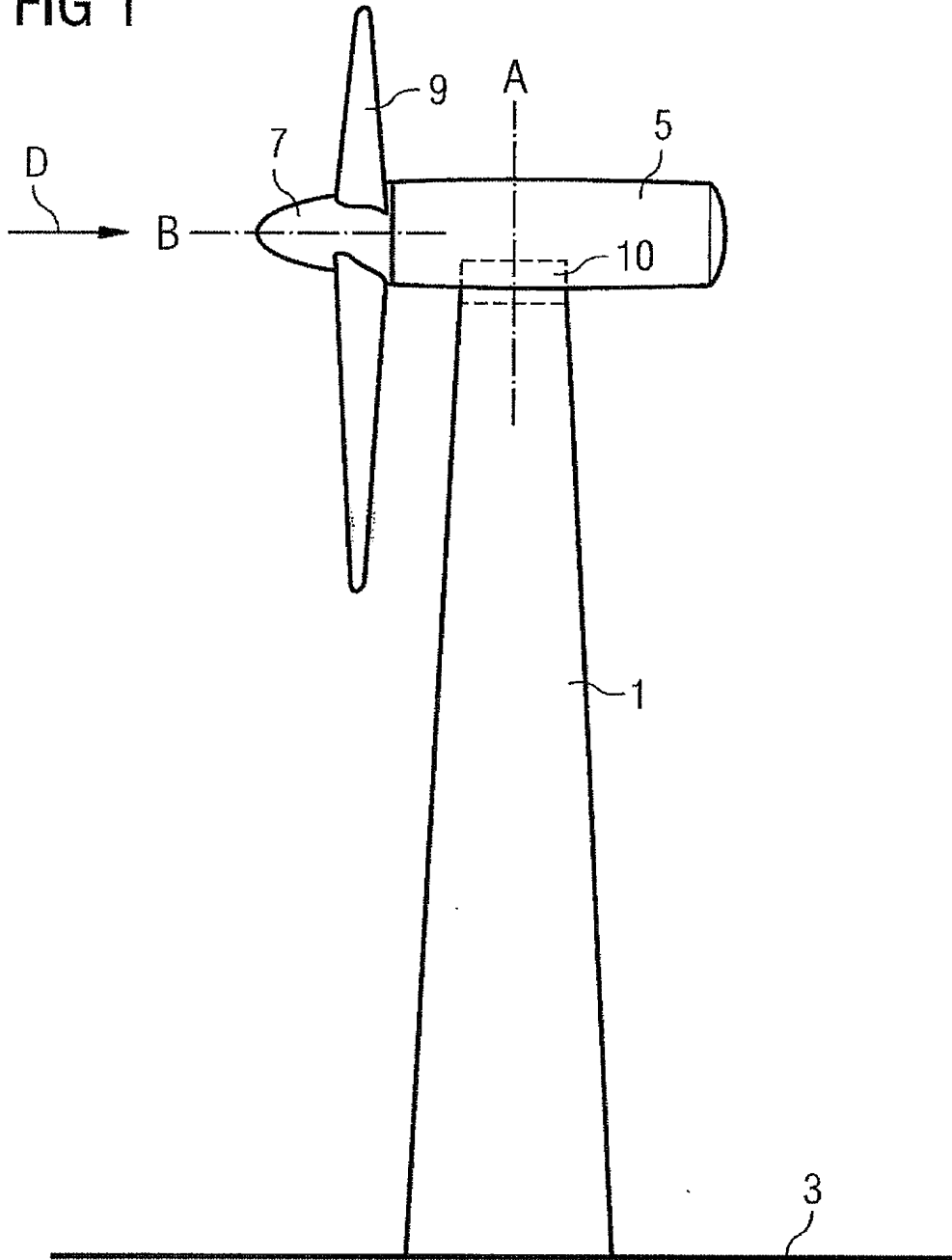


FIG 2

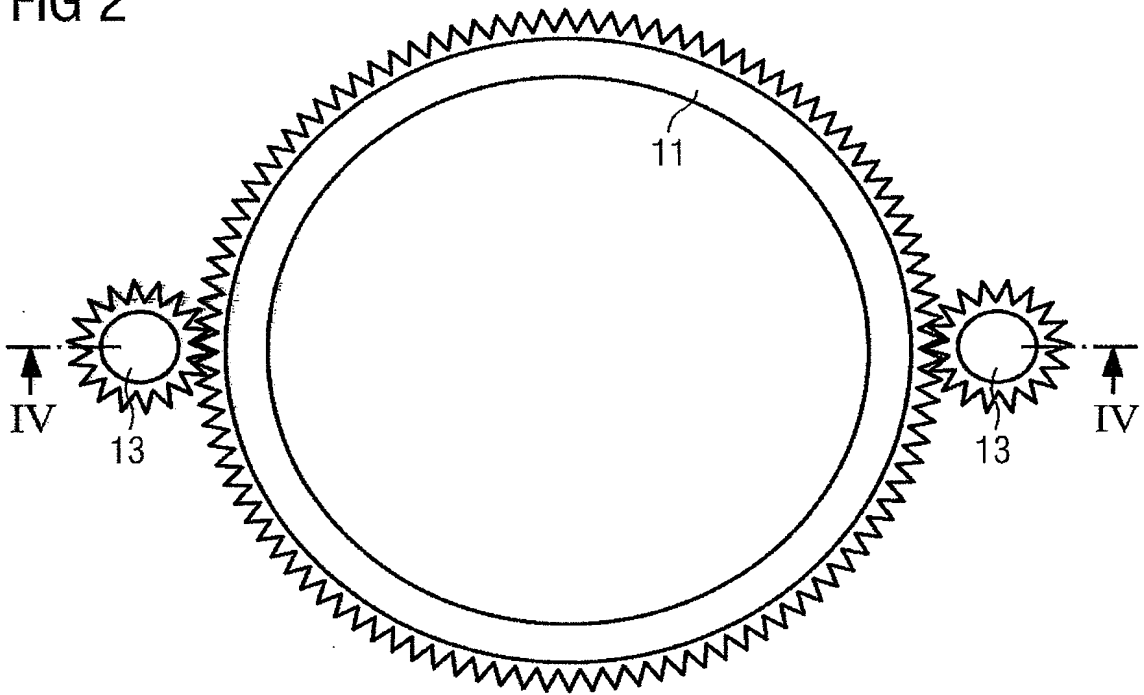


FIG 3

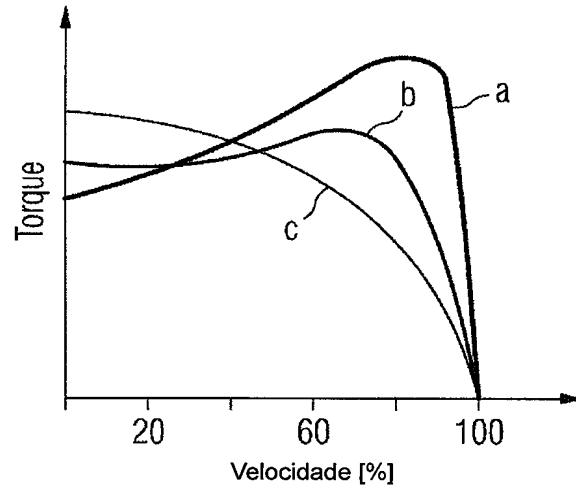
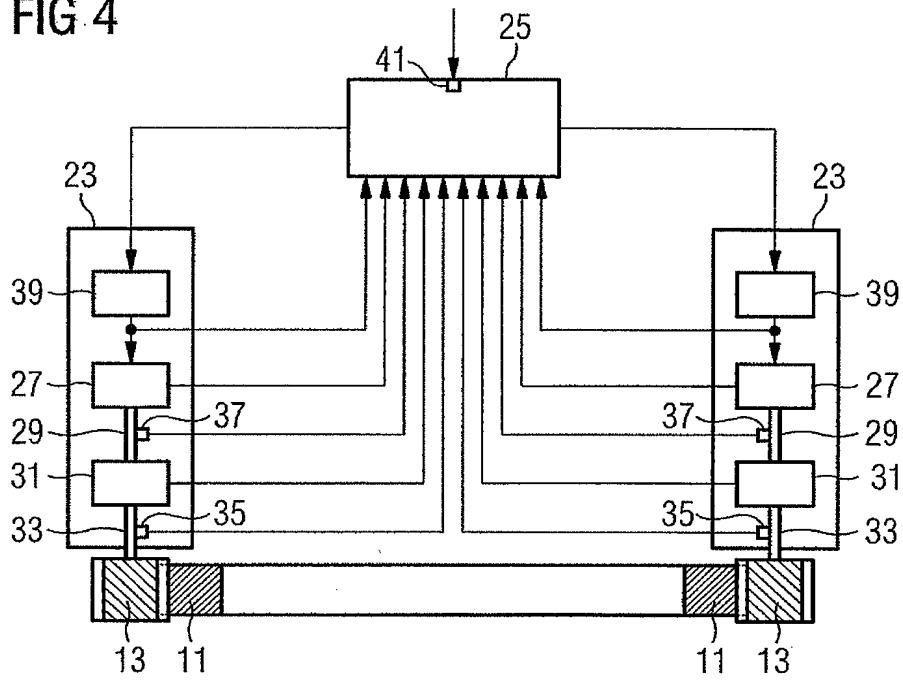


FIG 4



RESUMO

Patente de Invenção: "**SISTEMA DE GUINADA DE TURBINA EÓLICA E MÉTODO DE CONTROLE DO MESMO**".

A presente invenção refere-se a um sistema de guinada de turbina eólica com uma engrenagem de guinada (11), pelo menos dois pinhões (13), pelo menos duas unidades de acionamento (23), onde cada unidade de acionamento (23) está associada a um dos pinhões (13) para acionamento do respectivo (13) é proporcionado. O sistema de guinada compreende um sistema de controle com um controlador (25) para geração, para cada unidade de acionamento (23), de um sinal de controle de unidade de acionamento para controlar a respectiva unidade de acionamento (23) de modo a obter o pelo menos um valor de parâmetro operacional desejado na respectiva unidade de acionamento (23). O sistema de controle compreende pelo menos um ciclo de retroalimentação para cada unidade de acionamento (23) que alimenta pelo menos um sinal de retorno de unidade de acionamento compreendendo pelo menos o valor real de um parâmetro operacional da respectiva unidade de acionamento (23) de volta para o controlador (25). Além disso, o controlador (25) é adaptado para gerar os sinais de controle de unidade de acionamento baseado no sinal de referência e nos sinais de retorno.