



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

(21) PI 0722189-4 A2



(22) Data de Depósito: 09/11/2007
(43) Data da Publicação: 08/04/2014
(RPI 2257)

(51) Int.Cl.:
F03D 7/02

(54) Título: TURBINA EÓLICA

(57) Resumo:

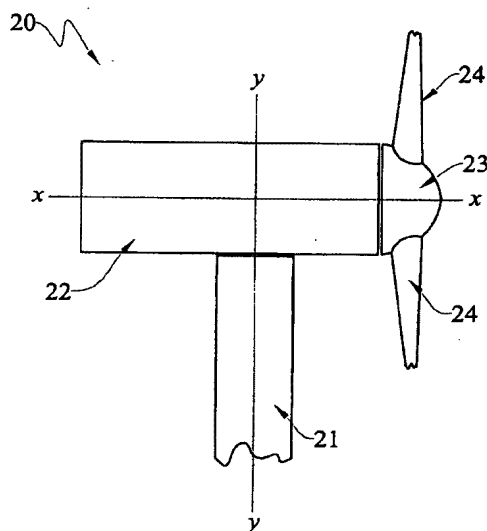
(73) Titular(es): Moog Inc

(72) Inventor(es): David Geiger

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & CIA.

(86) Pedido Internacional: PCT US2007023681 de
09/11/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2009/064264de
22/05/2009



“TURBINA EÓLICA”

Campo Técnico

A presente invenção se refere geralmente ao campo de turbinas eólicas, e, mais particularmente, a uma turbina eólica aperfeiçoada tendo uma pluralidade de atuadores eletros-hidráulicos montados no cubo rotativo da turbine para controlar independentemente o passo de uma pluralidade de pás.

Técnica Anterior

Turbinas eólicas são, evidentemente, conhecidas. Nos anos recentes, muitos dos problemas de ter uma potência de suprimento de turbina eólica sincronamente a uma grade elétrica foram abordados e superados.

As turbinas eólicas atuais são relativamente sofisticadas. Elas são tipicamente montadas em uma torre, e têm pluralidade de pás (normalmente três) montadas em um cubo para rotação em torno de um eixo horizontal em relação a uma nacele. A nacele pode ser dirigida na direção do vento incidente. Cada uma das pás é tipicamente de passo variável, e o passo de cada pá pode ser controlado independentemente das outras. Essas pás são tipicamente arranjadas a intervalos de 120°. Quando uma pá está apontando dirigida para baixo para a posição das 06 horas, o vento próximo ao solo é tipicamente menor que a velocidade do vento que se move sobre as outras duas pás. Assim, o passo de cada pá é controlado uma independentemente da outra com a meta de tentar normalizar (isto é, manter razoavelmente constante) a velocidade de rotação do cubo a partir de efeitos do solo, rajadas, etc.

Até o momento, as turbinas eólicas foram caracterizadas como sendo do tipo elétrico ou do tipo hidráulico. Em qualquer caso, o gerador é tipicamente montado na nacele. Sinais de controle e potência são fornecidos para cima através da torre, e para um mecanismo de controle de passo. Em ambos os casos, este mecanismo de controle de passo foi até agora montado na nacele, e isto necessita um tipo de junta de anel deslizante entre a nacele e

o cubo rotativo. Em adição, este arranjo foi acompanhado pelo uso de uma grande coroa principal, e com várias mangueiras dentro do cubo. A expectativa de vida útil de um tal arranjo foi tão curto quanto em torno de quatro anos devido ao desgaste excessivo sobre a coroa principal, causado principalmente por variações na velocidade do vento.

Por conseguinte, seria geralmente desejável prover uma turbina eólica aperfeiçoada, na qual o atuador eletro-hidráulico de controle de passo é montado dentro do cubo, ao invés de sobre a nacele.

Descrição da Invenção

Com referência parentética às correspondentes partes, porções ou superfícies da forma de realização exposta, meramente para finalidades de ilustração e não a título de limitação, a presente invenção provê um aperfeiçoamento para uso em uma turbina eólica (20) tendo uma pluralidade de pás de passo variável (24) montada em um cubo (23) para rotação em relação a uma nacele (22).

O aperfeiçoamento inclui amplamente: um atuador eletro-hidráulico (25) para controlar o passo de uma das pás, o atuador incluindo: um motor (26) adaptado para ser suprido com uma corrente; uma bomba (27) acionada pelo motor e arranjada para prover uma saída hidráulica como uma função da corrente fornecida ao motor; e um atuador hidráulico (28) operativamente arranjado para variar seletivamente o passo da pá associada como uma função da saída hidráulica da bomba; e em que o motor, bomba e atuador são arranjados fisicamente dentro do cubo da turbina eólica.

Em uma forma, a turbina eólica tem três das pás de passo variável (24) montadas no cubo, e em que um dos atuadores eletro-hidráulicos (25) é provido para cada uma das pás.

O motor pode ser um motor C.C. sem escova.

A bomba pode ser uma bomba de deslocamento fixo.

Na forma de concretização preferida, a polaridade da saída

hidráulica a partir da bomba é uma função da polaridade da corrente fornecida para o motor.

5 O atuador pode ter um pistão (30) montado deslizavelmente dentro de um cilindro (31) e separando vedantemente uma primeira câmara (35) em um lado do pistão a partir de uma segunda câmara (36) no outro lado do pistão, e em que uma haste (32) é montada no pistão e se estende através da câmara (35) e penetra na parede de extremidade do cilindro de modo que o pistão tem superfícies de áreas desiguais voltadas para dentro das câmaras. O atuador aperfeiçoado pode incluir ainda um reservatório hidráulico (41) e uma
10 válvula anti-cavitação (57) operativamente arranjados entre o tanque e o atuador, de modo que fluido hidráulico escoará do reservatório para a câmara voltada para a face de pistão de maior área quando tal câmara está se expandindo, e escoará para o reservatório a partir da câmara voltada para a face de pistão de maior área quando tal câmara está se contraindo.

15 O reservatório hidráulico pode ser pressurizado.

A válvula anti-cavitação pode operar automaticamente como uma função da polaridade da saída hidráulica da bomba.

O aperfeiçoamento pode ainda incluir uma válvula de alívio de pressão (48, 52) operativamente arranjada para limitar a pressão máxima da
20 saída hidráulica de bomba.

A bomba pode ter um lado de alta pressão e um lado de baixa pressão, e um dreno de caixa.

Uma válvula de derivação (54) pode ser posicionada operável seletivamente para comunicar os lados de alta pressão e baixa pressão.

25 O dreno de caixa (40) pode se comunicar com o reservatório através de um filtro.

O aperfeiçoamento pode incluir ainda um orifício restrito (56) em série com a válvula de derivação.

O aperfeiçoamento pode incluir ainda: uma fonte (62) de

fluido hidráulico pressurizado que se comunica via um conduto (63) com a câmara dentro da qual está voltada uma superfície de pistão de pequena área, e uma válvula solenóide normalmente aberta (64) arranjada no conduto, e em que a válvula solenóide é arranjada para ser aberta no caso de uma falha de
5 potência para permitir que fluido hidráulico escoe da fonte através do conduto e para dentro da câmara na qual uma superfície de pistão de pequena área está voltada para fazer com que tal câmara se expanda e impulsione o pistão a se mover para uma posição relativa ao cilindro, na qual a pá é em bandeira.

O aperfeiçoamento pode incluir ainda válvulas de bloqueio
10 (59, 60) operativamente arranjadas para isolar seletivamente a bomba a partir das câmaras de atuador de pequena área e grande área.

Potência e/ou sinais de controle para o motor são preferivelmente fornecidos a partir da nacele para o cubo através de um transformador rotativo sem contato. Exemplos desses são mostrados e
15 descritos nas Patentes US Nos. 5.608.771, 6.813.316 e 5.572.178, cujas descrições agregadas são aqui incorporadas para referência.

Por conseguinte, o objetivo geral da invenção é prover um atuador eletro-hidráulico aperfeiçoado para uso em uma turbina eólica para controlar o passo de uma de uma pluralidade de pás de passo variável na
20 mesma.

Outro objetivo é prover um atuador eletro-hidráulico aperfeiçoado para uso em uma turbina eólica, em que os componentes principais do atuador podem ser montados sobre o cubo rotativo e não sobre a nacele.

Outro objetivo é prover um atuador aperfeiçoado para uso em uma turbina eólica, e em que o atuador contém um mecanismo de segurança contra falha para impulsionar a pá associada a se mover para a posição em bandeira no caso de uma falha ou interrupção de potência.

Esses e outros objetivos e vantagens ficarão aparentes a partir

do precedente e da presente especificação escrita, dos desenhos e das reivindicações anexas.

Breve Descrição dos Desenhos

5 A figura 1 é uma vista isométrica da porção de extremidade marginal superior de uma turbina eólica, mostrando porções fragmentárias das pás de passo variável como sendo montadas no cubo para rotação em torno de um eixo horizontal em relação a uma nacele.

A figura 2 é um esquema hidráulico do atuador eletro-hidráulico aperfeiçoado.

10 A figura 3 é uma elevação lateral esquerda de um atuador eletro-hidráulico aperfeiçoado para controlar o passo de uma das pás.

A figura 4 é uma vista plana superior do atuador mostrado na figura 3.

15 A figura 5 é uma elevação de extremidades esquerda do atuador mostrado na figura 4.

A figura 6 é um diagrama de blocos do circuito para controlar independentemente as três pás.

Descrição das Formas de Concretização Preferidas

20 Inicialmente, deve ser claramente entendido que os mesmos números de referência são destinados a identificar os mesmos elementos estruturais, porções ou superfícies consistentemente através de todas as várias figuras dos desenhos, pois tais elementos, porções ou superfícies podem ser mais detalhadamente descritos ou explicados pela especificação inteira descrita, da qual esta descrição detalhada é uma parte integrante. A menos que
25 indicado de outra maneira, os desenhos são destinados a serem lidos (por exemplo, hachuras transversais, arranjos de parte, proporção, grau, etc.) juntamente com a descrição, e devem ser considerados uma porção da descrição desta invenção. Quando usados na seguinte descrição, os termos, os termos "horizontal", "vertical", "esquerda", "direita", "para cima" e "para

baixo", bem como derivados adjetivos e adverbiais dos mesmos (por exemplo, "horizontalmente", "para a direita", "para cima", etc.), simplesmente se referem à orientação da estrutura ilustrada quando a figura de desenho particular está voltada para o leitor. Similarmente, os termos "para dentro" e "para fora" geralmente se referem à orientação de uma superfície em relação a seu eixo de alongamento, ou eixo de rotação, quando apropriado.

Com referência agora aos desenhos, e mais particularmente à figura 1 do mesmo, uma turbina eólica aperfeiçoada, geralmente indicada com t 20, é mostrada como estando montada em uma porção de extremidade marginal superior de uma torre, uma porção fragmentada da mesma é geralmente indicada com 21. Uma nacele 22 é montada rotativamente em uma porção de extremidade marginal superior da em para rotação em torno de um eixo vertical y-y. Um cubo 23 é montada na nacele para rotação em torno de um eixo horizontal x-x. Uma pluralidade de pás, variadamente indicadas com 24, é montada no cubo para rotação com o mesmo. O passo de cada pá é independentemente controlável por meio dos os atuadores eletro-hidráulicos aperfeiçoados expostos aqui. Um eixo principal (não mostrados) transfere movimento rotacional do cubo para a nacele, para acionar um gerador (não mostrado) da maneira usual. A nacele também inclui vários itens usuais e típicos, tais como caixa de engrenagem (não mostrados) para aumentar a velocidade do eixo acionado, transformadores (não mostrados), e similares.

Até agora, o mecanismo para controlar o passo das pás era montado na nacele, e controle era transferido para o cubo por meio da coroa principal. Na presente invenção, todavia, os atuadores eletro-hidráulico são montados dentro do cubo, e a coroa principal pode ser eliminada totalmente.

Com referência agora à figura 2, o atuador eletro-hidráulico aperfeiçoado 25 é esquematicamente indicado como incluindo um motor 26, uma bomba 27 acionada pelo motor, e um atuador hidráulico de dupla ação, geralmente indicado com 28.

Na forma de concretização preferida, o motor é um motor C.C. sem escova que é suprido com uma corrente a partir da nacele via um transformador rotativo sem contato (não mostrados). Quando a corrente suprida é de uma polaridade, o motor girará em uma direção. Quando a corrente suprida é da polaridade oposta, o motor girará na direção oposta.

A bomba 27 é preferivelmente uma bomba de deslocamento fixo, e é conectada ao motor por meio de um eixo 29.

O atuador 28 é mostrado as tendo um pistão 30 montado deslizavelmente dentro de um cilindro 31. Uma haste 32 com sua extremidade esquerda montada no pistão, e penetra a parede de extremidade direita de cilindro. Um olhal 33 é montado na extremidade direita da haste 32. Um outro olhal 34 é mostrado como estando montado na parede de extremidade esquerda do cilindro. O pistão é montado deslizavelmente dentro do cilindro, e separa vedantemente uma câmara à esquerda 35 a partir da câmara à direita 36. A superfície de extremidade vertical circular inteira do pistão 30 está voltada para dentro da câmara esquerda 35. Todavia, uma superfície vertical anular do pistão está voltada para a direita para dentro da câmara direita 36. O atuador eletro-hidráulico inteiro é montado dentro do cubo rotativo da turbina eólica. O olhal 34 é montado no cubo rotativo, e olhal 33 é montado em um braço de alavanca (não mostrado) conectado para controlar o passo da pá associada.

Um lado da bomba 27 se comunica com a câmara esquerda de atuador 35 via um conduto 38, e o lado oposto da bomba 27 se comunica com a câmara direita de atuador 36 via um conduto 39. Um conduto de dreno 40 comunica um fluxo de porção da bomba com um reservatório 41 via um filtro 42 e uma válvula de retenção 43. Mais particularmente, o conduto 40 se estende entre o dreno de caixa e o filtro, o conduto 44 comunica o filtro 42 com a válvula de retenção 43, e o conduto 45 se comunica com uma válvula de retenção 43 com um outro conduto 46 que comunica com o reservatório ou

tanque 41. Este tanque é mostrado como tendo um diafragma, e é pressurizado a gás para uma pressão de em torno de $0,62 - 1,72 \text{ N/mm}^2$ (90-250 psi).

O conduto 38 se comunica com tanque 41 via um conduto 47 que inclui uma válvula de alívio de alta pressão 48, conectando os condutos 49, 50 e 46. O conduto 39 se comunica com tanque 41 via o conduto 51 que contém uma outra válvula de alívio de alta pressão 52, e condutos conectados 49, 50 e 46. A função das válvulas de alívio de pressão 48, 52 é prover um alívio para uma condição de pressão excessiva na dependência da operação de polaridade da bomba operação. O conduto 38 também se comunica com conduto 39 via um conduto 53, um solenóide de derivação 54, e um conduto 55 contendo um orifício restrito 56.

Conduto 38 e 39 também se comunicam um com o outro via um conduto 54, uma válvula anti-cavitação 55, e um conduto 56. Válvulas de derivação operadas por solenóide 57, 60 são posicionadas nos condutos 38, 39, respectivamente. A válvula anti-cavitação 57 é um tipo de válvula de vaivém inversa que controla a pressão do fluido nos condutos 38, 39, e se move automaticamente em resposta ao diferencial de pressão entre eles. A função da válvula anti-cavitação 57 é de acomodar as modificações volumétricas entre câmaras de atuador de atuador opostas 35, 36. Em outras palavras, quando o pistão se move para a esquerda dentro do cilindro, o volume de fluido removido da câmara esquerda em exaustão 35 será maior que o volume de fluido fornecido para a câmara direita em expansão 36. A válvula anti-cavitação funciona para permitir que fluido em excesso ou diferencial escoe através dos condutos 46, 49, 50 para o reservatório. De forma inversa, quando o pistão de atuador se move para a direita em relação ao cilindro, uma quantidade diferencial de fluido pode escoar do reservatório 41 através do conduto 46 e da válvula anti-cavitação para dentro da câmara de atuador em expansão.

Uma guarnição de carga 61 se comunica com o conduto 39 para permitir que fluido seja acrescentado ao sistema. Um acumulador de segurança contra falha 62 se comunica com conduto 39 via um conduto 63 contendo uma válvula solenóide normalmente aberta 64.

5 Quando a turbina eólica é primeiramente colocada em funcionamento, as válvulas de derivação 59, 60 são fechadas, e fluido é primeiramente bombeado para dentro do acumulador 62 para carregar e pressurizar este acumulador para em torno de $20,68 \text{ N/mm}^2$ (3.000 psi). Depois disto, as válvulas 59, 60 são abertas para permitir que fluido escoe
10 para o atuador.

A função do acumulador de segurança contra falha 62 é prover uma fonte de fluido hidráulico pressurizado para o sistema no caso de uma perda de potência para o motor. No caso de uma falha de potência, o acumulador de segurança contra falha 62 proverá uma fonte de fluido
15 hidráulico pressurizado para deslocar a haste de atuador para a esquerda em direção à posição em bandeira da pá.

Uma forma comercial do aparelho é representada nas figuras 3-5, na qual o mesmo número é usado para se referir às partes previamente descritas.

20 Com referência agora à figura 6, um maior sistema de controle para controlar independentemente o passo de cada das três pás é representado. Um sinal a partir de um anel deslizante de três fases 65 é fornecido para cada um dos três controladores de motor 66A, 66B, 66C. Cada controlador de motor fornece um sinal para um estágio de potência 67A, 67B, 67C,
25 respectivamente, que, por sua vez, fornece uma corrente da magnitude e polaridade apropriadas para os atuadores eletro-hidráulicos A, B e C, respectivamente. A posição de cada haste 32 é monitorada via um LVDT 68A, 68B, 68C, respectivamente, e os sinais de posição são então alimentados de volta a seus controladores de motor associados 66A, 66B, 66C,

respectivamente. Um anel óptico rotativo para transmissão de dado 69 também provê um sinal de entrada para cada controlador de motor. Assim, desta maneira, o sistema pode controlar independentemente o passo de cada pá. Evidentemente, o arranjo mostrado na figura 6 é específico para uma 5 turbina eólica de três pás. Se um número maior ou menor de pás tivesse que ser empregado, o número dos atuadores seria correspondentemente ajustado.

Modificações

A presente invenção contempla expressamente que muitas variações e modificações podem ser feitas. Na turbina eólica aperfeiçoada, um 10 atuador eletro-hidráulico é provido para cada pá de modo que o passo das várias pás pode ser controlado independentemente um do outro. Embora seja atualmente preferido usar um motor C.C. sem escova, outros tipos de motores podem ser também usados. Similarmente, embora a bomba de deslocamento fixo seja atualmente preferida, outros tipos de bombas poderiam, portanto, 15 possivelmente ser substituídos.

O atuador poderia, evidentemente, ter ma haste penetrando em ambas as extremidades de parede de cilindro. Todavia, isto interferiria com o ressalto do cubo. Não obstante, se arranjo pudesse ser acomodado, não existiria necessidade da válvula anti-cavitação, uma vez que o volume da 20 câmara em expansão seria igual ao volume da câmara em exaustão.

Se desejado, o controlador de motor e o estágio de potência podem ser incorporados diretamente no atuador eletro-hidráulico aperfeiçoado montando no cubo.

Por conseguinte, embora a forma atualmente preferida do 25 aperfeiçoamento tenha sido mostrada e descrita, e várias alterações da mesma discutidas, pessoas especializadas na arte apreciarão imediatamente que várias alterações e modificações adicionais podem ser feitas sem fugir do espírito da invenção, como definida e diferenciada pelas seguintes reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Turbina eólica tendo uma pluralidade de pás de passo variável montadas sobre um cubo para rotação em relação a uma nacele, caracterizada pelo fato de que compreende:

5 um atuador eletro-hidráulico para controlar o passo de uma de ditas pás, dito atuador incluindo:

 um motor adaptado para ser suprido com uma corrente;

 uma bomba acionada por dito motor e arranjada para prover uma saída hidráulica como uma função da corrente fornecida a dito motor; e

10 um atuador hidráulico operativamente arranjado para variar seletivamente o passo da pá associada como uma função da saída hidráulica de dita bomba; e

 em que dito motor, bomba e atuador são arranjados fisicamente dentro do cubo de dita turbina eólica.

15 2. Turbina eólica de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que dita turbina eólica tem três de ditas pás de passo variável montadas sobre dito cubo, e em que um de ditos atuadores eletro-hidráulicos é provido para cada uma de ditas pás.

20 3. Turbina eólica de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que dito motor é um motor C.C. sem escova.

 4. Turbina eólica de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que dita bomba é uma bomba de deslocamento fixo.

25 5. Turbina eólica de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a polaridade da saída hidráulica a partir de dita bomba é uma função da polaridade da corrente fornecida para dito motor.

 6. Turbina eólica de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que dito atuador tem um pistão montado deslizavelmente dentro de um cilindro e separando vedantemente uma primeira câmara em um lado de dito pistão a partir de uma segunda câmara no

outro lado de dito pistão, e em que uma haste é montada em dito pistão e se estende através de uma de ditas câmaras e penetra, e extremidade de parede de dito cilindro de modo que dito pistão tem superfícies de áreas desiguais que estão voltadas para as ditas câmaras.

5 7. Turbina eólica de acordo com a reivindicação 6, caracterizada pelo fato de que compreende ainda um reservatório hidráulico e uma válvula anti-cavitação arranjada operativamente entre dito tanque e dito atuador de modo que fluido hidráulico escoará de dito reservatório para a câmara voltada para dita face de pistão de maior área quando tal câmara está expandindo, e escoará para dito reservatório a partir da câmara voltada para
10 dita face de pistão de maior área quando tal câmara está se contraindo.

8. Turbina eólica de acordo com a reivindicação 7, caracterizada pelo fato de que dito reservatório hidráulico é pressurizado.

15 9. Turbina eólica de acordo com a reivindicação 7, caracterizada pelo fato de que dita válvula anti-cavitação opera automaticamente como uma função da polaridade da saída hidráulica de dita bomba.

20 10. Turbina eólica de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que compreende ainda uma válvula de alívio de pressão arranjada operativamente para limitar a pressão máxima de dita saída hidráulica de bomba.

11. Turbina eólica de acordo com a reivindicação 7, caracterizada pelo fato de que dita bomba tem um lado de alta pressão e um lado de baixa pressão, e um dreno de caixa.

25 12. Turbina eólica de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que compreende ainda uma válvula de derivação posicionada operável seletivamente para comunicar ditos lados de alta pressão e baixa pressão.

13. Turbina eólica de acordo com a reivindicação 11,

caracterizada pelo fato de que dito dreno de caixa se comunica com dito reservatório através de um filtro.

14. Turbina eólica de acordo com a reivindicação 11, caracterizada pelo fato de que compreende ainda um orifício restrito em série com dita válvula de derivação.

15. Turbina eólica de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que compreende ainda:

uma fonte de fluido hidráulico pressurizado que se comunica via um conduto com a câmara para a qual está voltada dita superfície de pistão de pequena área, e

uma válvula solenóide normalmente aberta arranjada em dito conduto, e

em que dita válvula solenóide é arranjada para ser aberta no caso de uma falha de potência para permitir que fluido hidráulico escoe a partir de dita fonte através de dito conduto e para dentro da câmara para a qual está voltada dita superfície de pistão de pequena área para fazer com que tal câmara se expanda e impulsione dito pistão a se mover para uma posição relativa a dito cilindro em que dita pá é em bandeira.

16. Turbina eólica de acordo com a reivindicação 15, caracterizada pelo fato de que compreende ainda válvulas de bloqueio arranjadas operativamente para isolar seletivamente dito bomba a partir de ditas câmaras de atuador de pequena e grande áreas.

17. Turbina eólica de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que potência a partir de dita nacele é provida para dito motor através de um transformador rotativo sem contato.

18. Turbina eólica de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que compreende ainda um controlador de motor e um estágio de potência, e em que dito controlador de motor e dito estágio de potência são também arranjados fisicamente dentro do cubo de dita turbina.

19. Turbina eólica de acordo com a reivindicação 18, caracterizada pelo fato de que dito controlador de motor e dito estágio de potência são montados em dito atuador eletro-hidráulico.

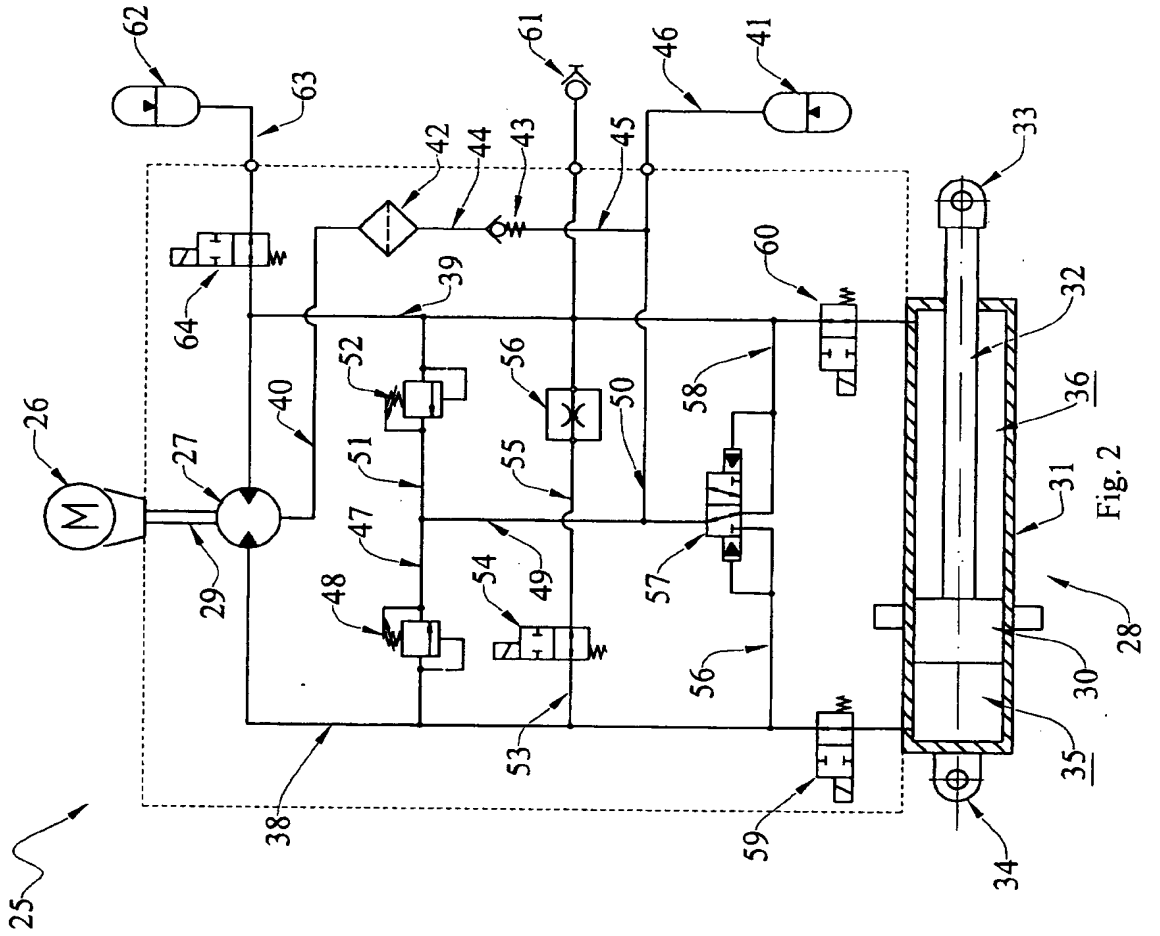


Fig. 2

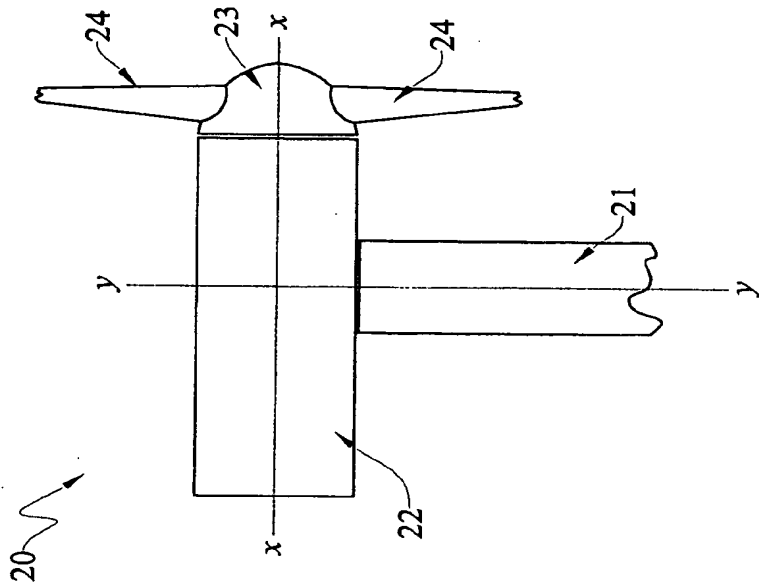


Fig. 1

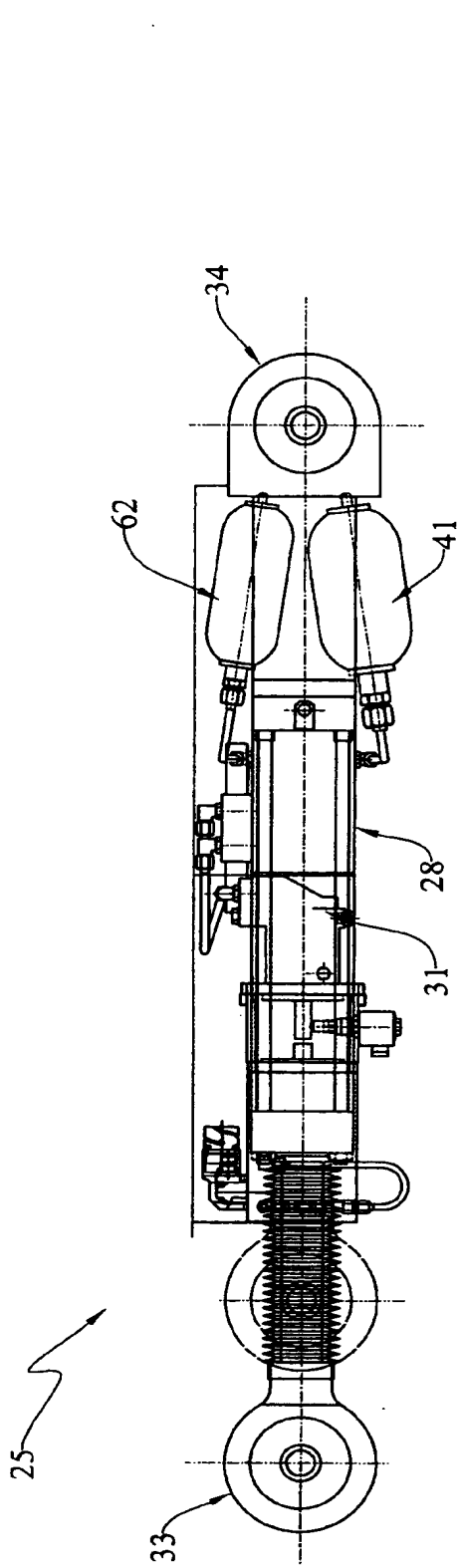


Fig. 3

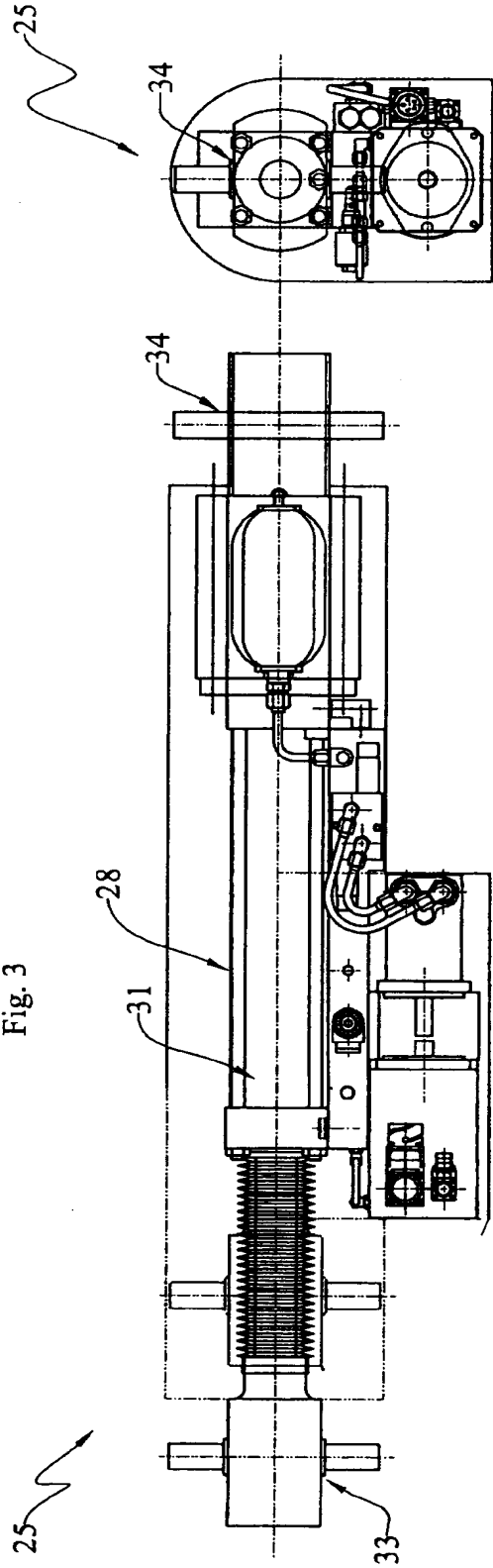


Fig. 4

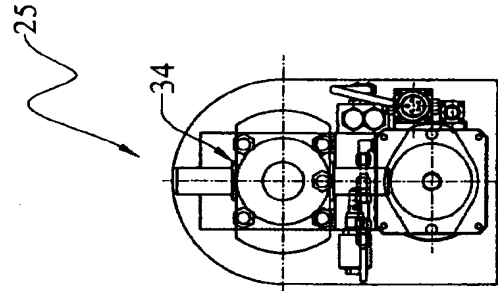
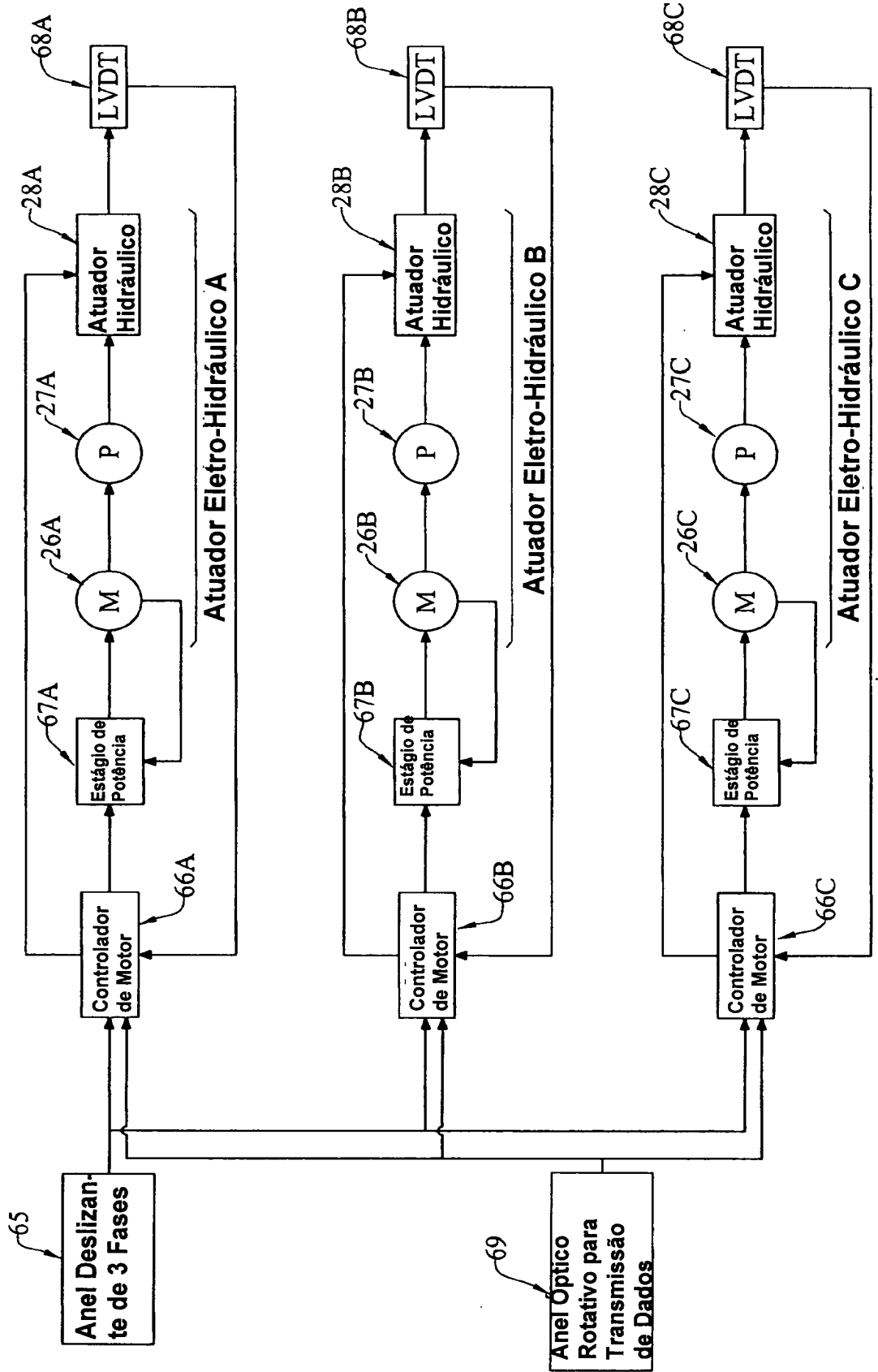


Fig. 5



RESUMO

“TURBINA EÓLICA”

A presente invenção provê um aperfeiçoamento para uso em uma turbina eólica (20) tendo uma pluralidade de pás de passo variável (24) montada em um cubo (23) para rotação em relação a uma nacele (22). O aperfeiçoamento inclui amplamente: um atuador eletro-hidráulico (25) para controlar o passo de uma das pás, o atuador incluindo: um motor (26) adaptado para ser suprido com uma corrente; uma bomba (27) acionada pelo motor e arranjada para prover uma saída hidráulica como uma função da corrente fornecida ao motor; e um atuador hidráulico (28) operativamente arranjado para variar seletivamente o passo da pá associada como uma função da saída hidráulica da bomba; e em que o motor, bomba e atuador são arranjados fisicamente dentro do cubo da turbina eólica.