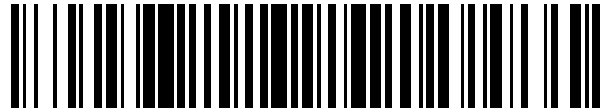


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 490 242**

51 Int. Cl.:

**F03D 7/06**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.01.2008 E 10174502 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.05.2014 EP 2258944**

54 Título: **Dispositivo de control para turbina eólica de una turbina eólica de eje vertical**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.09.2014**

73 Titular/es:

**COLLING, CLAUS (100.0%)**

**Priel 5/a**

**85408 Gammelsdorf, DE**

72 Inventor/es:

**COLLING, CLAUS**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 490 242 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Dispositivo de control para turbina eólica de una turbina eólica de eje vertical

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de control para turbina eólica de una turbina eólica de eje vertical.

Como parte del desarrollo que avanza cada vez con mayor rapidez del uso de la energía eólica, un esfuerzo general es configurar las instalaciones de energía eólica o los sistemas de energía eólica de manera cada vez más eficiente. Sin embargo, el control de los sistemas de energía eólica es un gran problema, sin importar si están contruidos como turbina eólica de eje vertical 14 (TEEV) o como turbina eólica de eje horizontal (TEEH). Especialmente a altas velocidades de viento se debe limitar el número de revoluciones del rotor a fin de evitar un daño o una destrucción de los sistemas de energía eólica a través de una energía eólica excesiva. Además, tiene que ser posible desconectar los sistemas de energía eólica para trabajos de mantenimiento y de reparación, incluso cuando actúa al mismo tiempo energía eólica sobre los sistemas de energía eólica. Por lo tanto, es importante que cada sistema de energía eólica incluya un dispositivo de freno. Sin embargo, los sistemas convencionales de frenos, tales como frenos de disco o de tambor no son apropiados para este propósito, puesto que presentan un elevado desgaste. Además, se debe garantizar una característica de freno continuo. Los frenos que se basan en la fricción durante un frenado continuo se pueden calentar hasta producir un fallo en los frenos. Este problema en el estado de la técnica se puede resolver a través del empleo de frenos de corrientes parásitas libres de desgaste. Sin embargo, a este respecto surge el problema de que los frenos de corrientes parásitas no permiten un control individual y en caso de una falla de corriente quedan ineficaces. También los sistemas con hojas de rotor ajustables ya no pueden sacarse del viento en caso de un fallo de corriente o un fallo de control, de modo que la energía eólica puede seguir impulsando el rotor. Por lo tanto, existe una necesidad de un dispositivo libre de desgaste para controlar y frenar instalaciones de energía eólica con un autofrenado autónomo o una autodesconexión en situaciones de defectos. Un problema adicional surge en el estado de la técnica cuando se presenta una situación de emergencia en la que los dispositivos eléctricos de control pueden fallar y se puede hacer imposible así una desconexión de la turbina eólica de eje vertical.

El documento EE.UU. 2 480 687 desvela un dispositivo de control de turbina eólica de acuerdo con el estado de la técnica.

**Resumen**

El problema de la presente invención consiste en proporcionar una posibilidad lo más conveniente posible para controlar la rotación de una turbina eólica 14 (preferentemente una turbina eólica de eje vertical) libre de desgaste a través de un freno que se puede activar en situaciones de defectos sin un control externo y que detiene la turbina eólica 14.

Este problema se resuelve de acuerdo con la invención a través del dispositivo de control para turbina eólica 1 para un freno aerodinámico de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas, en particular, a través de la reivindicación 1. De acuerdo con la presente invención se provee un dispositivo de control para turbina eólica 1 para un freno aerodinámico con por lo menos un segmento de hoja de rotor 6 que comprende lo siguiente: un primer componente 2 que presenta un elemento de resorte 3 a fin de pretensar el freno aerodinámico en la dirección de una posición retraída, un segundo componente 4 que presenta por lo menos un elemento de masa 5 a fin de extender el freno aerodinámico a través de una fuerza centrífuga causada a través de una rotación suficientemente elevada del segmento de hoja de rotor 6 en contra de la tensión previa del elemento de resorte 3, un tercer componente 7 que presenta un accionador 8 que está unido al el freno aerodinámico y que puede controlarse a fin de extender el freno aerodinámico contra la tensión previa del elemento de resorte 3. Por lo tanto, el freno aerodinámico de acuerdo con una forma de realización de la presente invención es capaz de influir en el desarrollo del momento de torsión de una turbina eólica 14.

La presente invención presenta de manera adicional la ventaja de que con esta disposición no solamente es posible frenar una turbina eólica 14 libre de desgaste, sino que también se puede controlar su velocidad de rotación con viento de manera libre de desgaste. Como consecuencia de esto, la presente invención también hace posible una operación de una turbina eólica 14 con condiciones de viento fuertes y rápidamente cambiantes (dirección de viento, ráfagas, etc.) en las que las turbinas eólicas convencionales en el estado de la técnica tienen que desconectarse a fin de protegerlas contra daños. Por consiguiente, la presente invención es apropiada, en particular, de manera ventajosa para el uso en instalaciones con vientos fuertes.

**Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 muestra una forma de realización preferida del dispositivo de control 1 de acuerdo con la presente invención en una vista en despiece sin elemento de resorte 3.

La figura 2 muestra una forma de realización preferida del dispositivo de control 1 de acuerdo con la presente invención con elementos de conexión 18.

La figura 3 muestra un segmento de hoja de rotor 6 con varios dispositivos de control acoplados 1 de acuerdo con la presente invención.

5 La figura 4 muestra una forma de realización preferida del dispositivo de control 1 de acuerdo con la presente invención que se instala en un segmento de hoja de rotor 6 y que se controla con un accionador 8.

10 La figura 5 muestra el perfil de un segmento de hoja de rotor 6s y una distribución de la presión de aire durante el frenado con el dispositivo de control 1 de acuerdo con una forma de realización preferida de la presente invención.

15 La figura 6 muestra el perfil de un segmento de hoja de rotor 6 y una distribución de la corriente de aire durante el frenado con el dispositivo de control 1 de acuerdo con una forma de realización preferida de la presente invención.

La figura 7 muestra un sistema de energía eólica o una instalación de energía eólica del tipo de turbina eólica de eje vertical 14 (TEEV).

La figura 8 muestra una sección transversal en la región del borde de flujo 16 del segmento de hoja de rotor.

## 20 Descripción detallada

25 En las figuras 1, 2, 3 y 4 se definen en cada caso direcciones en el espacio con tres direcciones de ejes: "x", "y" y "z" a fin de facilitar la comprensión de la representación tridimensional. A este respecto cabe señalar que las direcciones se mantienen en todas las figuras. La dirección "x" se extiende desde el extremo de perfil 17 en dirección del borde de flujo 16. La dirección "y" se extiende de manera radial con respecto al eje de rotación de la turbina eólica 14 (turbina eólica de eje vertical). La dirección "z" se extiende a lo largo de la longitud de un segmento de hoja de rotor 6 de una turbina eólica de eje vertical desde abajo hacia arriba, es decir, desde el fundamento de la turbina eólica de eje vertical de manera perpendicular hasta el punto más elevado de la turbina eólica de eje vertical.

30 El dispositivo de control 1 de acuerdo con una forma de realización de la presente invención comprende tres componentes. El primer componente 2 comprende por lo menos un elemento de resorte 3 a fin de pretensar el freno aerodinámico en la dirección de una posición retraída. Por lo tanto, este elemento de resorte 3 ejerce una fuerza de tensión previa sobre el freno aerodinámico. La posición retraída corresponde a una ausencia de accionamiento del freno aerodinámico. Preferentemente, el elemento de resorte 3 se realiza como un elemento de torsión como se ve en la figura 2. Este elemento de torsión en una forma de realización de la presente invención (figura 2) se ubica de tal manera en el segmento de hoja de rotor 6 que su eje de rotación o de torsión se extiende desde el borde de flujo 16 hacia el extremo de perfil 17 del segmento de hoja de rotor 6, pero de acuerdo con la invención también puede instalarse de otro modo y depende de los respectivos requerimientos tales como por ejemplo el espacio disponible o las construcciones internas ya predeterminadas. Esta tensión previa mantiene el freno aerodinámico en una posición 35 retraída en la que no se produce ninguna acción de frenado. Sin embargo, también es posible usar otros tipos de elementos de resorte 3 tales como por ejemplo resortes de presión de gas, resortes hidráulicos, resortes de hoja o resortes de espiral y se seleccionan según el requerimiento para la turbina eólica 14.

45 En la figura 1 se muestran partes individuales del segundo 4 y tercer 7 componente de una forma de realización de la invención. Las flechas con respecto a los números de referencia 4 y 7 indican solamente la pertenencia de las partes a componentes individuales y las partes individuales que por lo tanto en su mayoría todavía están provistos de números de referencia específicos para las partes. El segundo componente 4 comprende por lo menos un elemento de masa 5 a fin de extraer el freno aerodinámico a través una fuerza centrífuga causada por una rotación suficientemente elevada del segmento de hoja de rotor 6 contra la tensión previa del elemento de resorte 3, tal como se ve en la figura 1. En una forma de realización preferida, el elemento de masa 5 está posicionado de tal manera que la fuerza centrífuga genera un movimiento radial del elemento de masa 5 con respecto al eje de rotación de la turbina eólica 14, es decir, en la dirección "y", la cual por medio de un primer componente parcial, tal como por ejemplo un dispositivo de palanca, aplica una fuerza a fin de extraer el freno aerodinámico contra la tensión previa del elemento de resorte 3.

55 La posición extendida corresponde a un accionamiento del freno aerodinámico (figura 1 y figura 2). También es posible una forma de realización de la invención en la que el primer componente 2 no contiene ningún elemento de resorte 3 o el segundo componente 4 puede encargarse de manera adicional de la función del primer componente. Para este propósito, el elemento de masa 5 se puede posicionar de tal manera que la fuerza de peso del elemento de masa 5 produce la tensión previa del freno aerodinámico en la dirección de una posición retraída usando un dispositivo de palanca y/o un dispositivo de engranaje para la transmisión de fuerza. Por lo tanto, la fuerza de peso del elemento de masa 5 actúa en dirección negativa "z" como fuerza de tensión previa, mientras que la fuerza centrífuga presiona el elemento de masa 5 de manera radial con respecto al eje de rotación 15 de la turbina eólica 14 hacia afuera, es decir, en dirección "y".

65 Cuando gira la turbina eólica 14, el elemento de masa 5 se impulsa a través de la aceleración centrífuga hacia

afuera (dirección “y” en las figuras 1, 2, 3 y 4) y extiende así el freno aerodinámico que trabaja contra la rotación de la turbina eólica 14 y la freno a través de esto. Este movimiento del elemento de masa se transmite por medio de la disposición de acuerdo con la invención de una forma de realización preferida sobre el freno aerodinámico tal como se ve en la figura 2. La figura 2 muestra una forma de realización montada de la presente invención incluyendo el primer componente que comprende el elemento de resorte 3. Los elementos de conexión 18, por ejemplo, varas de empuje, están colocados aquí en cada caso en los puntos de conexión A y B de forma móvil de tal manera que durante el frenado se mueve un elemento de conexión en cada caso en dirección “y” y en dirección “y” negativa. Se sobreentiende que la presente invención no se limita a dos varas de empuje semejantes. Es posible colocar cualquier número deseado de semejantes varas de empuje. También es concebible una forma de realización con una sola vara de empuje. Durante un frenado completo (100 %), el freno aerodinámico produce una interrupción casi completa de la corriente de accionamiento para la turbina eólica 14. Esto se describirá de manera más detallada a continuación.

En una forma de realización preferida, el segundo componente 4 presenta un primer componente parcial 12 con un primer extremo y un segundo extremo. El primer componente parcial 12 entre su primer y segundo extremo de manera perpendicular al eje de rotación 19 del elemento de torsión está unido de manera fija al elemento de torsión. De acuerdo con esta forma de realización preferida, el segundo componente 4 comprende de manera adicional un segundo componente parcial 13 con un primer y un segundo extremo, en donde el segundo componente parcial 13 entre su primer y su segundo extremo también de manera perpendicular al eje de rotación 19 del elemento de torsión está unido de manera fija al elemento de torsión en forma análoga como el primer componente parcial 12 y es perpendicular al primer componente parcial (véase figura 1). Sin embargo, el primer y segundo componente parcial 12 o 13 se pueden fijar también en otras relaciones angulares entre ellos y el especialista en la materia puede adaptar las relaciones angulares dependiendo de los requerimientos. Incluso es posible una adaptación variable de las relaciones angulares en la operación en curso de la presente invención en una forma de realización adicional. Estos componentes parciales pueden ser por ejemplo dispositivos de palanca tales como varas, tubos o similares.

El primer componente 2 se conecta activamente con el segundo componente. A este respecto, se puede tratar de una conexión directa, conectando el primer y el segundo componente 4 a través de soldadura directa, soldadura indirecta o tornillos. Sin embargo, también se pueden insertar elementos intermedios 19 entre el primer y el segundo componente a fin de establecer una conexión indirecta entre el primer y el segundo componente por medio de uno o más elementos intermedios 19. Estos elementos intermedios 19 pueden ser, por ejemplo, dispositivos de engranaje que producen un desvío de la fuerza. Por consiguiente, es posible que en diferentes formas de realización de la invención se puedan mover en la misma dirección de rotación o de manera contraria el elemento de torsión y el elemento de masa 5. Los componentes parciales no tienen que ser obligatoriamente simétricos.

En una forma de realización de la invención, este elemento de masa 5 se coloca ventajosamente de manera directa sobre el primer extremo del segundo componente parcial (figura 1 y figura 4). Sin embargo, el elemento de masa 5 también puede proveerse a través de la selección de la forma y el material del primer componente parcial propiamente dicho, de modo que no se debe colocar un componente de masa adicional en el segundo componente parcial. Cuando la turbina eólica 14 está en funcionamiento, a través de este elemento de masa 5 de acuerdo con la invención se almacena energía mecánica, puesto que a través de la rotación de la turbina eólica 14 actúa una fuerza centrífuga o una aceleración centrífuga sobre este elemento de masa 5, la cual intenta acelerar el elemento de masa 5 de manera radial con respecto al eje de rotación 15 de la turbina eólica 14 hacia afuera (dirección “y”).

El tercer componente 6 comprende un accionador 8 (figura 1 y 4) que se conecta con el freno aerodinámico y que se puede controlar a fin de extender el freno aerodinámico contra la tensión previa del elemento de resorte 3 o contra la tensión previa a través de la fuerza de peso del elemento de masa 5s de acuerdo con la forma de realización antes mencionada. Este tercer componente 7 se puede controlar de tal modo que el freno aerodinámico se puede mover y mantener mediante un dispositivo de acoplamiento 10 que se describirá de manera más detallada a continuación, en posición extendida, en posición retraída y en cada posición intermedia entre la posición extendida y la posición retraída. Las posiciones intermedias constituyen con ello un frenado parcial aerodinámico selectivamente ajustable (entre 0 % y 100 %, en donde 0 % corresponde a la posición completamente retraída y 100 % corresponde a la posición completamente extendida) de la turbina eólica 14, mientras que el freno aerodinámico completamente extendido representa un frenado aerodinámico completo de la turbina eólica 14. El accionador 8 en una forma de realización preferida presenta un motor de ajuste 11 que se fija por medio de por lo menos un elemento de conexión 18, por ejemplo, una vara de empuje, en por lo menos un brazo de palanca 20. En la forma de realización preferida, este brazo de palanca 20 se apoya de manera giratoria sobre el elemento de torsión como se ve en la figura 4.

El tercer componente 7 también puede presentar un elemento de reposición (no mostrado) que hace que el accionador 8 extienda el freno aerodinámico contra la tensión previa del elemento de resorte 3s cuando el accionador 8 no se puede controlar o presenta un defecto. Esto está previsto sobre todo para la situación en que no esté disponible una fuerza centrífuga a fin de extender el freno aerodinámico contra la tensión previa del elemento de resorte 3, es decir, cuando la turbina eólica 14 no gira. En cuanto a este elemento de reposición se puede tratar, por ejemplo, de un elemento de resorte adicional.

El primer, el segundo y el tercer componente pueden estar provistos de delimitadores 9 que limitan la libertad de movimiento de los componentes individuales al intervalo de ajuste fijado previamente. Dependiendo de la forma de realización se puede usar uno o varios delimitadores 9 en uno o más componentes. La forma de realización preferida, por ejemplo, en la figura 1 y 2, presenta delimitadores 9 para el segundo componente 4 que definen los posibles ajustes máximos del segundo componente y, a través de su conexión fija con el primer componente, definen también los posibles ajustes máximos del primer componente. Para este propósito, el segundo componente 4, como se ve en la figura 1, incluye un brazo de tope 21. Este brazo de tope 21 en las posiciones fijadas previamente de los delimitadores 9 choca precisamente contra estos delimitadores 9 y se encarga así de limitar el espacio de libertad de movimiento del segundo componente. El elemento de resorte 3 se encarga de que en la posición retraída el brazo de tope 21 se presiona contra el respectivo delimitador 9. Este brazo de tope 21 se puede proveer también para cada componente de la presente invención. Los componentes parciales propiamente dichos pueden servir de brazo de tope 21 para delimitadores 9 de modo que por encima de esto se puede omitir un brazo de tope 21 como componente adicional como en la forma de realización preferida de la figura 1.

A fin de proveer una conexión activa entre el segundo componente y el tercer componente 7 de acuerdo con la invención se provee un dispositivo de acoplamiento 10. En una forma de realización preferida de la invención este dispositivo de acoplamiento 10 se coloca en el segundo componente a fin de acoplar o desacoplar selectivamente el segundo y el tercer componente 7. Como se ve en la figura 1, el dispositivo de acoplamiento 10 de acuerdo con la presente invención se coloca en el segundo extremo del segundo componente parcial y conecta a través de esto el segundo componente parcial 13 de manera activa con el accionador 8 del tercer componente 7. De acuerdo con otra forma de realización preferida, el dispositivo de acoplamiento 10 también puede ubicarse en el tercer componente 7 o, de manera más exacta, en el brazo de palanca 20 del accionador 8 a fin de acoplar o desacoplar selectivamente de manera activa el tercer componente 7 con el segundo componente. Cuando el dispositivo de acoplamiento 10 se encuentra en el segundo componente, el tercer componente 7 puede presentar una pieza contraria correspondiente a fin de asegurar el acoplamiento. Lo mismo se aplica en el caso inverso. Por consiguiente, esta pieza contraria es parte del dispositivo de acoplamiento 10.

Este dispositivo de acoplamiento 10 es capaz de liberar y restablecer la conexión entre el primer 2 y el segundo componente 4 por un lado y del tercer componente 7 por otro lado.

Mientras el dispositivo de acoplamiento 10 mantiene la conexión entre el primer y el segundo componente por un lado y del tercer componente por otro lado, el tercer componente 7 ejerce una fuerza ajustable o controlable sobre el primer 2 y el segundo componente 4, de modo que para el elemento de masa a pesar de la aceleración centrífuga o la fuerza centrífuga producida no es posible superar la fuerza de tensión previa del elemento de resorte 3s. El accionador 8 domina o determina el comportamiento de movimiento y la respectiva posición del freno aerodinámico. Cuando el freno aerodinámico se encuentra en una posición intermedia entre la posición extendida y la posición retraída, esta posición se mantiene a través del tercer componente 7 que comprende el accionador 8 sin que para el elemento de masa 5 sea posible llevar el freno aerodinámico a través de la fuerza centrífuga reinante durante la rotación de la turbina eólica 14 hacia la posición extendida. El tercer componente 7 está diseñado así de tal manera que en contra de las acciones del elemento de resorte 3 o la fuerza de peso y la fuerza centrífuga del elemento de masa 5 puede ajustar y mantener cualquier posicionamiento posible del freno aerodinámico, siempre que el dispositivo de acoplamiento 10 mantenga la conexión entre el primer y el segundo componente por un lado y del tercer componente por otro lado. Dicho de otra manera, con ello se garantiza que el control del freno aerodinámico se realiza exclusivamente a través del tercer componente 7, siempre que el dispositivo de acoplamiento 10 mantenga la conexión entre el primer y el segundo componente por un lado y del tercer componente por otro lado.

Cuando el dispositivo de acoplamiento 10 anula la conexión entre el primer y el segundo componente por un lado y del tercer componente por otro lado, o desacopla el tercer componente 7 de los otros componentes, se anula la acción que determina la posición del tercer componente que, como se mencionó anteriormente, se transmite por medio del dispositivo de acoplamiento 10 hacia los otros componentes. En este estado desacoplado, el tercer componente ya no sujeta el elemento de masa 5 del segundo componente. Con ello, la fuerza centrífuga o la aceleración centrífuga existente durante la rotación de la turbina eólica moverá el elemento de masa 5 de manera radial con respecto a la rotación de la turbina eólica 14 hacia afuera (dirección "y"). Puesto que este elemento de masa 5 a través de la fuerza centrífuga puede superar la acción del elemento de resorte 3, el freno aerodinámico en esta situación es forzado a moverse desde la posición momentánea, es decir, desde la posición retraída o cualquier posición intermedia, hacia la posición completamente extendida. A través de esto se activa por completo el freno aerodinámico, se interrumpe la corriente de accionamiento de la turbina eólica 14 en el mejor caso por completo y se hace más lenta la rotación de la turbina eólica 14 hasta detenerse.

Este desacoplamiento del tercer componente de los otros componentes se puede producir a través de diferentes circunstancias. Por ejemplo, se puede accionar de manera manual un interruptor o un botón que produce el desacoplamiento. Del mismo modo es posible producir este desacoplamiento a través de órdenes de un control electrónico o de un ordenador. En una forma de realización de la invención, este desacoplamiento se produce a través de una interrupción de corriente que se presenta tan pronto como se presenta un error, un defecto o una falla de cualquier componente de la turbina eólica de eje vertical. Con ello se produce una desconexión de emergencia automática de la rotación de la turbina eólica 14 sin que un operador o un software tenga que dar una orden activa.

De acuerdo con otras formas de realización de la invención también está previsto que este desacoplamiento sea producido a través de diferentes circunstancias. El dispositivo de acoplamiento 10 se puede accionar tanto a través de una conmutación manual, a través de órdenes electrónicas como también de manera independiente. En la forma de realización preferida de la invención, el dispositivo de acoplamiento 10 comprende un acoplamiento magnético. A este respecto se alimenta por lo menos un electroimán con corriente a fin de mantener el acoplamiento o la conexión entre el primer y el segundo componente por un lado y el tercer componente por otro lado. Tan pronto como se interrumpe la corriente, se desactiva el campo magnético generado a través de ella, se libera el acoplamiento o la conexión y el tercer componente 7 o el accionador 8 pierde su influencia dominante sobre la posición del freno aerodinámico, es decir, el accionador 8 y el freno aerodinámico se desacoplan. Por consiguiente, la energía cinética almacenada en el elemento de masa 5 se libera y a través de esto se extiende el freno aerodinámico.

El freno aerodinámico de acuerdo con la presente invención comprende por lo menos un dispositivo de plegado o un dispositivo de superficie de escudo que se coloca en un segmento de hoja de rotor 6 de una turbina eólica 14 y se conecta con el dispositivo de control 1 por medio de por lo menos un elemento de conexión 18 y/o por lo menos un dispositivo de bisagra 23. Preferentemente, este elemento de conexión 18 es un elemento de tubo o de vara. Este dispositivo de plegado en una forma de realización es un escudo de viento o un escudo de corriente 22 que se puede colocar en un plano o una superficie de tal manera en la corriente de accionamiento que durante un frenado completo se interrumpe esencialmente la corriente de accionamiento. De acuerdo con la presente invención se puede proveer también un escudo de corriente 22 que se presiona hacia afuera directamente desde el espacio interno del segmento de hoja de rotor 6 en un ángulo determinado con respecto al segmento de hoja de rotor. En semejante forma de realización no se necesitaría un dispositivo de bisagra 23. Durante un frenado parcial, lo que corresponde a un control del desarrollo del momento de torsión de la turbina eólica 14 se influye selectivamente en la corriente de accionamiento. Preferentemente, la superficie se coloca de tal manera en la corriente de accionamiento que la corriente de accionamiento choca lo más perpendicularmente posible sobre la superficie a fin de lograr una resistencia de corriente lo más grande posible cuando la turbina eólica 14 se debe someter a un frenado completo. Se sobreentiende que en el caso de un frenado parcial este escudo de corriente 22 se despliega sólo de manera parcial. En una forma de realización de la invención, el dispositivo de plegado comprende dos escudos de corriente 22 para cada dispositivo de control 1. Sin embargo, también es posible un solo escudo de corriente 22 o varios escudos de corriente 22 para cada dispositivo de control. Esta forma de realización como se ve en las figuras 3 y 4 comprende un escudo de corriente interno y externo 22. Todos los escudos de corriente 22 del freno aerodinámico se conectan con los respectivos dispositivos de control 1 de tal manera que en la posición retraída están en estrecho contacto con la superficie del segmento de hoja de rotor 6, es decir, están retraídos y en la posición extendida con su superficie superior están esencialmente de manera perpendicular con respecto a la corriente de accionamiento. De acuerdo con una forma de realización de la invención, durante un proceso de frenado se extienden escudos de corriente opuestos 22 de manera contraria entre ellos para que, puesto que están colocados en lados opuestos de la hoja de rotor, influyan en la corriente de accionamiento en el lado respectivo. También es posible que los escudos de corriente 22 se ubiquen en una depresión del segmento de hoja de rotor 6 en la posición retraída y que abandonen por lo menos parcialmente esta depresión al extenderse. En una realización preferida, varios escudos de corriente 22 por medio de componentes parciales conectados, como por ejemplo el segundo componente parcial 13, se interconectan entre ellos de tal manera que los movimientos de los escudos de corriente 22 son uniformes y/o simétricos. Sin embargo, los escudos de corriente 22 se pueden interconectar entre ellos también de tal manera por medio de componentes parciales conectados que su movimiento se acopla de manera asimétrica, es decir, que los escudos de corriente 22 se extienden al mismo tiempo o también en tiempos diferentes en posiciones que difieren entre ellas. El especialista en la materia conoce las transmisiones mecánicas de palanca necesarias para este propósito y las mismas no se explicarán aquí de manera más detallada.

En la forma de realización de la figura 3, el freno aerodinámico o los escudos de corriente 22 se mueven de manera simétrica. Sin embargo, de acuerdo con la invención también es posible mover los escudos de corriente 22 de manera asimétrica entre ellos. Dependiendo de los requerimientos, esto se puede ajustar fácilmente usando diferentes longitudes de los elementos de conexión 18 o diferentes transmisiones, por ejemplo, para este propósito en esta forma de realización los elementos de conexión 18 se pueden colocar en una distancia diferente con respecto al elemento de resorte 3 (aquí un elemento de torsión) en el segundo componente.

De acuerdo con la invención también se pueden operar de manera acoplada varios dispositivos de control 1 como se ve en la figura 3. Estos últimos se interconectan por medio de elementos de conexión 18 que se colocan en forma móvil en el respectivo dispositivo de control 1. En la forma de realización preferida los elementos de conexión 18 están conectados con el segundo componente 4 en los puntos C y D. Con ello, la extensión y la retracción de un escudo de corriente 22 o un par de escudos de corriente 22 del freno aerodinámico se puede transmitir a otros escudos de corriente 22.

De este modo, un segmento de hoja de rotor 6 puede incluir también varios dispositivos de control 1 de acuerdo con la presente invención. Además, una hoja de rotor puede constar de varios segmentos de hoja de rotor 6 que incluyen dispositivos de control 1 de acuerdo con la presente invención. Las hojas de rotor con dispositivos de control 1 de acuerdo con la presente invención están previstas para turbinas eólicas de eje horizontal 14 y turbinas eólicas de eje vertical, pero se pueden emplear también en otras áreas.

Por consiguiente, se desvela en general también un procedimiento de control de acuerdo con la invención para el frenado aerodinámico de un sistema de energía eólica con un dispositivo de control 1 de acuerdo con las reivindicaciones 1 a XXX. Este procedimiento de frenado puede ser activado de manera manual por un operador, de manera electrónica, por ejemplo, por un ordenador o también de manera independiente. La activación independiente se basa en un defecto o un funcionamiento incorrecto en el sistema de energía eólica. El procedimiento de acuerdo con la invención comprende primero desacoplar el segundo componente del tercer componente. Este ocurre preferentemente por medio de un dispositivo de acoplamiento 10, por ejemplo, un acoplamiento magnético. En una forma de realización de la invención, el acoplamiento magnético se alimenta de manera permanente con corriente eléctrica a fin de mantener el acoplamiento entre el segundo y el tercer componente. Con un defecto o un funcionamiento incorrecto en el sistema de energía eólica, en particular, del dispositivo de control 1, se interrumpe la alimentación de corriente y se anula el acoplamiento entre el segundo componente y el tercer componente y se desacopla el segundo y el tercer componente 7.

Como reacción frente al desacoplamiento del segundo y tercer componente se extiende el freno aerodinámico esencialmente en la posición perpendicular con respecto a la dirección de rotación del segmento de hoja de rotor 6 a través del movimiento del segundo componente mediante fuerza centrífuga. Dicho de manera más exacta, los escudos de corriente 22 se colocan de tal manera en el viento que están ubicados lo más perpendicularmente posible con respecto a la corriente de accionamiento del viento. A continuación, las características de corriente del segmento de hoja de rotor 6 se modifican de tal manera que se interrumpe la corriente de accionamiento del sistema de energía eólica. Al faltar la corriente de accionamiento, la turbina eólica 14 ya no puede absorber energía eólica. De manera adicional, los escudos de corriente 22 colocados de manera perpendicular con respecto a la corriente de accionamiento del viento forman un obstáculo para la corriente eólica, de manera que a través de esto se frena la rotación de la turbina eólica 14. Esto puede llevar a una detención completa de la rotación, produciendo la desconexión del sistema de energía eólica. Se sobreentiende que todas las formas de realización de la presente invención se pueden combinar entre ellas.

La figura 5 y la figura 6 ilustran la acción de frenado del freno aerodinámico de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. En ambas figuras se representa el perfil de un segmento de hoja de rotor 6. La figura 5 muestra una distribución de la presión de aire y la figura 6 muestra una distribución de la corriente de aire en una situación de frenado. En la figura 6 se ve con claridad que los escudos de corriente 22 forman una barrera para la corriente de accionamiento desde la dirección del borde de flujo 16, de modo que se interrumpe la corriente de accionamiento y en la región detrás del escudo de corriente 22 o en el extremo de perfil 17 se produce una inversión de la corriente. De este modo, el segmento de hoja de rotor ya no puede convertir la energía eólica en energía de rotación. La distribución de la presión del aire en la figura 5 muestra que detrás del escudo de corriente 22 o en el extremo de perfil 17 rige una presión de aire negativa en comparación con la presión ambiente como nivel cero cuya acción de energía actúa contra la dirección de movimiento del segmento de hoja de rotor 6. Por el contrario, delante del escudo de corriente 22 y en el borde de flujo 16 se crea una presión de aire positiva o una presión excesiva en comparación con la presión ambiente como nivel cero. Esta última actúa igualmente contra la dirección de movimiento del segmento de hoja de rotor 6. A través de esto se frena la rotación del segmento de hoja de rotor 6. Se sobreentiende que todas las formas de realización de la presente invención se pueden combinar entre ellas.

Un sistema de energía eólica de acuerdo con la presente invención comprende por lo menos un rotor con por lo menos un segmento de hoja de rotor 6 que incluye un dispositivo de control 1 para un freno aerodinámico y por lo menos un dispositivo de conversión de energía. Este dispositivo de conversión de energía puede ser por ejemplo un generador que convierte energía mecánica producida a través de la rotación de un rotor que comprende por lo menos un segmento de hoja de rotor 6 en energía eléctrica. Sin embargo, este dispositivo de conversión de energía también puede ser otro aparato como por ejemplo una bomba, un mecanismo de molienda o algo similar. La figura 7 muestra una instalación de energía eólica o un sistema de energía eólica del tipo de turbina eólica de eje vertical 14 (TEEV) que está equipado con un dispositivo de control 1 de acuerdo con la invención.

Además, en el sistema de energía eólica de acuerdo con la invención se provee un dispositivo calentador. Este dispositivo calentador (figura 8) conduce una parte de la energía suministrada por el dispositivo de conversión de energía hacia el espacio interno de por lo menos un segmento de hoja de rotor 6, a fin de calentar por lo menos un segmento de hoja de rotor 6. Preferentemente se evacua energía calórica excedente desde el dispositivo de conversión de energía y se conduce directamente hacia el espacio interno de por lo menos un segmento de hoja de rotor. De acuerdo con una forma de realización, la energía calórica se conduce solamente a lo largo del lado interno del borde de flujo 16 (figura 8), es decir, en la región del espacio interno delantero 24 de un segmento de hoja de rotor 6, puesto que se sabe que la formación de hielo es más marcada en el borde de flujo 16. Cuando este dispositivo de conversión de energía es un generador, se puede aprovechar también la energía eléctrica del generador a fin de calentar el espacio interno de por lo menos un segmento de hoja de rotor 6 cuando se opera con el mismo en el espacio interno de un segmento de hoja de rotor 6 un dispositivo calentador eléctrico. Se sobreentiende que se puede usar y combinar entre ellas todas las clases aplicables de energía para calentar el espacio interno de un segmento de hoja de rotor 6 a fin de lograr para la aplicación individual un calentamiento óptimo del espacio interno de un segmento de hoja de rotor 6.

5 Todas las formas de realización, variantes y áreas parciales descritas anteriormente de la presente invención se pueden combinar entre ellas. También se pueden usar varios dispositivos de control 1 de acuerdo con la presente invención en turbinas eólicas 14 que se pueden operar de manera individual o en forma acoplada. También se pueden operar dispositivos de control 1 de acuerdo con la presente invención de manera independiente entre ellos en una turbina eólica 14.

10 Aunque se describieron a modo de ejemplo formas de realización de la presente invención, las mismas no deben interpretarse como que limitan el alcance de protección de las reivindicaciones adjuntas. Los especialistas en la materia entenderán que es posible realizar diferentes modificaciones y variaciones de las formas de realización descritas y que numerosas otras configuraciones o combinaciones de cada una de estas formas de realización son capaces de lograr el mismo resultado sin apartarse del alcance de protección de las presentes reivindicaciones de esta invención. Más bien, la presente invención propiamente dicha indicará a los especialistas en la materia soluciones de otros objetivos y adaptaciones para otras aplicaciones. De acuerdo con la solicitante, las reivindicaciones adjuntas cubren todos los usos semejantes de la presente invención y los cambios y las modificaciones que pudiesen realizarse en las formas de realización presentadas para el propósito de la divulgación de la presente invención, sin apartarse del espíritu y del alcance de protección de la presente invención.

Lista de símbolos de referencia:

- 20 1 Dispositivo de control  
 2 Primer componente  
 3 Elemento de resorte  
 4 Segundo componente  
 5 Elemento de masa  
 25 6 Segmento de hoja de rotor  
 7 Tercer componente  
 8 Accionador  
 9 Delimitador  
 10 Dispositivo de acoplamiento  
 30 11 Motor de ajuste  
 12 Primer componente parcial  
 13 Segundo componente parcial  
 14 Turbina eólica  
 15 Eje de rotación  
 35 16 Borde de flujo  
 17 Extremo de perfil  
 18 Elemento de conexión  
 19 Eje de rotación del elemento de torsión  
 20 Brazo de palanca  
 40 21 Brazo de tope  
 22 Escudo de corriente 22  
 23 Dispositivo de bisagra  
 A Punto de conexión para un elemento de conexión 18 entre 4 y 22  
 B Punto de conexión para un elemento de conexión 18 entre 4 y 22  
 45 C Punto de conexión para un elemento de conexión 18 entre elementos de control adyacentes 1  
 D Punto de conexión para un elemento de conexión 18 entre elementos de control adyacentes 1  
 E Punto de conexión para un elemento de conexión 18 entre 20 y 11



REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de control para turbina eólica de una turbina eólica de eje vertical con por lo menos un segmento de hoja de rotor (6), que comprende:
- 5 un elemento de resorte (3),  
 por lo menos un elemento de masa (5) en un primer componente parcial (12), en donde el primer componente parcial (12) se apoya de manera giratoria alrededor de un eje de rotación (19),  
 por lo menos dos puntos de conexión (A, B) en el primer componente parcial (12) en el que se acopla en cada caso un elemento de conexión (18) que une el dispositivo de control (1) en cada caso con un escudo de corriente (22) de la turbina eólica,  
 10 en donde los puntos de conexión (A, B) están dispuestos de tal manera en el primer componente parcial (12) que con respecto al eje de rotación (19) están ubicados esencialmente de manera opuesta entre ellos y por medio de los elementos de conexión (18) con un movimiento pivotante del componente parcial, debido a la aplicación de una fuerza centrífuga en el elemento de masa (5), dirigen los escudos de corriente (22) de manera contraria entre ellos,
- 15 **caracterizado por que** el elemento de resorte (3) es parte de un primer componente (2) y el elemento de masa (5) del primer componente parcial (12) es parte de un segundo componente (4) y el dispositivo de control (1) comprende adicionalmente un tercer componente (7) que presenta un accionador (8) y que se une de manera separable con el segundo componente (4) y  
 20 en donde el elemento de resorte (3) es en particular un elemento de torsión.
2. Dispositivo de control para turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el primer componente (2) está unido con transmisión de fuerza al segundo componente (4).
- 25 3. Dispositivo de control para turbina eólica de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en donde el segundo componente (4) a través de delimitadores (9) se limita a un intervalo de ajuste determinado previamente.
- 30 4. Dispositivo de control para turbina eólica de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 3, en donde el segundo componente (4) o bien el tercer componente (7) comprenden un dispositivo de acoplamiento (10) que acopla o desacopla selectivamente el segundo (4) y el tercer componentes (7).
- 35 5. Dispositivo de control para turbina eólica de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 4, en donde el tercer componente (7) comprende un motor de ajuste (11).
- 40 6. Dispositivo de control para turbina eólica de acuerdo con las reivindicaciones 4 a 5, en donde el dispositivo de acoplamiento (10) a través del acoplamiento del segundo (4) y del tercer componentes (7) evita la extensión debida a la fuerza centrífuga del freno aerodinámico.
- 45 7. Dispositivo de control para turbina eólica de acuerdo con las reivindicaciones 4 a 6, en donde el dispositivo de acoplamiento (10) a través del desacoplamiento del segundo (4) y del tercer componentes (7) hace posible una extensión debida a la fuerza centrífuga del freno aerodinámico.
- 50 8. Dispositivo de control para turbina eólica de acuerdo con las reivindicaciones 4 a 7, en donde el tercer componente (7) puede mover el primer (2) y el segundo componentes (4), siempre que el dispositivo de acoplamiento (10) acople el tercer componente (7) con el segundo componente (4).
- 55 9. Dispositivo de control para turbina eólica de acuerdo con las reivindicaciones 4 a 8, en donde el dispositivo de acoplamiento (10) está diseñado para desacoplar el segundo (4) y el tercer componentes (7) cuando falla o fracasa por lo menos parcialmente el tercer componente (7).
10. Dispositivo de control para turbina eólica de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 9, en donde el primer componente parcial (12) entre el primer y el segundo extremos del primer componente parcial (12) está unido de manera fija con el elemento de resorte (3) de manera perpendicular al eje de rotación.
- 60 11. Dispositivo de control para turbina eólica de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 10, en donde el segundo componente (4) presenta adicionalmente:  
 un segundo componente parcial (13) que entre el primer y el segundo extremos del segundo componente parcial (13) está unido de manera fija con el elemento de resorte (3) de manera perpendicular al eje de rotación y de manera perpendicular al primer componente parcial (12).
- 65 12. Dispositivo de control para turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 11, en donde los escudos de corriente (22) se posicionan de tal manera en una superficie externa del segmento de hoja de rotor (6) que el plano de los escudos de corriente (22) se puede extender desde una posición paralela a la dirección

de rotación del segmento de hoja de rotor (6) selectivamente hasta una posición perpendicular a la dirección de rotación del segmento de hoja de rotor (6), de modo que los escudos de corriente (22) se encuentran de manera perpendicular a la corriente de accionamiento.

5 13. Dispositivo de control para turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 12, en donde el segundo componente (4) con su elemento de masa (5) se posiciona de tal manera que el elemento de masa (5) al girar el rotor a través de la fuerza centrífuga se mueve de manera radial hacia afuera.

10 14. Dispositivo de control para turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 13, en donde el tercer componente (7) presenta adicionalmente:

un elemento de reposición que hace que el accionador (8) extienda el freno aerodinámico contra la tensión previa del elemento de resorte (3) cuando no se controla el accionador (8).

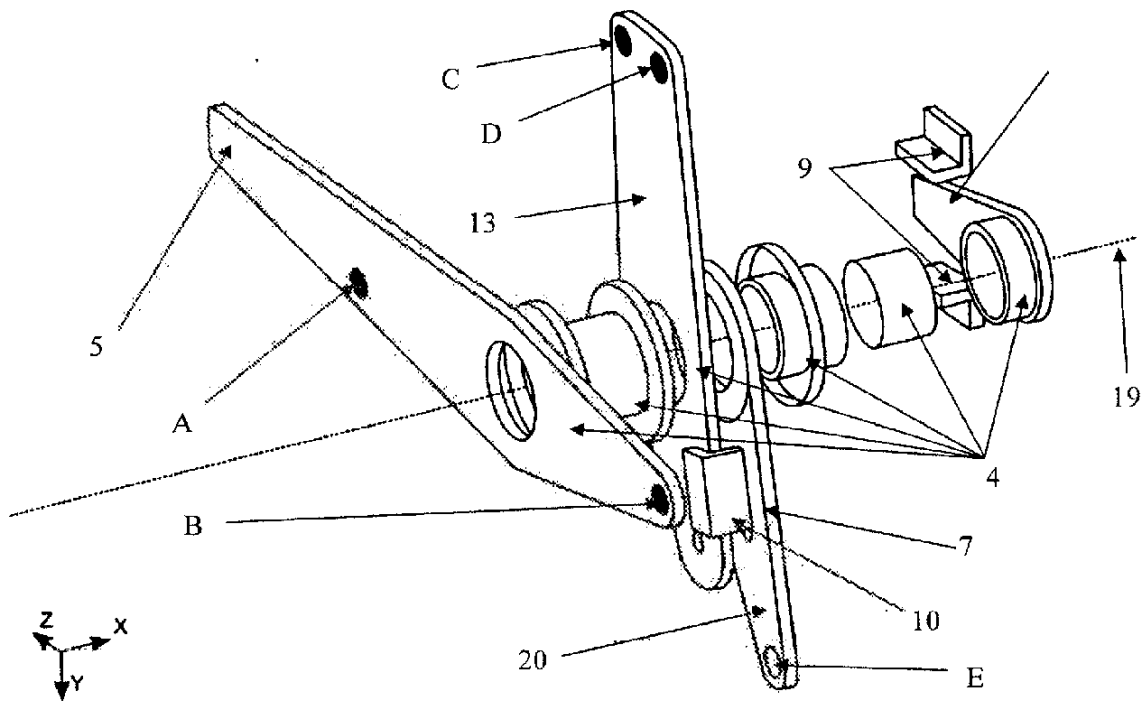


Figura 1



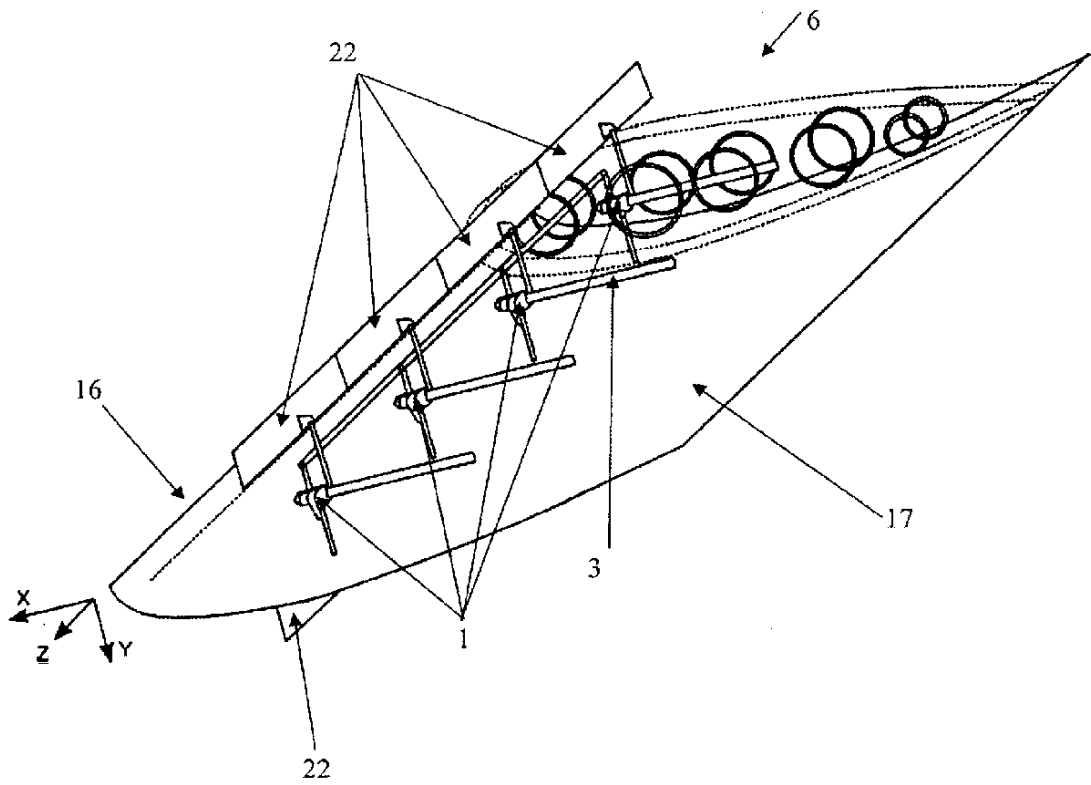


Figura 3

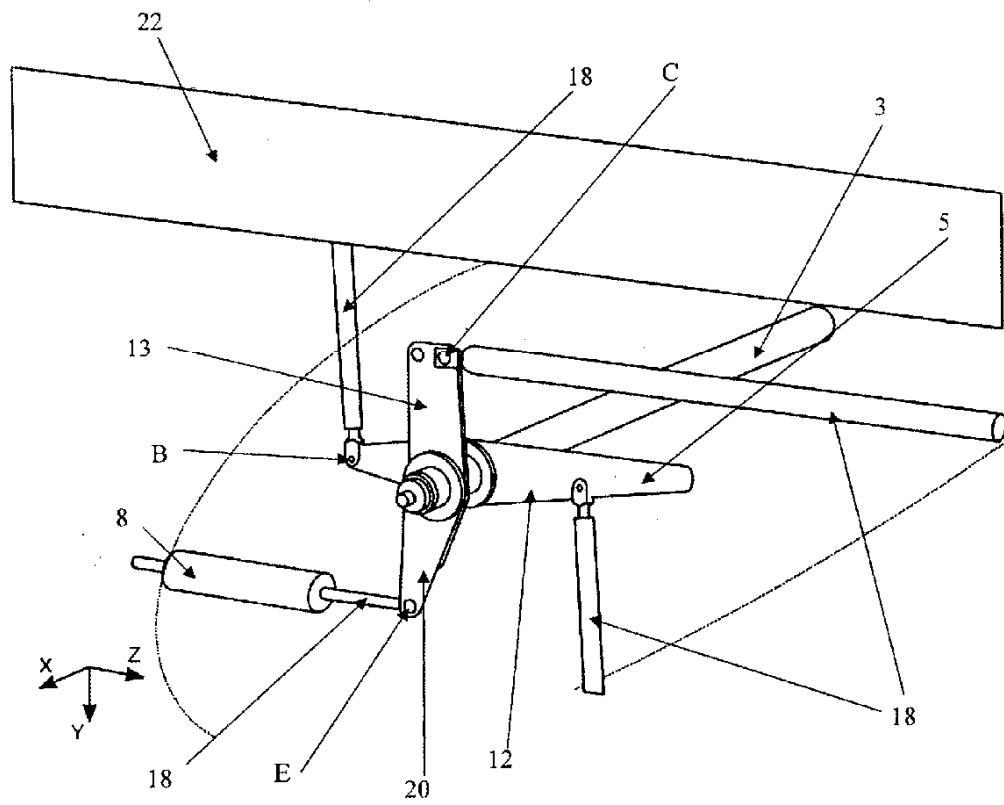


Figura 4

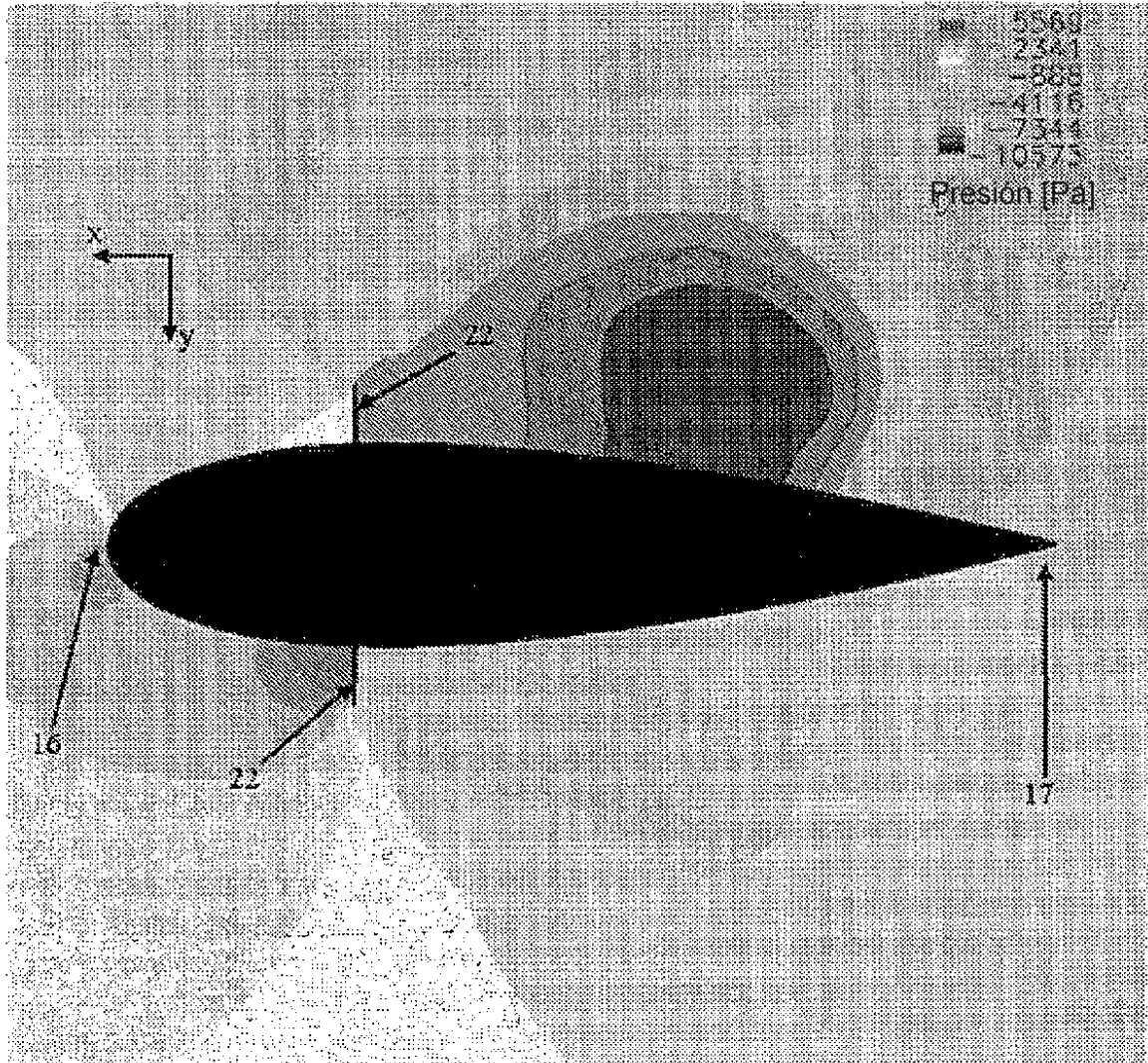


Figura 5

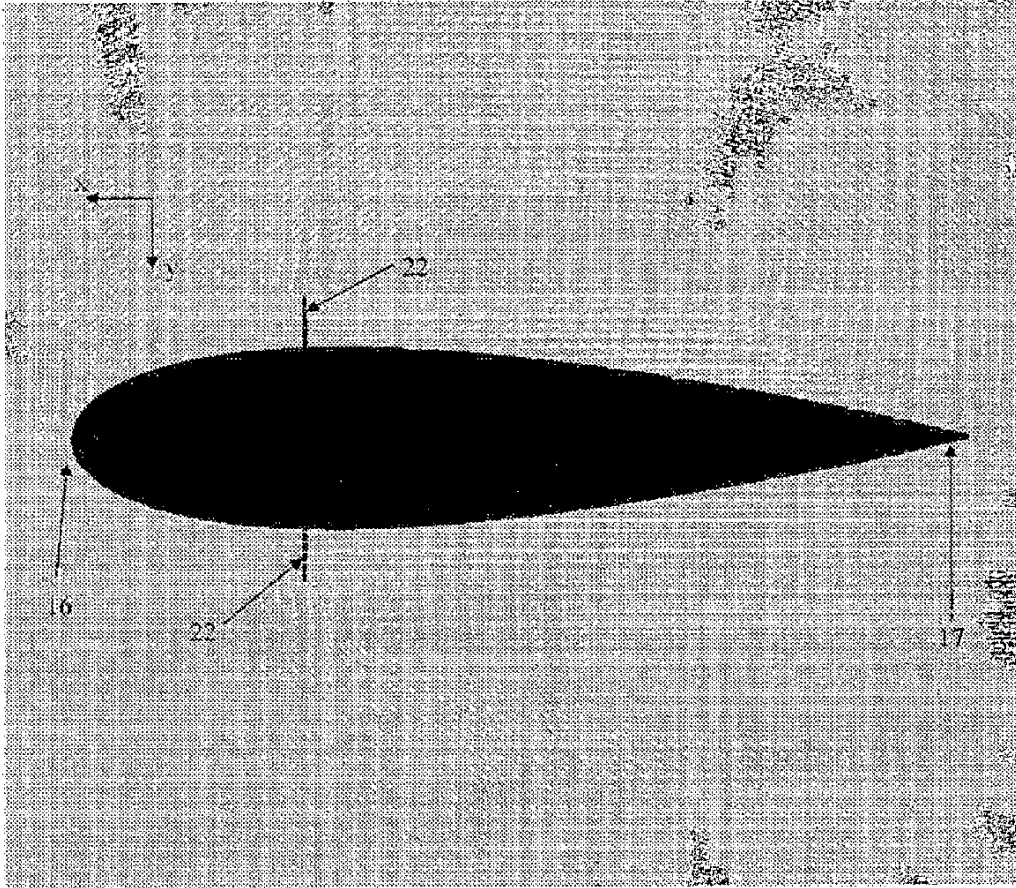


Figura 6



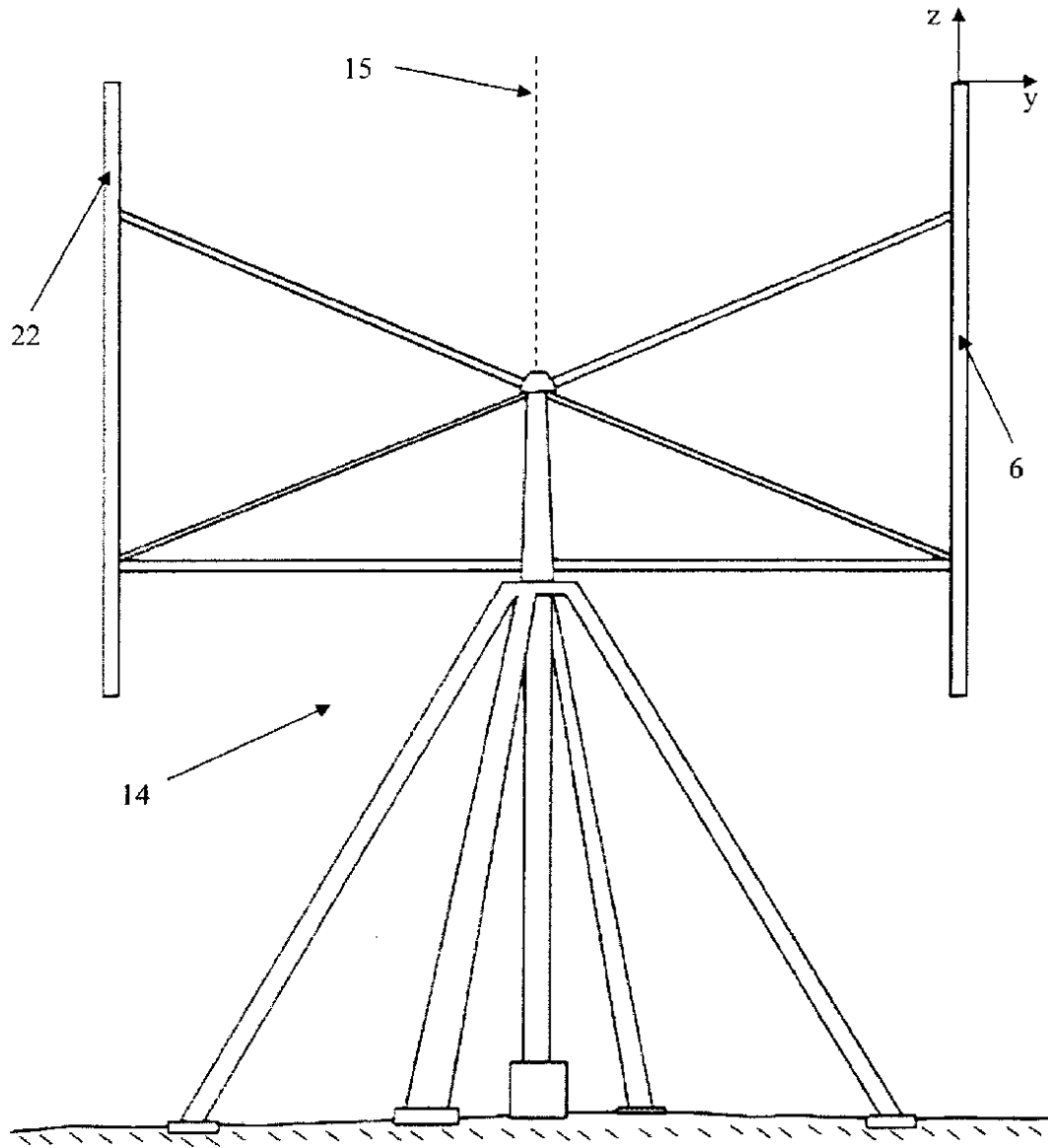


Figura 7

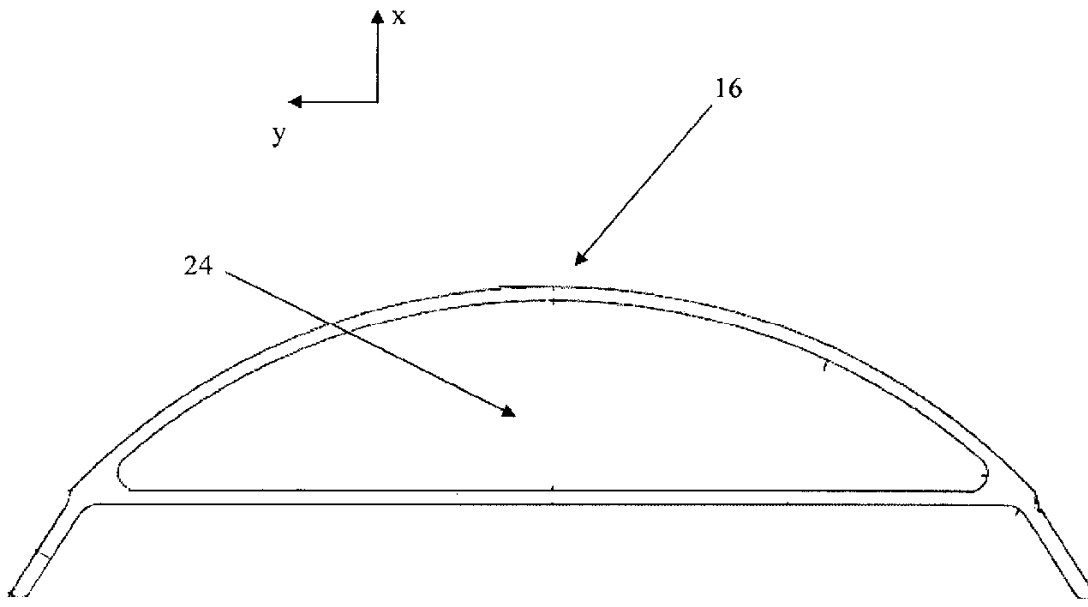


Figura 8