

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 441 232**

51 Int. Cl.:

**F03D 7/02** (2006.01)

**F03D 11/00** (2006.01)

**F16D 65/00** (2006.01)

**F16D 65/14** (2006.01)

**F16D 65/18** (2006.01)

**F16D 121/24** (2012.01)

**F16D 125/40** (2012.01)

**F16D 127/10** (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.01.2011 E 11151849 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2013 EP 2479428**

54 Título: **Turbina de aire con un dispositivo de frenado y procedimiento para frenar así como utilización del dispositivo de frenado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.02.2014**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Wittelsbacherplatz 2  
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**WOHLLEB, MATTHIAS**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 441 232 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

Turbina de aire con un dispositivo de frenado y procedimiento para frenar así como utilización del dispositivo de frenado.

5 La presente invención se refiere a una turbina de aire con un rotor y con al menos un ramal de impulsión, que está unido a un generador para obtener energía eléctrica a partir de una rotación del ramal de impulsión, así como con un dispositivo de frenado para frenar al menos un componente de ramal de impulsión del ramal de impulsión. Se refiere además a un procedimiento para frenar al menos un componente de ramal de impulsión de un ramal de impulsión de una turbina de aire con un rotor y con al menos el ramal de impulsión, que está unido a un generador para obtener energía eléctrica a partir de una rotación del ramal de impulsión. Asimismo se refiere a la utilización de un dispositivo de frenado para frenar al menos un componente de ramal de impulsión de un ramal de impulsión de una turbina de aire con un rotor y con al menos el ramal de impulsión, que está unido a un generador para obtener energía eléctrica a partir de una rotación del ramal de impulsión.

15 En una turbina de aire la energía cinética del aire se utiliza para hacer que el rotor ejecute un movimiento de rotación. Este movimiento de rotación se transmite a través de un ramal de impulsión a un generador, que genera energía eléctrica a partir de la energía de rotación. En condiciones de funcionamiento regulares y con una plena capacidad funcional de todos los componentes funcionales de la turbina de aire, este proceso se realiza normalmente sin una acción controladora desde el exterior. Sin embargo es necesario, en diferentes situaciones de peligro o situaciones de funcionamiento críticas de la turbina de aire, llevar a cabo un frenado del ramal de impulsión. Esto es especialmente necesario cuando componentes aislados de la turbina de aire están fuera de servicio y pueden producirse otros daños mediante el movimiento de rotación del ramal de impulsión. Lo mismo es aplicable a situaciones de mantenimiento, en las que la turbina de aire es mantenida por personal técnico. El personal técnico se encuentra para esto habitualmente en la carlinga de la turbina de aire y, a causa del movimiento de rotación del ramal de impulsión, se ve impedido en la ejecución de su actividad y corre un gran riesgo, a causa de las enormes fuerzas que son causadas por esta rotación. Esto significa que el ramal de impulsión, durante un mantenimiento, normalmente tiene que frenarse y retenerse, para descartar riesgos e impedimentos para el personal.

20 También en el caso de condiciones meteorológicas extremas, en especial tormentas o huracanes, es necesario un frenado total o parcial del movimiento de rotación del ramal de impulsión. Sólo así puede asegurarse que, a elevadas velocidades del viento, no se produzca ningún daño a piezas funcionales de la turbina de aire, por ejemplo en el rotor o en el generador.

35 De forma correspondiente las turbinas de aire actuales usadas industrialmente con grandes potencias, es decir superiores a 100 kW, están equipadas normalmente siempre con dispositivos de frenado, que permiten un frenado parcial y también total del movimiento de rotación del ramal de impulsión. Tales dispositivos de frenado se componen habitualmente de al menos una pinza-soporte con (en cada caso) al menos una guarnición de freno, en donde la pinza-soporte puede presionarse contra el disco de freno y, de este modo, frena el disco de freno en su movimiento. El disco de freno está aplicado aquí fijamente a un componente de ramal de impulsión del ramal de impulsión de la turbina de aire. Por ello rota con la misma velocidad de rotación que el componente de ramal de impulsión; mediante el frenado de su movimiento de rotación se frena también, a la inversa, el componente de ramal de impulsión.

40 La solicitud de patente alemana DE 10 2007 058 746 A1 describe una turbina de aire de la clase citada al comienzo, en la que el

dispositivo de frenado comprende un dispositivo de frenado por fricción que puede accionarse electromagnéticamente.

45 Habitualmente, sin embargo, los dispositivos de frenado se controlan a través de sistemas de transmisión hidráulicos o neumáticos. Esto significa que la transmisión y el control de las fuerzas de frenado se realizan mediante un fluido hidráulico o neumático en un circuito cerrado. La presión hidráulica necesaria es generada casi siempre por una bomba hidráulica o un compresor. Mediante la apertura de válvulas magnéticas se acoplan las fuerzas hidráulicas o neumáticas.

50 Los requisitos impuestos a los dispositivos de frenado en turbinas de aire consisten en especial en que las fuerzas de frenado deben transmitirse de forma fiable y, además de esto, debe ejercerse una fuerza de frenado lo más constante posible. Las fuerzas durante el funcionamiento de la turbina de aire alcanzan unos valores enormes, que son por ejemplo varias veces mayores que en el ramal de accionamiento de un automóvil. Aparte de esto, los dispositivos de frenado en turbina de aire están sometidos durante toda su vida útil, aparte de a las fuerzas de rotación, también a otros fuertes esfuerzos mecánicos como vibraciones, efectos de resonancia y efectos de amortiguación. En especial en situaciones de peligro aumentan de nuevo claramente todas las fuerzas aplicadas al

ramal de impulsión y de este modo al generador, de tal modo que es especialmente necesario que los frenos puedan ejercer fuerzas de frenado constantes durante periodos prolongados y funcionen con seguridad, incluso a temperaturas elevadas. La fiabilidad de la transmisión (mediante el fluido neumático o hidráulico) se garantiza actualmente casi siempre por medio de que se utiliza un equipo de refrigeración y filtrado adicional. El filtrado se usa con ello para asegurar que el fluido pueda usarse en todo momento, de tal modo que pueda transmitirse toda la fuerza de frenado. La refrigeración se usa para la prevención de sobrecalentamientos del fluido y, de este modo, de esfuerzos excesivos sobre los conductos hidráulicos, respectivamente neumáticos.

Esto significa que tanto el sistema neumático, respectivamente hidráulico, de dispositivos de frenado en turbinas de aire como los dispositivos de refrigeración, respectivamente filtrado, implican una elevada complejidad técnica y en cuanto a material. Por ello la consecuencia es una complejidad del material, un espacio constructivo dentro de la cabina de la turbina de aire, uno peso y unos costes elevados. A pesar de esta complejidad es difícil de garantizar un control adecuado y preciso de los dispositivos de frenado usados actualmente (o descritos), a causa de la inercia de los medios de transmisión hidráulicos, respectivamente neumáticos, y a causa de diferencias de calidad sólo difícilmente controlables de las válvulas magnéticas.

La tarea de la presente invención consiste en ofrecer una posibilidad, ante estos antecedentes, de cómo puede mejorarse el frenado de un ramal de impulsión, respectivamente de algunos de sus componentes, dentro de una turbina de aire de la clase citada al comienzo, de forma preferida en especial de tal modo que pueda hacerse funcionar de forma más fiable, respectivamente con menos mantenimiento, y puedan ahorrarse costes, respectivamente material y cantidad de trabajo.

Esta tarea es resuelta mediante una turbina de aire conforme a la reivindicación 1 y un procedimiento conforme a la reivindicación 14, así como mediante la utilización de un dispositivo de frenado conforme a la reivindicación 15.

De forma correspondiente el dispositivo de frenado, en una turbina de aire de la clase citada al comienzo, comprende un freno de cuña.

El ramal de impulsión puede estar formado con ello por uno o varios componentes de ramal de impulsión, por ejemplo por un primer árbol y un segundo árbol, acoplado al primer árbol a través de un dispositivo de engranaje.

La utilización de un freno de cuña en el marco del dispositivo de frenado presenta varias ventajas decisivas con respecto al estado de la técnica, con dispositivos de frenado habituales de la clase descrita anteriormente. Cabe citar en especial que para frenar normalmente se necesita una menor aplicación de fuerza, respectivamente con la misma fuerza puede conseguirse una mayor acción de frenado del dispositivo de frenado. Aparte de esto, un freno de cuña puede controlarse de forma muy precisa y no requiere ningún sistema de alimentación hidráulico, respectivamente neumático, de tal modo que pueden evitarse los numerosos problemas técnicos antes descritos de estos sistemas. En especial puede prescindirse naturalmente por entero del filtrado de los fluidos de transmisión así como de su refrigeración. En lugar de ello en el caso del freno de cuña sólo es necesario un actuador, que desplace la cuña de freno de tal modo que se obtenga una acción de frenado deseada, respectivamente que se reduzca la acción de frenado momentánea.

Los frenos de cuña se usan actualmente a modo de prueba en automóviles como sistemas de freno novedosos. Por ejemplo con relación a esto puede hacerse referencia al artículo de Gombert, Bernd / Philip Gutenberg: "Die elektronische Keilbremse", Automobiltechnische Zeitschrift 11/08, año 108, noviembre de 2006, páginas 904-912. Este artículo ofrece también una comparación entre sistemas de freno hidráulicos convencionales y un freno de cuña electrónico – en cada caso para sistemas de freno en el campo de aplicación automovilístico. El artículo resume que el freno de cuña electrónico necesita menores aplicaciones de fuerza y con ello menos energía, para conseguir la misma fuerza de frenado que otros sistemas de freno automovilísticos. Otra forma de ejecución de un freno de cuña electrónico se ha descrito en la solicitud de patente alemana DE 10 2007 039614 A1.

La utilización de frenos de cuña en el marco de las turbinas de aire es también especialmente efectivo, más allá de esta ventaja, debido a que la magnitud de las fuerzas que se producen así como el desarrollo de calor que se produce potencialmente a causa de fuerzas de fricción son significativamente mayores que en el caso de aplicarse a un automóvil. Además de esto el frenado, al contrario que en los vehículos de motor, en una turbina de aire tiene que realizarse de forma totalmente automática y sin regulación humana posterior, mientras que el actuador durante el funcionamiento del freno en el automóvil en último término es el hombre, precisamente el conductor. Esto significa que se imponen unos requisitos todavía notablemente mayores a la fiabilidad absoluta del mantenimiento de fuerzas de frenado, a la hora de frenar el ramal de impulsión de una turbina de aire, de lo que es el caso en el campo automovilístico. Sin embargo, los ensayos del inventor han demostrado que el funcionamiento de frenos de cuña en el campo de las turbinas de aire es tan fiable que realmente puede utilizarse allí, en donde en esta aplicación de gran técnica las ventajas incluso se potencian: en primer lugar los problemas antes descritos de los dispositivos de frenado conforme al estado de la técnica son claramente más concisos que en las aplicaciones técnicas en el orden de magnitud de motores de combustión con aproximadamente 100 kW, ya que las turbinas de aire de clase constructiva moderna tienen de todas formas potencias nominales superiores a 1 MW. En segundo lugar, a causa de

la altura de las instalaciones se dispone también de un espacio constructivo claramente mayor para el dispositivo de frenado, de tal modo que al fin y al cabo pueden utilizarse frenos de cuña de una clase constructiva más sencilla y, aún así, contribuir incluso a un efecto de ahorro de espacio. De este modo por ejemplo los discos de freno en turbinas de aire son de forma correspondiente bastante más grandes y por ello ofrecen más superficie de engrane para la cuña de freno del freno de cuña que lo que es el caso en la cámara de motor de un automóvil. En tercer lugar aquí la transmisión de fuerza entre el actuador y el verdadero freno juega un papel bastante más importante que en el campo automovilístico. Por último el freno de cuña ofrece incluso, como se explicará más adelante todavía con mayor detalle, a causa de su capacidad de control considerablemente más fina, la posibilidad de actuar como efecto suplementario de forma amortiguadora contra vibraciones. Se trata por lo tanto, en el caso de la invención, no de una simple transmisión de un principio de un campo de aplicación técnico a otro, sino de una modificación exitosa de un sistema aplicado en el campo de la tecnología media para su uso en la gran técnica, en el que por sí mismo habría cabido esperar que hubiese sido necesario superar numerosos obstáculos adicionales (como por ejemplo el orden de magnitud, la magnitud de las fuerzas y los efectos de vibración).

Conforme a la invención el procedimiento de la clase citada al comienzo está perfeccionado, por medio de que el frenado se lleva a cabo mediante un dispositivo de frenado que comprende un freno de cuña. Con ayuda del freno de cuña es posible durante el frenado, como se ha citado antes, conseguir un control claramente mejor sobre el proceso de frenado y, al mismo tiempo, de forma más sencilla y con menor consumo de fuerza y energía conseguir una acción de frenado elevada y constante. Para esto se necesita una complejidad de funcionamiento notablemente menor que en dispositivos de frenado convencionales, como los que se han descrito anteriormente.

De forma correspondiente, la invención comprende también la utilización de un dispositivo de frenado que comprende un freno de cuña para frenar al menos un componente de ramal de impulsión de un ramal de impulsión de una turbina de aire con un rotor y con al menos el ramal de impulsión, que está unido a un generador para obtener energía eléctrica a partir de una rotación del ramal de impulsión.

Se deducen también otros perfeccionamientos y configuraciones ventajosos de la invención de las reivindicaciones subordinadas así como de la siguiente descripción. Con ello el procedimiento conforme a la invención, respectivamente la utilización conforme a la invención, también puede estar perfeccionado de forma correspondiente a las reivindicaciones subordinadas sobre la turbina de aire y a la inversa.

Básicamente es posible en los frenos de cuña ajustar el control de la acción de frenado mediante sistemas de transmisión mecánicos, por ejemplo mediante engranajes de varillas de empuje y/o ruedas dentadas y/o tramos de cable o, en casos aislados, también hidráulica o neumáticamente, o también mediante intervención humana. Para aumentar la precisión de la acción de frenado y poder garantizar todavía mejor un desarrollo seguro y controlado, se utiliza de forma preferida un freno de cuña electrónico con una regulación electrónica de la fuerza de frenado. Con ello se generan órdenes de control electrónicas, que se transmiten a través de conductos de transmisión directamente a un actuador y, desde éste, pueden transformarse mediante un ajuste correspondiente de la posición del freno de cuña. Una transmisión directa mediante fluidos de transmisión hidráulicos con la propensión a fallos y mantenimiento antes descrita no es por ello necesaria. El control y la activación electrónicos hace más bien posible obtener también acciones de frenado ajustadas de forma muy fina, y esto prácticamente en tiempo real. Además de esto es posible, con un sistema de regulación puramente electrónico materializar un sistema de bucle cerrado, en el que una unidad de control está unida a una unidad de valoración para la regulación electrónica de la fuerza de frenado (o comprende una de ese tipo), que trata señales de medición de frenado a partir de una medición de la acción de frenado, de tal modo que la unidad de control a partir de los resultados de este tratamiento de señales puede derivar órdenes de control más refinadas para la regulación de la fuerza de frenado. En otras palabras, aquí se pone a disposición por primera vez un sistema auto-regulador, en el que también, a pesar del desgaste que se produce forzosamente en los dispositivos de frenado, en todo momento es posible un ajuste preciso de la fuerza de frenado, también en funcionamiento de marcha del dispositivo de frenado.

En el marco de esto es especialmente preferible que se utilice una unidad de control para regular la fuerza de frenado, que en funcionamiento actúe activamente en contra de vibraciones de al menos un componente de ramal de impulsión. La unidad de control ejecuta para esto una especie de "programa de frenado", que a partir de mediciones de vibraciones del respectivo componente de ramal de impulsión deriva órdenes de control, que son adecuadas para frenar el componente de ramal de impulsión en sentido contrario a la frecuencia de vibración. De este modo se recogen las vibraciones del componente de ramal de impulsión y se actúa efectivamente en contra de las mismas de forma amortiguadora. De este modo y manera puede materializarse por primera vez una contramedida activa efectiva contra vibraciones intensas del componente de ramal de impulsión. Esto significa que en la carlinga de la turbina de aire se produce un riesgo claramente menor de daños a causa de tales vibraciones y pueden protegerse diferentes componentes funcionales de la turbina de aire, de forma efectiva, contra un envejecimiento prematuro. Esta contramedida controlada produce de este modo finalmente que la vida útil de la turbina de aire en total pueda aumentarse notablemente. Una amortiguación de vibraciones de este tipo con ayuda del dispositivo de frenado no es posible por supuesto en las turbinas de aire con dispositivos de frenado habituales conforme al estado de la técnica, ya que tales dispositivos de frenado no pueden actuar con precisión y oportunidad (a causa de su inercia).

5 Conforme a una forma de ejecución preferida, el ramal de impulsión comprende un primer árbol y un segundo árbol como componentes de ramal de impulsión, que están unidos entre sí a través de un engranaje de multiplicación. El engranaje de multiplicación transforma con ello la reducida velocidad de giro en el primer árbol en velocidades de giro mayores del segundo árbol, de tal modo que por un lado pueden accionarse generadores más ligeros y, por otro lado, el frenado del ramal de impulsión puede ajustarse de forma más fina: el frenado de un árbol que rota más rápidamente (en comparación con la velocidad de rotación del rotor y de un primer árbol unido a él directamente) puede realizarse por ello con más precisión, porque la acción de frenado en valores absolutos de la reducción de velocidad de giro puede medirse más fácilmente que en árboles que rotan más lentamente. Además de esto, de este modo el segundo árbol es menos inerte que el primer árbol que funciona lentamente.

10 Por ello es especialmente preferible, en una turbina de aire de este tipo con un primer árbol y un segundo árbol, que el freno de cuña esté dispuesto en la región del segundo árbol.

15 De forma preferida la turbina de aire conforme a la invención comprende además una unidad de control para la regulación electrónica de la fuerza de frenado, unidad de control que extrae señales de al menos un sensor, que en funcionamiento mide valores paramétricos de la rotación de un componente de ramal de impulsión y/o valores paramétricos, que se refieren a temperaturas en la región del interior de la turbina de aire y/o a condiciones meteorológicas alrededor de la turbina de aire.

20 Los valores paramétricos de la rotación de componentes de ramal de impulsión comprenden en especial valores de medición sobre la velocidad de giro, sobre el par de giro, respectivamente sobre vibraciones del respectivo componente de ramal de impulsión. La medición de vibraciones se usa por ejemplo para actuar en contra de estas vibraciones (véase más arriba), mientras que las informaciones sobre velocidad de giro, respectivamente par de giro, pueden utilizarse en especial para iniciar automáticamente un frenado, cuando se superan determinados valores umbrales y de allí como resultado puede derivarse una situación de peligro. Algo similar se produce con relación a valores climatológicos, respectivamente de temperatura, ya que la temperatura exterior, respectivamente parámetros de viento, etc. permiten extraer conclusiones sobre si es necesario un frenado parcial o total del ramal de impulsión para proteger la turbina de aire en situaciones de tormenta. La temperatura interior juega un papel en el sentido de que de la misma pueden deducirse perturbaciones de funcionamiento a causa de mayores fricciones en piezas constructivas o funcionamientos incorrectos similares. La unidad de control es por lo tanto un controlador basado en sensores y puede tratar un gran número de posibles parámetros de entrada, que tienen relevancia en especial en función del respectivo punto de montaje, del tamaño y de la clase constructiva de la turbina de aire.

30 Un perfeccionamiento especialmente ventajoso de una turbina de aire de este tipo consiste en que la unidad de control en funcionamiento, si se supera un valor umbral que se refiere al menos a un valor paramétrico recibido por uno de los sensores, inicie un frenado mediante el freno de cuña, de forma preferida un frenado total del ramal de impulsión. La unidad de control inicia por lo tanto un frenado de emergencia del movimiento de rotación del ramal de impulsión. De forma correspondiente se elige el valor umbral de tal modo que, en el caso de superarse el valor, pueda deducirse que existe con elevada probabilidad un peligro para el funcionamiento de la turbina de aire, respectivamente de algunos de sus componentes. Valores umbrales correspondientes pueden referirse tanto a la temperatura interior como a los otros valores de medición citados anteriormente o comprender, en función del tipo constructivo de la turbina de aire, también otros valores umbrales sobre la base de otros parámetros.

De forma preferida el freno de cuña comprende los siguientes componentes:

- 40 - un disco de freno unido a un componente de ramal de impulsión a frenar,
- una estructura de sujeción instalada fijamente con una superficie de guiado, dispuesta al menos en un lado plano del disco de freno,
- una cuña de freno montada sobre la superficie de guiado, con una superficie vuelta hacia la superficie de guiado, que se corresponde en su forma con la de la superficie de guiado,
- 45 - un actuador que, en funcionamiento, desplaza la cuña de freno a lo largo de la superficie de guiado.

La cuña de freno puede estar en contacto con la superficie de guiado, tanto directa como indirectamente. Puede unirse por ejemplo a través de rodillos a la superficie de guiado o, con ayuda de un medio de deslizamiento adecuado, deslizarse a lo largo de la misma.

50 La cuña de freno comprende de forma preferida una guarnición de freno, aplicada al lado de la cuña de freno opuesto a la superficie de guiado en dirección al disco de freno y que en funcionamiento de frenado es presionada contra el disco de freno.

Una disposición así de los componentes de un freno de cuña puede ensamblarse fácilmente (dado el caso también reequiparse en dispositivos de frenado existentes) y manipularse de forma no complicada; en especial el guiado de la cuña de freno a lo largo de la superficie de guiado conduce a que, mediante la forma de la cuña de freno y la superficie de guiado, la acción de frenado del freno de cuña puede ajustarse previamente. Por ejemplo la conformación de la superficie de guiado y/o de la cuña de freno puede estar configurada de tal modo, que durante el movimiento de la cuña de freno no se obtenga un aumento de fuerza lineal, sino un aumento de fuerza potenciada o por el contrario que asciende sólo más lentamente.

Un freno de cuña con los componentes que se acaban de describir se acciona ventajosamente mediante un motor eléctrico como actuador, que de forma preferida se regula mediante una unidad de control electrónica. Por medio de esto es posible que se utilice lo más ampliamente posible un sistema electrónico, respectivamente eléctrico, en el que sólo los componentes antes descritos del dispositivo de frenado estén ejecutados mecánicamente y la regulación se realice por completo bajo control electrónico.

En lo que se refiere a la conformación de la superficie de guiado, conforme a su primera alternativa fundamental está previsto que sea plana y que esté orientada oblicuamente respecto a un eje de rotación del componente de ramal de impulsión a frenar. Con ello la superficie de guiado converge de forma preferida oblicuamente en el disco de freno a frenar. Una variación de esta primera alternativa consiste en que la superficie de guiado no sea plana, sino que describa a modo de una colisa una trayectoria monótona, de forma preferida muy monótona, ascendente o descendente en la sección transversal. Esto conduce al efecto ya citado anteriormente de una amplificación no lineal de la fuerza de frenado cuando se modifica la posición de la cuña de freno. La cuña de freno presenta de forma preferida una forma adaptada a esta forma de la superficie de guiado.

Una segunda alternativa fundamental consiste en una superficie de guiado y/o superficie de la cuña de freno en zigzag, por ejemplo en forma de W. De forma preferida tanto la superficie de guiado como la superficie de la cuña de freno está configurada análogamente en zigzag. Una forma en zigzag de este tipo se ha representado por ejemplo en el artículo de Roberts, Richard et al.: "Testing the Mechatronic Wedge Brake" SAE paper 2004-01-2766 en la figura 1 y se ha descrito en el texto anexo. El aprendizaje de esta descripción se incorpora de forma correspondiente como aprendizaje a esta solicitud de patente.

En el caso de la forma en zigzag no es imprescindible sin embargo que se trate de una forma en zigzag poligonal, sino que se puede tratar también de una forma redondeada, En otras palabras la superficie de guiado y/o la superficie de la cuña de freno presenta elevaciones y depresiones, de tal modo que la cuña de freno puede moverse desde un punto cero inicial hacia la superficie de guiado en dos direcciones diferentes, para conseguir un aumento de la fuerza de frenado. En esta alternativa es posible un contacto más estrecho entre la superficie de guiado y la cuña de freno; por medio de esto puede materializarse un sistema más compacto, ya que por ello es más estable, porque la cuña de freno no puede escaparse por ejemplo totalmente de la superficie de guiado en una dirección.

Aparte de esto ha demostrado ser ventajoso que la turbina de aire conforme a la invención presente un dispositivo de graduación de accionamiento manual y/o motórico, cuyo manejo hace posible una torsión del componente de ramal de impulsión a frenar en dirección a una posición de retenida prevista. Con un dispositivo de graduación así puede seguir moviéndose el respectivo componente de ramal de impulsión desde la situación de detención (por ejemplo después de un frenado total), para llevarse a una posición de retenida segura. La retención no es después imprescindible que se realice con ayuda del freno de cuña. Más bien otros dispositivos de frenado pueden también fijar directa o indirectamente el propio freno de cuña.

Por eso muy en general es preferible que la turbina de aire presente un dispositivo de retenida para fijar el componente de ramal de impulsión a frenar en una posición de retenida, en donde el dispositivo de retenida engrana de forma preferida en un disco de freno y/o en partes del dispositivo de graduación citado anteriormente.

En el caso de este disco de freno para la retención puede tratarse por ejemplo de un disco de freno del freno de cuña. Sin embargo, para esto puede usarse también un disco de freno de otro dispositivo de freno. Con ayuda del dispositivo de retenida es posible, sin accionar dispositivos de frenado, garantizar una detención del movimiento de rotación del componente de ramal de impulsión, de tal modo que precisamente pueda mantenerse también el propio dispositivo de frenado.

A continuación se explica de nuevo con más detalle la invención, haciendo referencia a las figuras adjuntas y con base en ejemplos de ejecución. Con ello en las diferentes figuras los componentes iguales están dotados de números de referencia idénticos. Aquí muestran:

la figura 1 una representación de principio muy simplificada de un freno de cuña, en sección transversal,

la figura 2 una vista lateral de una forma de ejecución de una turbina de aire conforme a la invención, en un estado de apertura de su cabina,

la figura 3 una vista de detalle de la figura 2 sobre partes del ramal de impulsión y sobre el dispositivo de frenado de la turbina de aire.

5 La figura 1 muestra un freno de cuña 43 en una representación de principio como vista lateral. Presenta una cuña de freno 5, que puede moverse sobre rodillos de deslizamiento 9 a lo largo de un plano de guiado 11 de una estructura de sujeción 10. Una superficie o superficie de soporte 12 de la cuña de freno 5 está dirigida en dirección al plano de guiado 11, a lo largo del cual están montados los rodillos de deslizamiento 9. En el lado de la cuña de freno 5 opuesto a la superficie de soporte 12 se encuentra una guarnición de freno 3, que está dirigida en dirección a un disco de freno 42. El disco de freno 42 rota alrededor de un eje A, con respecto al cual el plano de guiado está orientado oblicuamente, es decir con un ángulo diferente a 180° y diferente a 90°. Esto significa que el disco de freno 42 rota en la dirección visual del observador.

15 Cuando la cuña de freno 5 con la guarnición de freno 3 hace contacto con el disco de freno 42, existe una fuerza perpendicular  $F_1$  sobre el disco de freno 43 y en dirección tangencial a la fuerza perpendicular  $F_1$  una fuerza de fricción  $F_2$ . De la combinación de estas dos fuerzas  $F_1$ ,  $F_2$  se obtiene en un triángulo una fuerza de frenado mixta  $F_4$ . En este equilibrio de fuerzas se produce el frenado del disco de freno 42. Si a continuación se sigue presionando la cuña de freno 5 en dirección al eje de rotación A mediante una fuerza de actuador  $F_3$ , se obtiene de esto una fuerza de frenado  $F_5$  mayor. Mediante el desplazamiento de la cuña de freno 5 en dirección al eje de rotación puede conseguirse de este modo un aumento de la fuerza de frenado del freno de cuña 43. Con ello, aunque aumenta la fuerza de frenado del freno de cuña 43 no exactamente con la misma intensidad que la fuerza de actuador  $F_3$ , después del desplazamiento de la cuña de freno no es necesario aplicar ninguna fuerza adicional ulterior, para mantener la cuña de freno 5 en su posición. En lugar de ello se obtiene un nuevo equilibrio de fuerzas con una fuerza de frenado constante  $F_5$ . La fuerza de actuador  $F_3$  necesaria depende en último término de las características de fricción del contacto entre el disco de freno 42 y la guarnición de freno 3. El freno de cuña 43 ha alcanzado su punto de frenado óptimo, cuando ya no es necesario aplicar ninguna fuerza de actuador  $F_3$  adicional más para seguir desplazando la cuña de freno 5 en dirección al eje A, para por medio de esto conseguir la fuerza de frenado deseada en cada caso. Una unidad de control, que regula la fuerza de actuador  $F_3$ , tiene como objetivo al fin y al cabo alcanzar exactamente el punto en el que se alcanza un equilibrio de fuerzas.

30 La figura 2 muestra una turbina de aire 13 conforme a una forma de ejecución de la invención. En su lado delantero vuelto hacia el viento presenta un rotor 14, que presenta varias palas de rotor 19. Éstas están unidas a un buje 17. Desde el buje 17 un primer árbol 21 conduce al interior de la carlinga 37 de la turbina de aire 13. El primer árbol está montado en la carlinga 37, a través de un apoyo principal 23 y una primera culata 25 así como una segunda culata 35 (cuyas posiciones pueden graduarse mediante unos motores 29, 31).

35 Un engranaje 33 convierte la rotación del primer árbol 21 en una rotación de un segundo árbol 44, en donde el segundo árbol 44 está dispuesto en el lado del engranaje 33 alejado del segundo árbol 21. El segundo árbol 44 conduce a un generador 45, en el que se obtiene corriente de la energía de rotación del segundo árbol 44. Un acoplamiento 41 se usa para acoplar o desacoplar el segundo árbol 44 para, en situaciones de peligro, poder desacoplar el generador 45 de la rotación del segundo árbol 44. El primer árbol 21 y el segundo árbol 44 forman parte conjuntamente de un ramal de impulsión 22. El generador 45 se refrigera con un refrigerador de agua 49 y con un ventilador adicional 51. En lugar del refrigerador de agua 49 puede utilizarse también un refrigerador de aceite. En el lado exterior de la carlinga 37 está aplicado un sensor meteorológico 47, que proporciona datos meteorológicos, por ejemplo sobre la situación del viento, sobre temperaturas, sobre condiciones de nubosidad y visibilidad, etc.

45 En la región del segundo árbol 44 se encuentra un motor de graduación 39, que está dentado sobre una rueda dentada 40 que está unida al segundo árbol 44. Aparte de esto un disco de freno 42 está unido al segundo árbol 44, que es frenado mediante un dispositivo de frenado 43 conforme a la invención.

La carlinga 37 está montada de forma giratoria sobre una torre 27.

50 La figura 3 muestra con mayor detalle la región del segundo árbol 44, en especial el dispositivo de frenado 43. Desde el engranaje 33 conduce el segundo árbol 44 en dirección al generador 45 (no mostrado aquí). La rueda dentada 40 está unida al motor de graduación 39, que engrana a través de una rueda dentada 39a en la rueda dentada 40. Con ayuda del motor de graduación 39 puede graduarse la posición de giro del segundo árbol 44 de tal modo, que un dispositivo de retenida 59 puede engranar en una determinada posición de retenida en la rueda dentada 40 y de este modo puede fijarla. De este modo está fijada al propio tiempo el segundo árbol 44, e indirectamente a través del engranaje 33 también el primer árbol 21, y no puede rotar. Siguiendo en dirección al generador 45 están dispuestos en siguiente lugar un disco de freno 42 así como dos sensores 63, 65, que miden por un lado la velocidad de giro, respectivamente el par de giro del segundo árbol 44, y por otro lado sus vibraciones.

Conforme a la invención, y como se aclara aquí en detalle, el dispositivo de frenado 43 para frenar el movimiento de rotación del disco de freno 42 está materializado como freno de cuña. Esto significa que una cuña de freno 5 se mueve, según el principio mostrado en la figura 1, a lo largo de rodillos de deslizamiento 9 sobre una superficie de guiado 51 hacia arriba o hacia abajo, para conseguir la fuerza de frenado  $F_3$ ,  $F_5$  deseada en el disco de freno 42.

5 Aparte de la guarnición de freno 3 mostrada ya en la figura 1, a través de una pinza-soporte 52 está montada una segunda guarnición de freno 53 en el lado opuesto a la guarnición de freno 3, de tal modo que el desplazamiento de la cuña de freno 5 del freno de cuña 43 produce una especie de apriete del disco de freno 42 entre la (primera) guarnición de freno 3 y la segunda guarnición de freno 53. Un motor de ajuste 55 gradúa a través de una rueda de graduación 57 la posición de la cuña de freno 5 del freno de cuña 43, de tal modo que se consigue la fuerza de frenado  $F_3$ ,  $F_5$  deseada. El motor de graduación 55 es controlado por una unidad de control 61, que usa para esto

10 datos de entrada procedentes de sensores, en especial del sensor de giros 63, del sensor de vibraciones 65 y del sensor meteorológico 47, y de aquí deriva órdenes de control, por ejemplo para la amortiguación activa de vibraciones del segundo árbol 44.

15 Los datos de estos sensores pueden ofrecer además información sobre si existen situaciones de riesgo, a causa de las cuales la velocidad de giro del segundo árbol 44, respectivamente de todo el ramal de impulsión 22, debería reducirse o llevarse por completo a cero. Como resultado final la unidad de control 61, en función de estos y de otros datos de entrada (por ejemplo también datos de medición sobre la acción de frenado actual del freno de cuña 43) puede por lo tanto ajustarse exactamente la fuerza de frenado momentánea óptima del freno de cuña 43.

20 Por último se hace otra vez referencia a que en el caso del procedimiento detallado anteriormente así como de la turbina de viento y sus componentes, sólo se trata de ejemplos de ejecución que el técnico puede modificar de diferentes maneras, sin abandonar el ámbito de la invención. Asimismo la utilización del artículo indeterminado “un” o “una” no descarta que las particularidades afectadas puedan presentarse también de forma múltiple. Aparte de esto las “unidades” pueden estar compuestas por uno o varios componentes, también dispuestos distribuidos en el espacio.

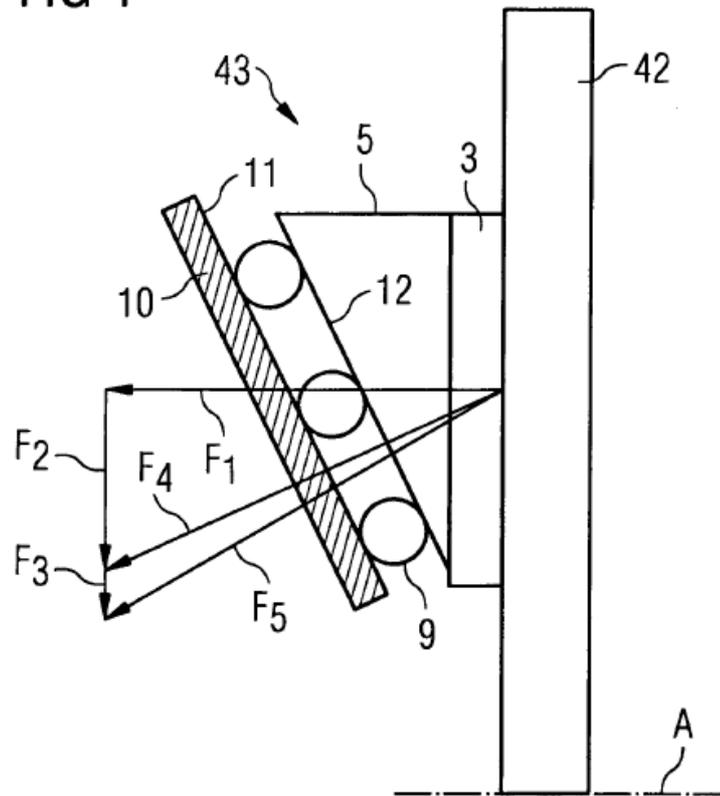
25

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Turbina de aire (13) con un rotor (14) y con al menos un ramal de impulsión (22), que está unido a un generador (45) para obtener energía eléctrica a partir de una rotación del ramal de impulsión (22), así como con un dispositivo de frenado (43) para frenar al menos un componente de ramal de impulsión (21, 44) del ramal de impulsión (22), caracterizada porque el dispositivo de frenado (43) comprende un freno de cuña.
2. Turbina de aire conforme a la reivindicación 1, caracterizada por un freno de cuña electrónico con una regulación electrónica de la fuerza de frenado.
- 10 3. Turbina de aire conforme a la reivindicación 2, caracterizada por una unidad de control (61) para regular la fuerza de frenado, que en funcionamiento actúa activamente en contra de vibraciones de al menos un componente de ramal de impulsión (21, 44).
4. Turbina de aire conforme a una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el ramal de impulsión (22) comprende un primer árbol (21) y un segundo árbol (44) como componentes de ramal de impulsión, que están unidos entre sí a través de un engranaje de multiplicación (33).
- 15 5. Turbina de aire conforme a la reivindicación 4, caracterizada porque el freno de cuña está dispuesto en la región del segundo árbol (44).
- 20 6. Turbina de aire conforme a una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por una unidad de control (61) para la regulación electrónica de la fuerza de frenado, unidad de control (61) que extrae señales de al menos un sensor (47, 63, 65), que en funcionamiento mide valores paramétricos de la rotación de un componente de ramal de impulsión (21, 44) y/o valores paramétricos, que se refieren a temperaturas en la región del interior de la turbina de aire y/o a condiciones meteorológicas alrededor de la turbina de aire.
7. Turbina de aire conforme a la reivindicación 6, caracterizada porque la unidad de control (61) en funcionamiento, si se supera un valor umbral que se refiere al menos a un valor paramétrico recibido por uno de los sensores (47, 63, 65), inicia un frenado mediante el freno de cuña (43), de forma preferida un frenado total del ramal de impulsión (22).
- 25 8. Turbina de aire conforme a una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el freno de cuña (43) comprende los siguientes componentes:
- un disco de freno (42) unido a un componente de ramal de impulsión (44) a frenar,
  - una estructura de sujeción (10) instalada fijamente con una superficie de guiado (11), dispuesta al menos en un lado plano del disco de freno (42),
  - una cuña de freno (5) montada sobre la superficie de guiado (11), con una superficie (12) vuelta hacia la superficie de guiado (11), que se corresponde en su forma con la de la superficie de guiado (11),
  - un actuador (55) que, en funcionamiento, desplaza la cuña de freno (5) a lo largo de la superficie de guiado (11).
- 30 9. Turbina de aire conforme a la reivindicación 8, caracterizada por un motor eléctrico (55) como actuador, que de forma preferida se regula mediante una unidad de control (61) electrónica.
- 35 10. Turbina de aire conforme a la reivindicación 8 ó 9, caracterizada por una superficie de guiado (11) plana, orientada oblicuamente respecto a un eje de rotación del componente de ramal de impulsión (44) a frenar.
11. Turbina de aire conforme a la reivindicación 8 ó 9, caracterizada por una superficie de guiado (11) y/o superficie (12) con forma en zigzag de la cuña de freno (5).
- 40 12. Turbina de aire conforme a una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por un dispositivo de graduación (39) de accionamiento manual y/o motórico, cuyo manejo hace posible una torsión del componente de ramal de impulsión (44) a frenar en dirección a una posición de retenida prevista.
- 45 13. Turbina de aire conforme a una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por un dispositivo de retenida (59) para fijar el componente de ramal de impulsión (44) a frenar en una posición de retenida, en donde el dispositivo de retenida (59) engrana de forma preferida en un disco de freno (40, 42) y/o en partes de un dispositivo de graduación (39) ejecutado conforme a la reivindicación 12.

14. Procedimiento para frenar al menos un componente de ramal de impulsión (21, 44) de un ramal de impulsión (22) de una turbina de aire con un rotor (14) y con al menos el ramal de impulsión (22), que está unido a un generador (45) para obtener energía eléctrica a partir de una rotación del ramal de impulsión (22), caracterizado porque el frenado se lleva a cabo mediante un dispositivo de frenado (43) que comprende un freno de cuña.
- 5 15. Utilización de un dispositivo de frenado (43) que comprende un freno de cuña, para frenar al menos un componente de ramal de impulsión (21, 44) de un ramal de impulsión (22) de una turbina de aire con un rotor (14) y con al menos el ramal de impulsión (22), que está unido a un generador (45) para obtener energía eléctrica a partir de una rotación del ramal de impulsión (22).

FIG 1



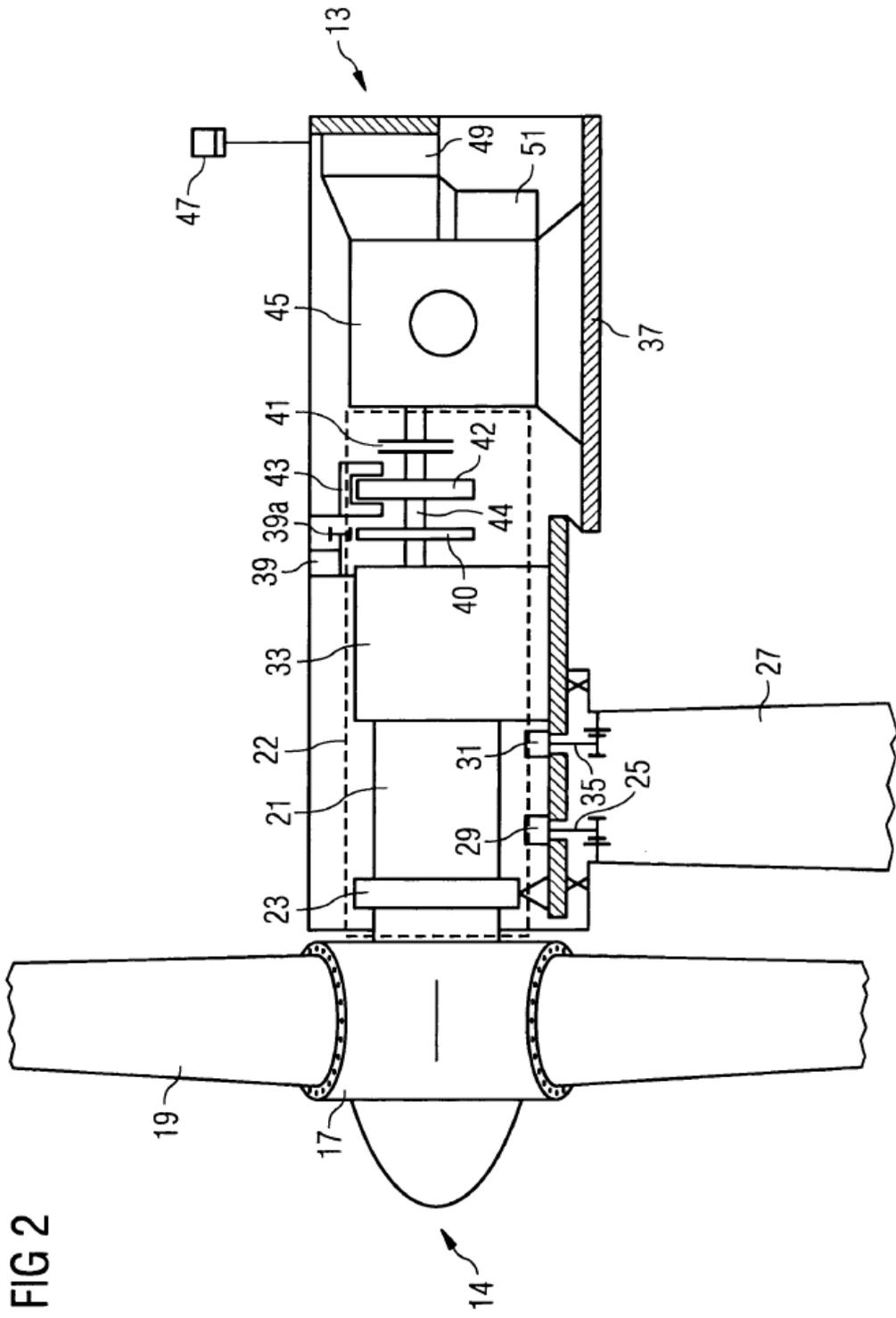


FIG 2

FIG 3

