

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 374 764**

51 Int. Cl.:
F03B 13/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08870974 .6**
96 Fecha de presentación: **30.12.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2232058**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.09.2010**

54 Título: **TURBINA DE AIRE PARA UNA CENTRAL DE ENERGÍA MAREMOTRIZ.**

30 Prioridad:
16.01.2008 DE 102008004761

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
21.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
21.02.2012

73 Titular/es:
**VOITH PATENT GMBH
SANKT PÖLTENER STRASSE 43
89522 HEIDENHEIM, DE**

72 Inventor/es:
**ARLITT, Raphael;
BANZHAF, Hans-Ulrich;
STARZMANN, Ralf y
BISKUP, Frank**

74 Agente: **Morales Durán, Carmen**

ES 2 374 764 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 para una central de energía maremotriz

5 La invención se refiere una turbina de aire para una central de energía maremotriz, particularmente una turbina de Wells de varias etapas.

10 Se conocen las centrales de energía maremotriz de acuerdo con el principio de una columna de agua oscilante (Oscillating Water Column - OWC). A este respecto se generan en una cámara de olas, en la que entran las olas a través de una abertura de entrada que se encuentra debajo del nivel del agua, variaciones de presión en el volumen de aire que se encuentra por encima del nivel del agua. Las sobrepresiones y subpresiones que se generan de este modo en el interior de la cámara de olas derivan en una afluencia y salida a través de un canal de ventilación limitado en el espacio, en el que está alojada una turbina de aire que puede tener afluencia bidireccional.

15 Una forma constructiva preferida de una turbina de aire que se puede afluir de forma bidireccional de este tipo viene representada por una turbina de Wells. Las palas de la turbina del rotor afluido axialmente dispuestas en paralelo con respecto al plano de rotación son características de una turbina de Wells. A este respecto, las palas de la turbina presentan un diseño simétrico con respecto al plano de rotación, estando configurado el perfil de las palas de la turbina con forma de gota para el giro de sentido constante y no presentando abombamientos en correspondencia con las condiciones de simetría. Como contorno del perfil se selecciona mayormente un perfil tipo hidrofoil, por
20 ejemplo, de la serie de cuatro cifras NACA.

Otras posibilidades de configuración para turbinas de aire con la condición de afluencia bidireccional las representan las turbinas de impulso, por ejemplo, turbinas de contrarotación de tipo McCromick. Además se conocen turbinas de
25 aire con conducción radial del flujo.

Otros componentes típicos de una turbina de aire son un generador eléctrico accionado por el rotor, una tapa de bloqueo y un amortiguador de sonido. Además se conoce el uso de álabes de guía por delante o detrás de las turbinas de aire que se pueden afluir bidireccionalmente con conducción de flujo axial. Para esto se remite a M. Suzuki, C. Arakawa, "Guide Vanes Effect of Wells Turbine for Wave Power Generator", International Journal of Off-
30 shore and Polar Engineering, Vol. 10, Nº 2, Junio de 2000 (ISSN 1053-5381). A partir de este artículo se deduce que para turbinas de Wells de una etapa se pueden asociar disposiciones de álabes de guía a un rotor aguas arriba y/o aguas abajo. Se supone que el aumento del rendimiento se debe sobre todo a los álabes de guía dispuestos aguas arriba con respecto al rotor.

35 En una central de energía maremotriz típica a presión neumática existente en la cámara de olas sobrepasa la mayoría de las veces el nivel de presión que se puede usar en una turbina de Wells con una única etapa de rotor. El criterio que se sigue radica en una condición según la cual en el lado de aspiración de un álabe de rotor no debe aparecer flujo transónico que llevaría asociadas percusiones y altas resistencias al flujo. Esto conduce directamente al requisito de una velocidad azimutal máxima admisible en la punta de las palas del rotor, por lo que está limitada la caída de presión producida en una etapa del rotor. Adecuadamente se propuso configurar turbinas de Wells para centrales de energía maremotriz con dos etapas, es decir, con dos rotores. En caso necesario se pueden añadir otros rotores, de tal forma que en la presente solicitud la expresión de una turbina de aire de varias etapas representa el uso de al menos dos y posiblemente más rotores. Para la configuración de una turbina de Wells de dos
45 etapas en una central de energía maremotriz se remite al documento US 5191225.

Se mencionan álabes de guía para turbinas de aire de varias etapas en T. Setoguchi, M. Takao, "Current status of self rectifying air turbines for wave energy conversion", Energy Conversion and Management, 47 (2006), 2382-2396. Se divulga el uso de una turbina de Wells con dos etapas de rotor sucesivas, estando dispuestos álabes de guía aguas arriba y aguas abajo de este par de rotores. Para cada sentido del flujo existirá por lo tanto un conjunto de álabes de guía aguas arriba del par de rotor, que conduce de acuerdo con el conocimiento del experto en la materia a un aumento del rendimiento de la turbina de Wells. En el documento GB 2099929 A se divulga un uso de álabes de guía entre la primera etapa de rotor y la segunda etapa del rotor. De acuerdo con lo que se conoce hasta ahora, el primer rotor de una turbina de Wells, que es afluido de forma ideal de manera axial, produce cambio de dirección del flujo contrario al sentido de rotación del primer rotor. Así, a la salida del primer rotor el flujo tiene componentes de velocidad axiales y azimutales, lo que conduce a una disminución del ángulo de afluencia del segundo rotor situado a continuación aguas abajo y que rota en el mismo sentido. A este respecto el ángulo de afluencia eficaz que se consigue se deriva de la suma vectorial de las componentes de la velocidad debidas al giro del rotor, en dirección azimutal, y la velocidad de afluencia absoluta en el sistema fijo del flujo de aire que incide sobre el rotor.

60 La invención tiene el objetivo de aumentar el momento angular ganado por una turbina de aire de dos o varias etapas de afluencia bidireccional atravesada axialmente, particularmente una turbina de Wells. Además se indica una turbina de aire que se caracteriza por una eficiencia alta así como por una sencillez constructiva y en la técnica de fabricación.

65 El objetivo de la invención se consigue mediante las características de la reivindicación independiente 1.

De acuerdo con esto, los inventores han observado que una turbina de aire de dos o más etapas, atravesada de forma bidireccional con conducción axial del flujo solamente tiene una eficiencia alta si entre un primer conjunto de rotor con un primer rotor y un segundo conjunto de rotor con un segundo rotor existe un conjuntos de álabes de guía. Éste conduce particularmente entonces a un aumento del momento ganado al flujo de aire cuando los álabes de

5 guía colocados entre el primer rotor y el segundo rotor reducen la turbulencia generada en el flujo de aire. El aumento aparejado del ángulo de afluencia en el rotor aguas abajo no resulta crítico con respecto a un desprendimiento del flujo si el ángulo de afluencia del rotor aguas arriba, que se elige menor que el ángulo de afluencia crítico, no supera el del rotor aguas abajo.

10 Debido a la afluencia bidireccional de la turbina de aire, el conjunto de álabes de guía colocado entre el primer y segundo conjuntos de rotor se tiene que adaptar en cuanto a la inversión del sentido del flujo que se da cíclicamente; en el caso más sencillo se elige un conjunto simétrico con respecto a un corte axial o una geometría seleccionada correspondientemente para los álabes de guía o se disponen varios álabes de guía en serie axialmente. La idea en la que se basa la invención, según la cual se disminuye la turbulencia generada por un rotor dispuesto aguas arriba,

15 conduce a un aumento del rendimiento particularmente grande cuando se reduce la turbulencia de tal forma que el rotor aguas abajo es afluído de forma correspondiente al rotor aguas arriba en cuanto a la componente de turbulencia en la afluencia. De forma correspondiente, para un ejemplo de configuración preferido de la invención, los álabes de guía entre el primer rotor y el segundo rotor presentan una geometría que está adaptada a la componente de turbulencia generada por el rotor aguas arriba, dependiente del radio. A este respecto, la

20 componente de velocidad azimutal generada por un álabe de rotor, de sentido contrario al sentido de giro del rotor, en la punta de los álabes de turbina es menor en comparación con el menor radio en la zona del buje del rotor. De forma correspondiente, un álabe de guía de acuerdo con la invención para mayores radios reducirá menos la turbulencia que para radios menores.

25 Los requisitos que se han mencionado anteriormente en cuanto a las condiciones de simetría así como a la reducción de la turbulencia dependiente del radio se pueden asociar de forma más preferida con una geometría de álabe de guía configurada de forma sencilla en cuanto a la técnica de fabricación si la curvatura de los álabes de guía permanece constante a lo largo de todo el radio en la posición de montaje. De forma particularmente preferente se adapta el contorno del álabe de guía a la curvatura constante de un arco circular. El requisito de una corrección

30 de la turbulencia dependiente del radio se cumple si para radios menores, es decir, hacia el buje, la corrección del álabe de guía se extiende a lo largo de una longitud de arco más amplia en comparación con mayores radios y, por tanto, con las zonas próximas a la pared de la carcasa del canal de flujo. De esto se deduce automáticamente que para menores radios los ángulos de afluencia del flujo de aire en el álabe de guía se seleccionan mayores que para radios mayores, para los que el flujo de aire se conduce a lo largo de un recorrido de longitud más corta a lo largo

35 del arco circular predefinido.

De acuerdo con una configuración particularmente preferente a los álabes de guía entre el primer conjunto de rotor y el segundo conjunto de rotor de la turbina de aire se les asigna, adicionalmente a la función de una reducción de la turbulencia servir de apoyo a un generador eléctrico dispuesto entre el primer conjunto de rotor y el segundo

40 conjunto de rotor en el canal de flujo. De acuerdo con esto, para esta configuración los álabes de guía forman al mismo tiempo los travesaños del generador que hacen de unión entre la carcasa del generador y la pared interna del canal de flujo. En la combinación de álabes de guía y travesaños de generador pueden estar previstas adicionalmente conductos, que sirven para introducir y encajar los elementos de sujeción que unen la carcasa del generador con la pared interna y para pasar los cables eléctricos de conexión al generador. En estos conductos

45 pueden tenderse también otras líneas de alimentación, por ejemplo, mediante suministro de agentes refrigerantes o de agentes de limpieza que sirven para la retirada de depósitos, por ejemplo, costras de sal, en los componentes bañados por el flujo de los conjuntos de rotor, de los álabes de guía y la pared interna del canal de flujo y del propio generador. Además se acciona el generador eléctrico mediante un eje de transmisión, con el que el primer rotor y el segundo rotor están unidos que es rígido a torsión.

50 Una combinación de álabes de guía y travesaños de generador se puede realizar para la geometría que se ha mencionado anteriormente con una curvatura uniforme, debido a que de este modo se puede configurar un conducto en línea recta en el interior del travesaño de generador, que presenta una extensión radial en la posición de montaje.

55 A continuación se explica con más detalle la invención mediante ejemplos de realización y figuras. En las mismas se representa con detalle lo siguiente:

La Figura 1 muestra en una vista parcial en perspectiva una turbina de aire con un álabe de guía dispuesto entre un primer rotor y un segundo rotor.

60 La Figura 2 muestra una vista en planta desde arriba del conjunto de la Figura 1.

La Figura 3 muestra las relaciones de afluencia y la generación de turbulencia para el flujo de aire alrededor de un álabe de rotor de una turbina de Wells correspondiente al estado de la técnica.

65

En la Figura 1 se muestran los componentes básicos de una turbina de aire 1 de acuerdo con la invención en una vista parcial en perspectiva y simplificada esquemáticamente. Está representado un álabe de rotor 3.1 de un primer rotor 3 para un primer conjunto de rotor 2 de la turbina de aire 1. Además se muestra un segundo álabe de rotor 5.1 de un segundo rotor 5 para un segundo conjunto de rotor 4. De acuerdo con esto, la configuración representada está realizada como turbina de Wells de dos etapas. Por simplificar la representación se omite la ilustración de otros álabes de rotor del primer rotor 3 y del segundo rotor 5.

El primer rotor 3 y el segundo rotor 5 forman un par de rotores, que es afluído bidireccional y axialmente – esto se muestra en la Figura 1 con una flecha doble. Esto quiere ilustrar que dependiendo de la afluencia respectivamente presente uno de los dos rotores 3, 5 será el rotor de aguas arriba y el otro el rotor de aguas abajo y que esta correspondencia se invertirá al ir cambiando el sentido de la afluencia.

De acuerdo con la invención, entre el primer rotor 3 y el segundo rotor 4 de la turbina de aire 1 está prevista un conjunto de álabes de guía, mostrándose en la representación simplificada de la Figura 1 solamente un único álabe de guía 6 colocado de acuerdo con la invención. Preferiblemente se encuentra entre el primer rotor 3 y el segundo rotor 4 de la turbina de aire 1 una pluralidad de álabes de guía 6, que sirven para la reducción de la turbulencia y, por tanto, para la igualación de las relaciones de afluencia del primer rotor 3 y del segundo rotor 4 de la turbina de aire 1.

No está representado con detalle un canal de flujo, en el que se encuentra la turbina de aire 1, que presenta un acceso a una cámara de olas de una central de energía maremotriz o al entorno externo. Por lo demás se omite la representación de otros componentes de la turbina de aire 1, tales como una tapa de bloqueo o un equipo de amortiguación de sonido.

Para la configuración representada en la Figura 1, el primer conjunto de rotor 2 se forma por el primer rotor 3. De forma correspondiente, el segundo conjunto de rotor 4 consta de un segundo rotor 5. Sin embargo, se pueden concebir configuraciones, en las que el primer conjunto de rotor 2 presente una pluralidad de primeros rotores y el segundo conjunto de rotor 4, una pluralidad de segundos rotores. De acuerdo con la invención al menos en el espacio intermedio axial entre el primer conjunto del rotor 2 y el segundo conjunto del rotor 4 hay un conjunto de álabes de guía que modifica la turbulencia. Además puede estar previsto un conjunto de álabes de guía de este tipo entre rotores sucesivos dentro de una de los conjuntos de rotor. Por lo demás, un conjunto de rotor puede comprender álabes de guía adicionales, que no estén entre un par de rotores dentro del conjunto de rotor o en la zona intermedia antes del siguiente conjunto de rotor en la dirección axial.

La generación de la turbulencia, que se tiene que reducir mediante el conjunto de álabes de guía de acuerdo con la invención, se explica a continuación mediante la Figura 3. Ésta muestra un corte de cilindro para una turbina de Wells de dos etapas correspondiente al estado de la técnica sin el conjunto de álabes de guía de acuerdo con la invención. Con el número de referencia 11 se indica el plano de rotación del primer rotor 3, que en el presente caso forma el rotor aguas arriba. Está esquematizado el vector de velocidad del lado de afluencia del flujo de aire c_1 suponiendo una afluencia exclusivamente axial del primer rotor 3. Además está representado el vector de velocidad v_1 eficaz del lado de afluencia para el perfil de superficie de soporte del primer rotor 3. Este se obtiene por suma vectorial de la velocidad de rotación u del primer rotor 3 y del vector de velocidad del lado de afluencia del flujo de aire c_1 . A partir de esto se obtiene un ángulo de afluencia eficaz de δ_1 del rotor considerado en el presente caso.

En la Figura 3 está representada además la modificación del flujo de aire debido al efecto del primer rotor 3, que ve el segundo rotor 5, que forma en el presente caso el rotor aguas abajo. Se puede observar que el flujo de aire además de la componente de velocidad del lado de flujo de salida en dirección axial c_{ax2} , que se corresponde en magnitud y dirección con c_1 , presenta una componente de velocidad azimutal adicional del lado de flujo de salida c_{u2} , que de sentido contrario al giro del primer álabe de rotor 3.1. Esta componente azimutal de la velocidad del lado del flujo de salida c_{u2} se denomina en la presente solicitud turbulencia que se genera en el paso posterior de flujo a un rotor. Esta turbulencia varía para secciones de cilindro de diferentes radios, generándose una mayor turbulencia para radios menores, de tal forma que en la zona del buje en el paso posterior para un rotor se tiene que realizar una mayor corrección de turbulencia en comparación con la zona de la punta del álabe del rotor, que se encuentra cerca de la pared del canal de flujo.

A partir de la Figura 3 se puede observar además que el segundo rotor 5, que recoge el flujo de paso posterior después de un primer rotor 3, presenta un vector de velocidad eficaz w_2 del lado de flujo de salida, que conduce a un ángulo de afluencia eficaz reducido del segundo conjunto de rotor δ_2 . Esto resulta ventajoso en primer lugar con respecto a un desprendimiento del flujo en los álabes de rotor. Sin embargo, los inventores han observado que en el caso de una reducción de la turbulencia y una afluencia esencialmente igual del primer rotor 3 y del segundo rotor 5 se gana más momento angular. En total, debido a la reducción de la turbulencia mediante un conjunto de álabes de guía en la zona intermedia axial entre un par de rotores, se produce una turbina de aire 1 con un mayor rendimiento.

De acuerdo con las representaciones de las Figuras 1 y 2 se prefiere adaptar los álabes de guía 6 de acuerdo con la invención de tal forma que su geometría varíe a lo largo de su extensión radial para que la turbulencia variable a lo largo del radio se reduzca de forma uniforme. De acuerdo con una configuración constructivamente sencilla y preferida está prevista para esto una geometría de álabe de guía que tiene una curvatura constante. De acuerdo con

esto se puede asignar a la geometría de álabe de guía un radio del perfil de álabe de guía R – esto se puede observar particularmente a partir de la vista en planta desde arriba del conjunto de la Figura 1, que está representado en la Figura 2. De acuerdo con esto, la línea media del perfil de álabe de guía 10 sigue un arco circular, realizándose dependiendo del grado de la reducción deseada de la turbulencia una adaptación del ángulo del sector elegido de forma simétrica. Para esto está mostrado en la conexión de álabe de guía con el canal de flujo 8 un ángulo de sector circular de mayor radio γ_1 , que es menor que el ángulo de sector circular de radio pequeño γ_2 para la zona próxima al buje. En la presente configuración, esta zona próxima al buje es al mismo tiempo la conexión de álabe de guía con el generador eléctrico 9. Para los radios que se encuentran entre medias se puede realizar una transición continua, en el caso más sencillo, lineal. Mediante una geometría seleccionada de este modo para el álabe de guía 6 se generan pequeños ángulos de afluencia del álabe de guía para radio grande β_1 en comparación con mayores ángulos de afluencia del álabe de guía para radio pequeño β_2 .

De acuerdo con una configuración preferida, que se ha representado en las Figuras 1 y 2, los álabes de guía 6 asumen al mismo tiempo la función de travesaños de generador. De forma correspondiente está dispuesto un generador eléctrico 7 en el espacio intermedio axial entre el primer conjunto de rotor 2 y el segundo conjunto de rotor 4 de la turbina de aire dentro del canal de flujo. La unión del generador eléctrico 7 con la pared, no representada con detalle, de este canal de flujo se realiza preferentemente mediante conductos en línea recta dentro de los álabes de guía 6. Esto se puede observar de forma particularmente clara en la representación en planta desde arriba de la Figura 2, que muestra un primer elemento de fijación 12.1 y un segundo elemento de fijación 12.2. Además pueden conducirse por los conductos los cables de unión eléctricos así como otras líneas de alimentación al generador eléctrico. Esto no está representado con detalle en las Figuras.

Debido a la curvatura constante de los álabes de guía mostrados en las Figuras 1 y 2 las proyecciones de las secciones de cilindro de los álabes de guía 6 son coincidentes según la dirección radial de tal forma que se pueden realizar de forma sencilla conductos en línea recta, orientados radialmente en la posición de montaje. Preferiblemente, el álabe de guía 6 presentará un grosor que en la zona del primer elemento de fijación 12.1 y del segundo elemento de fijación 12.2 derivará en una resistencia estructural suficiente, mientras que el álabe de guía 6 se estrecha formando un ángulo agudo hacia el contorno del flujo.

A partir de las Figuras 1 y 2 se puede observar que el álabe de guía 6 en cuanto a su capacidad de afluencia bidireccional está configurado con simetría especular con una sección axial colocada centrada. A este respecto se conduce el flujo en el álabe de guía 6 no a lo largo de todo el recorrido del álabe de guía, lo que causaría una sobrecompensación de la turbulencia, en lugar de esto se tiene que partir de un desprendimiento del flujo, que se encuentra en la zona que se sitúa en el lado del flujo de salida con respecto al plano de simetría mencionado. Por este motivo, el flujo en el lado del flujo de salida con respecto al álabe de guía 6 retornará esencialmente la turbulencia que se generó por el rotor aguas arriba.

A este respecto se pueden concebir configuraciones en las que el álabe de guía 6 no reduce la turbulencia completamente del flujo de aire, sino que devuelve la turbulencia esencialmente hasta el valor que recoge el rotor situado aguas arriba. De este modo es posible que antes del rotor aguas arriba se encuentre un conjunto adicional de álabes de guía y que el rotor aguas arriba ya sea afluído a propósito con una turbulencia. De acuerdo con la invención, por tanto, el álabe de guía sirve para afluir el rotor aguas arriba de forma correspondiente al de aguas abajo. De acuerdo con esto se corrige el ángulo absoluto α_2 del lado de flujo de salida mostrado en la Figura 3 en el paso posterior con respecto al rotor aguas abajo de tal forma que se corresponde esencialmente con el ángulo absoluto α_1 del lado de flujo de salida antes de este rotor aguas arriba y así ambos rotores como unidad motora en un eje de rotor 13 común se podrá ajustar a un número de revoluciones coincidente, óptimo. De este modo se puede omitir la intercalación de mecanismos para el accionamiento de un generador eléctrico. Como consecuencia se reduce el volumen constructivo necesario el generador eléctrico se puede colocar entre el primer conjunto de rotor 2 y el segundo conjunto de rotor 4 de forma central en el canal de flujo.

Lista de referencias

- 1 Turbina de aire
- 2 Primera conjunto de rotor
- 3 Primer rotor
- 3.1 Primer álabe de rotor
- 4 Segundo conjunto de rotor
- 5 Segundo rotor
- 5.1 Segundo álabe de rotor
- 6 Álabe de guía
- 7 Generador eléctrico
- 8 Conexión de álabe de guía con el canal de flujo
- 9 Conexión de álabe de guía con el generador eléctrico
- 10 Línea central del perfil de álabe de guía

11	Plano de rotación
12.1	Primer elemento de fijación
12.2	Segundo elemento de fijación
13	Eje común de rotores
R	Radio del perfil del álabe de guía
β_1	Ángulo de afluencia del álabe de guía para radio grande
β_2	Ángulo de afluencia del álabe de guía para radio pequeño
α_1	Ángulo absoluto del lado de afluencia
α_2	Ángulo absoluto del lado de salida
γ_1	Ángulo de sector circular para radio grande
γ_2	Ángulo de sector circular para radio pequeño
δ_1	Ángulo de afluencia eficaz del primer conjunto de rotor
δ_2	Ángulo de afluencia eficaz del segundo conjunto de rotor
c_1	Vector de velocidad del lado de afluencia del flujo de aire
c_2	Ángulo de afluencia del lado de salida del flujo de aire
c_{u2}	Componente azimutal de velocidad del lado de salida
c_{ax2}	Componente axial de velocidad del lado de salida
u	Velocidad de rotación
w_1	Vector de velocidad eficaz del lado de afluencia
w_2	Vector de velocidad eficaz del lado de salida

REIVINDICACIONES

- 5 1. Turbina de aire (1) para una central de energía maremotriz accionada por un flujo de aire bidireccional con al menos un primero conjunto de rotor (2), que comprende un primer rotor (3) y al menos un segundo conjunto de rotor (4), que comprende un segundo rotor (5); el primer rotor (3) y el segundo rotor (5) mantienen durante el funcionamiento de la turbina de aire (1) independientemente del sentido de afluencia su sentido de giro y forman un par de rotores atravesado axialmente por un flujo en un canal de flujo, formando dependiendo del sentido de afluencia uno de los rotores el rotor aguas arriba y el otro rotor, el rotor aguas abajo;
- 10 estando dispuestos entre el primer rotor (3) y el segundo rotor (5) álabes de guía (6), que reducen la turbulencia en el flujo de aire generada en el rotor aguas arriba, caracterizada porque los álabes de guía (6) a lo largo de su extensión radial presentan una curvatura constante, adaptada a un contorno circular y para la adaptación del ángulo de ataque de los álabes de guía (6) con respecto a la dirección axial de la turbina de aire (1) la longitud de arco a lo largo del contorno circular predefinido es una función dependiente del radio y estando asignado a cada sección circular del álabe de guía (6) un plano de simetría que se forma por un plano axial de la turbina de aire (1).
- 15 2. Turbina de aire (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque la turbina de aire (1) está configurada como turbina de Wells.
- 20 3. Turbina de aire (1) de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizada porque el primer rotor (3) y el segundo rotor (5) presentan un sentido de giro coincidente.
- 25 4. Turbina de aire (1) de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizada porque el primer rotor (3) y el segundo rotor (5) son una unidad motora con un eje de rotor (13) común.
- 30 5. Turbina de aire (1) de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque entre el primer rotor (3) y el segundo rotor (5) está dispuesto un generador eléctrico (7), que se sujeta mediante travesaños de generador de tal forma en el canal de flujo que la cubierta situada radialmente en el exterior del generador eléctrico (7) queda barrido por el flujo de aire de la turbina de aire (1), formando los travesaños del generador al mismo tiempo los álabes de guía (6) que se encuentran entre el primer rotor (3) y el segundo rotor (5).
6. Turbina de aire (1) de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizada porque los álabes de guía comprenden un conducto para el alojamiento de elementos de sujeción para la suspensión del generador y/o para líneas eléctricas de conexión y/o para líneas de alimentación.

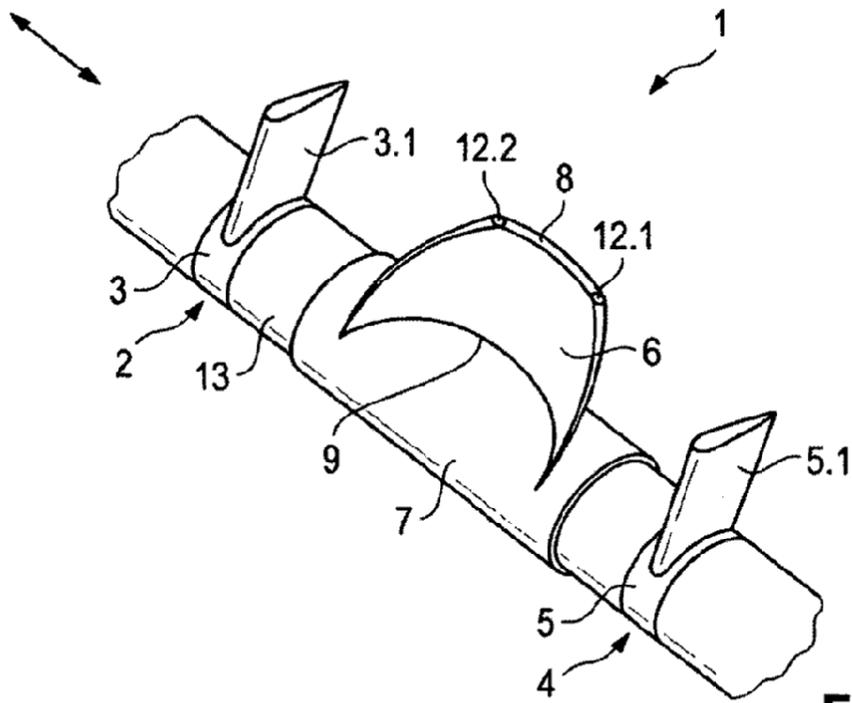


Fig. 1

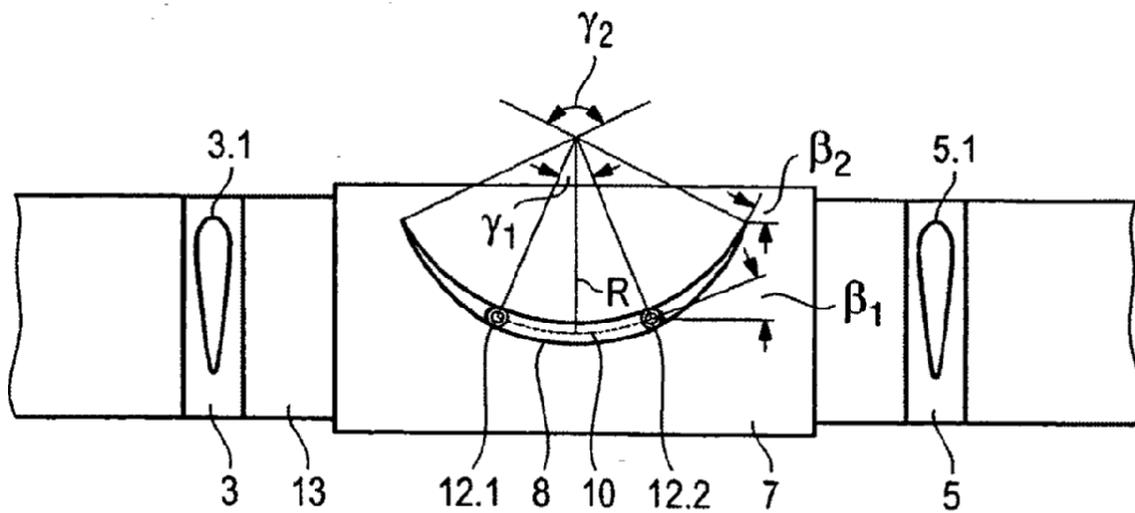


Fig. 2

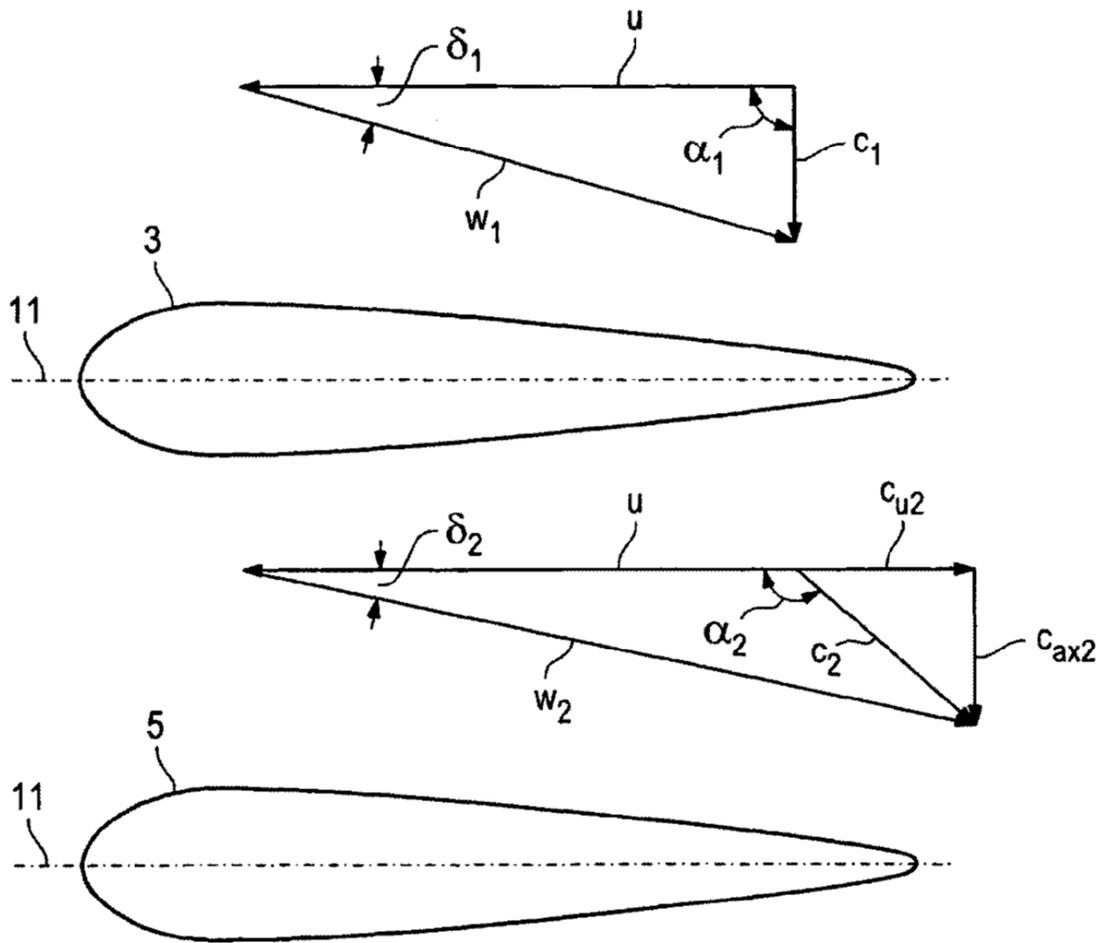


Fig 3
(Estado de la técnica)