

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 963 597**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

F03D 3/06 (2006.01)

F03D 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.01.2020 PCT/IB2020/050373**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.08.2020 WO20165663**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.01.2020 E 20704354 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.08.2023 EP 3924619**

54 Título: **Turbina eólica**

30 Prioridad:

11.02.2019 IT 201900001907

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

01.04.2024

73 Titular/es:

**GUARIGLIA, DANIEL (100.0%)
Avenue Pierre et Marie Curie, 45/B4
1050 Ixelles, BE**

72 Inventor/es:

GUARIGLIA, DANIEL

74 Agente/Representante:

RUO, Alessandro

ES 2 963 597 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 eólica

Campo de la invención

5 [0001] La presente invención se refiere a turbinas, por ejemplo, turbinas eólicas o hidráulicas. En concreto, la presente invención se refiere a la optimización de las palas de turbinas.

Estado de la técnica

10 [0002] Las turbinas son impulsores principales de fluido que comprenden partes fijas, por ejemplo, el estátor y el distribuidor, y partes móviles, por ejemplo, el rotor. El rotor comprende uno o más elementos conformados denominados palas. El rotor, también denominado impulsor, es el elemento que extrae energía del fluido por medio del trabajo desarrollado en las superficies giratorias.

[0003] Las turbinas eólicas del tipo con eje horizontal o vertical son un ejemplo de turbinas. Las palas son elementos fundamentales de una turbina, y su optimización puede dar como resultado beneficios significativos desde varios puntos de vista.

15 [0004] Los objetivos de los diseñadores de turbinas, en particular de turbinas eólicas, incluyen: la reducción de la superficie del ala de las palas; la reducción del peso de las palas; la reducción del ruido y de las vibraciones generadas por la turbina, en particular a causa tanto de la rotación de las partes móviles como de la interacción de dichas partes móviles con el fluido; la mejora de la puesta en marcha de la turbina; y la mejora del rendimiento en condiciones distintas del punto de eficiencia máxima de la turbina.

20 [0005] Hasta la fecha, para conseguir dichas objetivos, los diseñadores normalmente actúan en la geometría exterior de las palas y en los materiales con los que están realizadas.

[0006] Sin embargo, el nivel de optimización aerodinámica de las palas en particular sigue sin ser completamente satisfactorio, y se advierte la necesidad en general de superar los límites del estado de la técnica. Un enfoque conocido del estado de la técnica se da a conocer en el documento WO 2007/035758 A1.

Breve descripción de la invención

25 [0007] Un objetivo de la presente invención es realizar una turbina provista de al menos una pala que permita mejorar el rendimiento con respecto a las turbinas conocidas.

[0008] Otro objetivo de la presente invención es realizar una turbina que permita obtener un control activo de la capa límite en un perfil de ala o pala.

30 [0009] La presente invención consigue al menos uno de dichos objetivos, y otros objetivos que serán evidentes a la luz de la presente descripción, por medio de una turbina que comprende al menos una pala, comprendiendo la al menos una pala:

- al menos un conducto de succión en la pala, que presenta al menos una abertura de entrada para un fluido en el que se puede sumergir la al menos una pala;
- al menos un conducto de suministro en la pala, que presenta al menos una abertura de salida para el fluido; donde el al menos un conducto de succión y el al menos un conducto de suministro están conectados entre sí;

35 donde la turbina comprende medios de succión adaptados para generar un flujo de fluido desde el al menos un conducto de succión hasta el al menos un conducto de suministro, preferiblemente donde dicha al menos una pala comprende una primera cara exterior y una segunda cara exterior, opuesta a la primera cara exterior;

40 preferiblemente, donde dicha al menos una abertura de entrada y dicha al menos una abertura de salida están en dicha primera cara exterior;

y preferiblemente donde dicha al menos una abertura de entrada y dicha al menos una abertura de salida están una frente a la otra.

45 [0010] Ventajosamente, al contemplar en particular que dicha al menos una abertura de entrada y dicha al menos una abertura de salida están en una misma cara exterior de la pala, y que están una frente a la otra, el aumento en la circulación de fluido alrededor de al menos parte del perfil de ala se optimiza particularmente, permitiendo así aumentar significativamente la elevación y reducir significativamente la resistencia aerodinámica de una pala.

[0011] Opcionalmente, en todas las formas de realización, la turbina comprende medios de acondicionamiento térmico adaptados para calentar y/o enfriar el fluido que atraviesa dicha al menos una pala. Dicha al menos una abertura de entrada y dicha al menos una abertura de salida en particular son distintas entre sí.

50 [0012] La abertura de entrada es preferiblemente proximal al borde de salida de la al menos una pala y distal desde el borde de ataque; y la abertura de salida es proximal al borde de ataque y distal desde el borde de salida, o viceversa.

[0013] Por ejemplo, la abertura de entrada puede estar sustancialmente en el borde de salida y la abertura de salida puede estar sustancialmente en el borde de ataque, o viceversa.

- [0014] Opcionalmente, en todas las formas de realización, la turbina comprende un sistema de control configurado para controlar la potencia suministrada a los medios de succión y/o a los medios de acondicionamiento térmico (cuando se proporcionen) según una o más cantidades físicas correlacionadas con el funcionamiento de la turbina.
- 5 [0015] Ventajosamente, al activar los medios de succión, se establece al menos un flujo de fluido en la superficie de la pala.
- [0016] En particular, un flujo de fluido, p. ej., aire, sale de la abertura de suministro, pudiendo ser el flujo de fluido un flujo continuo o intermitente según el estado de activación (ON/OFF) de los medios de succión.
- [0017] Simultáneamente, el fluido se arrastra a través de la abertura de entrada, entrando primero el fluido en el conducto de succión y después transportándose hacia el conducto de suministro, desde donde sale el fluido.
- 10 [0018] Los medios de succión pueden ser, por ejemplo, una bomba, un compresor o un ventilador. Los medios de succión están adaptados para elevar la presión y/o la velocidad del flujo entrante y transportarlo hacia el conducto de suministro.
- [0019] La turbina, la pala en particular, está configurada preferiblemente para que la cantidad de flujo másico que se sopla a través de la abertura de salida sea igual, o sustancialmente igual, a la cantidad de flujo másico que se succiona a través de la abertura de entrada.
- 15 [0020] El al menos un flujo de fluido que se genera en la superficie de la pala permite alterar la capa límite en la superficie de la pala.
- [0021] Ventajosamente, la invención en particular permite obtener un control activo de la capa límite.
- [0022] De forma más detallada, «control activo» significa que la alteración o el control de la capa límite se puede obtener tanto activando y desactivando los medios de succión según las necesidades como ajustando el flujo generado por los
20 medios de succión, por ejemplo, desde un mínimo en el que los medios de ventilación están apagados hasta un máximo correspondiente al flujo máximo que se puede obtener mediante los medios de succión, y opcionalmente ajustando la cantidad de calor añadido o sustraído mediante los medios de acondicionamiento térmico (cuando se proporcionan), por ejemplo, desde un mínimo en el que los medios de acondicionamiento térmico están apagados hasta un máximo correspondiente a la temperatura máxima o mínima que pueden tolerar los materiales que forman la pala.
- 25 [0023] La invención permite aumentar significativamente la elevación y reducir significativamente la resistencia aerodinámica de una pala (también denominado perfil de ala) mediante el incremento de la circulación del fluido alrededor de al menos parte del perfil de ala y retrasando la pérdida aerodinámica.
- [0024] La invención en particular permite aumentar el valor máximo del coeficiente de elevación (C_L) de un perfil de ala, también más allá del límite teórico. Dicho aumento se puede obtener en particular debido a que se retrasa la pérdida en
30 ángulos de ataque mayores. Ventajosamente, el C_L máximo ($C_{L,max}$) que se puede obtener puede ir más allá del límite de la teoría de Smith, según la cual un perfil de ala sumergido en un flujo potencial incompresible genera un $C_{L,max} = \pi(1 + t/c)$ en un ángulo de ataque igual a 90° , donde t es el grosor del perfil de ala y c es la cuerda de dicho perfil de ala.
- [0025] Además, la invención también permite reducir el valor mínimo del coeficiente de resistencia (C_D). El al menos un flujo que se genera en la superficie de la pala en particular induce un empuje hacia delante, contrarrestando la fuerza de
35 fricción también hasta obtener un C_D negativo.
- [0026] La al menos una pala comprende preferiblemente una pluralidad de dichos conductos de succión, que son distintos entre sí, estando provisto cada uno de al menos una respectiva abertura de entrada; y/o una pluralidad de dichos conductos de suministro, que son distintos entre sí, estando provisto cada uno de al menos una respectiva abertura de salida;
- 40 donde cada conducto de succión está conectado a al menos un conducto de suministro;
- y donde se proporcionan medios de succión adaptados para generar un flujo de fluido desde cada conducto de succión hasta el al menos un conducto de suministro conectado a este.
- [0027] Preferiblemente, al menos un conducto de succión de dicha pluralidad de conductos de succión está conectado a dos o más conductos de suministro de dicha pluralidad de conductos de suministro; y/o al menos dos conductos de succión
45 de dicha pluralidad de conductos de succión están conectados a un mismo conducto de suministro de dicha pluralidad de conductos de suministro.
- [0028] De este modo, ventajosamente, hay sistemas distintos e independientes a lo largo de la longitud de la pala, de manera que se pueden controlar por separado varios tramos de la pala.
- [0029] Otras ventajas de la invención se indican a continuación:
- 50 -- reducción de la superficie de ala: el aumento de C_L permite reducir la superficie de ala, en las mismas condiciones de velocidad asintótica del fluido y a la misma velocidad de rotación del rotor para obtener el mismo momento en el buje;
- reducción del peso de la pala: la reducción de la superficie de ala da como resultado una reducción en el peso de la pala, que es uno de los mayores problemas al realizar turbinas eólicas grandes;

- posibilidad de reducir la velocidad de rotación: la turbina de acuerdo con la invención requiere una menor velocidad de rotación con respecto a una turbina conocida, con menores fuerzas centrífugas, siendo iguales las condiciones de velocidad asintótica del fluido y de la potencia extraída;
- 5 – reducción del ruido: en virtud de la menor velocidad de rotación y de la menor superficie de ala, la turbina eólica de acuerdo con la invención genera menos ruido con respecto a las turbinas conocidas, siendo igual la potencia extraída;
- reducción o eliminación de la histéresis de la curva de elevación del perfil de ala: un perfil de ala de una turbina conocida, por ejemplo, una turbina eólica conocida, sujeto a un ángulo de ataque variable a lo largo del tiempo con una frecuencia característica, muestra un comportamiento de histéresis en la curva de elevación. Esto implica que pasar de un ángulo α_1 a un ángulo α_2 (con $\alpha_2 > \alpha_1$), la curva C_L - ángulo de ataque es distinta de la curva C_L - ángulo de ataque para volver del ángulo α_2 al ángulo α_1 . En cambio, una turbina de acuerdo con la invención puede reducir o cancelar este fenómeno, que puede dar como resultado problemas de vibración en la turbina;
- 10 – reducción de vibraciones asociadas con la turbulencia y la separación de la capa límite: una turbina de acuerdo con la invención permite que la capa límite se estabilice, reduciendo significativamente el riesgo de separación de la capa límite con respecto al perfil de ala y, por lo tanto, reduciendo las fluctuaciones de elevación y resistencia que tensionan la estructura de la turbina;
- 15 – optimización de la puesta en marcha de la turbina, por ejemplo, una turbina eólica: en ocasiones, las turbinas eólicas conocidas necesitan un motor de arranque para iniciar la rotación. Una turbina, por ejemplo, una turbina eólica de acuerdo con la invención se puede poner, en cambio, en rotación también con una velocidad del viento muy baja o nula por medio de la activación de los medios de succión, eliminando así la necesidad de un motor de arranque potente. De hecho, el aumento de la elevación provoca que aumente el momento en el buje de la turbina y, por lo tanto, hace que disminuya la velocidad mínima del viento requerida para poner en marcha la turbina, por ejemplo, la turbina eólica. Además, el chorro de aire generado en la superficie de la al menos una pala proporciona un empuje hacia delante, también siendo la velocidad asintótica del fluido igual a cero. Por consiguiente, al inclinar convenientemente las palas, se puede aportar una rotación a la turbina, p. ej., turbina eólica, de acuerdo con la invención, también en ausencia de viento;
- 20 – mejora del rendimiento en varias condiciones en términos de eficiencia máxima de la turbina, p. ej., turbina eólica. Las turbinas conocidas, p. ej., turbinas eólicas, están diseñadas para tener un punto de máxima eficiencia de extracción de la energía eólica sola. Dicho punto da como resultado una velocidad del viento y de rotación que está preestablecida por la geometría del rotor, fuera del cual la eficiencia de extracción es menor. Una turbina, por ejemplo, una turbina eólica, de acuerdo con la invención, permite mejorar, en cambio, el rendimiento, en particular permite extraer más potencia, también fuera del punto de máxima eficiencia, con respecto a las turbinas conocidas, p. ej., turbinas eólicas. Por ejemplo, las características aerodinámicas de los perfiles de ala se pueden cambiar radicalmente ajustando la potencia de los medios de succión y/o de los medios de succión y/o de los medios de acondicionamiento térmico, por ejemplo, por medio de un sistema de control. En particular, cuando cambian las condiciones de viento, se puede perseguir una condición de extracción de energía máxima del viento modificando la velocidad de rotación, el ángulo de paso de las palas (o ángulo de ataque) y la potencia de los medios de succión y/o de los medios de acondicionamiento térmico, cuando se proporcionan.

[0030] Otras características y ventajas de la invención serán más evidentes a la luz de la descripción detallada de formas de realizaciones no exclusivas.

40 [0031] Las reivindicaciones dependientes describen formas de realización particulares de la invención.

Breve descripción de los dibujos

[0032] En la descripción de la invención, se hace referencia a los dibujos adjuntos, que se proporcionan a modo de ejemplo no limitativo, en los cuales:

45 la Fig. 1 muestra una vista superior de parte de una turbina de acuerdo con una primera forma de realización de la invención;

la Fig. 2 muestra un detalle ampliado de la Fig. 1;

la Fig. 3 muestra una vista de sección A-A de la turbina de la Fig. 1;

la Fig. 4 muestra una vista en perspectiva seccional de una parte de la turbina de la Fig. 1, con ciertas partes internas representadas;

50 la Fig. 5 muestra una vista en planta superior de una sección de la parte de turbina de la Fig. 1;

la Fig. 6 muestra un detalle ampliado de la Fig. 5, en particular la sección B-B indicada en la Fig. 3;

la Fig. 7 muestra una vista seccional en planta superior de parte de una turbina de acuerdo con una segunda forma de realización;

la Fig. 8 muestra un detalle ampliado de la Fig. 7;

55 la Fig. 9 muestra una vista en perspectiva seccional de una parte de la turbina de la Fig. 7, con ciertas partes internas representadas;

la Fig. 10 muestra una vista en perspectiva seccional de parte de una turbina de acuerdo con una tercera forma de realización;

la Fig. 11 muestra una vista en perspectiva seccional de la parte de la turbina de la Fig. 10, con ciertas partes internas representadas;

5 la Fig. 12 muestra una vista en perspectiva seccional de parte de una turbina de acuerdo con una cuarta forma de realización, con ciertas partes internas representadas;

la Fig. 13 muestra una vista en perspectiva de parte de una turbina de acuerdo con una quinta forma de realización;

la Fig. 14 muestra esquemáticamente un ejemplo concreto de un componente de una turbina de acuerdo con la invención;

10 la Fig. 15 muestra un diagrama de un ejemplo de un método de control de una turbina de acuerdo con la invención.

[0033] Los mismos elementos o componentes, o elementos o componentes mutuamente similares, tienen el mismo número de referencia.

Descripción de formas de realización de la invención

15 **[0034]** En todas las formas de realización, una turbina de acuerdo con la invención comprende al menos una pala 1 que define preferiblemente un eje longitudinal X, y la pala 1 comprende al menos un conducto de succión 11 dentro de la pala 1, que presenta al menos una abertura de entrada 13 para un fluido en el que se sumerge en al menos una pala 1; y al menos un conducto de suministro 12 en la pala 1, que presenta al menos una abertura de salida 14 para el fluido. La pala también se indica en referencia a los números de referencia 101, 201, 301 y 401, y el eje longitudinal de la pala también se indica con la referencia X'.

20 **[0035]** El conducto de succión 11 y el conducto de suministro 12 están conectados entre sí. En particular, el conducto de succión 11 y el conducto de suministro 12 están conectados entre sí para que el fluido pueda pasar desde el conducto de succión 11 hasta el conducto de suministro 12.

[0036] La turbina comprende medios, en particular medios de succión 21, adaptados para generar un flujo de fluido desde el conducto de succión 11 hasta el conducto de suministro 12.

25 **[0037]** En particular, los medios de succión 21 se disponen para generar un flujo de fluido que, en secuencia, entra desde la abertura de entrada 13, atraviesa el conducto de succión 11, atraviesa el conducto de suministro 12 y sale de la abertura de salida 14, según lo esquematizado en las figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10 y 12.

[0038] Los medios de succión 21 comprenden preferiblemente uno o más dispositivos de succión por cada par de conductos de succión y suministro con el que se proporciona la pala 1.

30 **[0039]** Cada dispositivo de succión preferiblemente es o comprende un compresor o una bomba o un ventilador u otro dispositivo similar. Normalmente, pero no exclusivamente, el dispositivo de succión comprende una abertura de entrada, a través de la cual puede entrar el fluido, y una abertura de salida, a través de la cual puede salir el fluido.

[0040] Los medios de succión 21 están dispuestos preferiblemente dentro de la pala 1 y/o en una estructura de la turbina que es distinta de la pala 1, por ejemplo el eje o el buje o columna, como se describe más adelante.

35 **[0041]** Preferiblemente, la abertura de salida 14 está dispuesta frontalmente con respecto a la dirección de rotación de la pala 1, y la abertura de entrada 13 está dispuesta en la parte posterior con respecto a la dirección de rotación de la pala 1.

[0042] Preferiblemente, el conducto de suministro 12 está dispuesto frontalmente con respecto a la dirección de rotación de la pala 1, y el conducto de succión 11 está dispuesto en la parte posterior con respecto a la dirección de rotación de la pala 1.

40 **[0043]** El canal o conducto de succión 11 y el canal o conducto de suministro 12 están delimitados preferiblemente por una respectiva pared interna de la pala 1 y al menos parcialmente, por ejemplo completamente, se extienden en la pala 1.

45 **[0044]** Como se muestra, por ejemplo, en la Fig. 3, preferiblemente, la pared interna de la pala 1 que delimita el conducto de succión 11 comprende una porción curva 153, preferiblemente con la concavidad orientada hacia el interior de la pala 1, preferiblemente hacia el eje longitudinal X de la pala 1. Del mismo modo, es preferible que la pared interna que delimita el conducto de suministro 12 comprenda una porción curva 163, preferiblemente con la concavidad orientada hacia el interior de la pala 1, preferiblemente hacia el eje longitudinal X de la pala 1.

50 **[0045]** En referencia particular a las figuras 4 a 9, preferiblemente, el conducto de succión 11 comprende un tramo 111 conectado a un tramo 112 del conducto de suministro 12. En una forma de realización, dichos tramos de conducto también se indican en referencia a los números 311 y 312.

[0046] Cabe destacar que el conducto de succión 11 y el conducto de suministro 12 pueden estar conectados entre sí en varias zonas distintas. Por ejemplo, se pueden proporcionar dos o más tramos 111, y preferiblemente un número correspondiente de tramos 112, como se muestra en las figuras 7 y 8.

- 5 [0047] A modo de ejemplo, cada tramo 111 puede estar conectado a un respectivo tramo 112 mediante los medios de succión 21; o cada tramo 111 y el respectivo tramo 112 pueden estar conectados entre sí para formar, por ejemplo, un único tramo de conducto, y los medios de succión 21 pueden estar dispuestos en el tramo de conducto formado por cada tramo 111 y por el respectivo tramo 112. Cabe destacar que el conducto de succión 11 y el conducto de suministro 12 también pueden estar conectados directamente entre sí mediante los medios de succión 21, en particular sin los tramos 111, 112.
- 10 [0048] La conexión entre el uno o más conductos de succión 11 y el uno o más conductos de suministro 12 se puede obtener también por medio de otros métodos que puede determinar fácilmente el experto en la materia a la luz de la presente descripción. Por ejemplo, dos conductos de succión 11 pueden estar conectados por medio de dos o más tramos 111 a un mismo dispositivo de succión 21, estando este último en comunicación con uno o más tramos 112 de uno o más conductos de suministro 12.
- 15 [0049] Los tramos 111, 112 están preferiblemente dentro de la pala 1, como se muestra en las figuras 4, 6, 8 y 9; o los tramos 311, 312 pueden estar fuera de la pala 301 (Fig. 12).
- [0050] Los tramos 111, 112 preferiblemente se extienden transversalmente, p. ej., ortogonalmente, con respecto al eje longitudinal X de la pala 1.
- [0051] Preferiblemente, cada tramo 111 se extiende transversalmente con respecto a la parte restante del conducto de succión 11, y cada tramo 112 se extiende transversalmente con respecto a la parte restante del conducto de suministro 12.
- 20 [0052] La pala 1 comprende preferiblemente una primera cara exterior 18 y una segunda cara exterior 19, opuesta a la primera cara exterior 18.
- [0053] La primera cara exterior 18 y la segunda cara exterior 19 son preferiblemente las dos caras que tienen la mayor extensión superficial de la pala 1.
- [0054] La primera cara exterior 18 es el lado de succión de la pala 1, por ejemplo, y la segunda cara exterior 19 es el lado de presión de la pala 1, por ejemplo.
- 25 [0055] La abertura de entrada 13 está preferiblemente en la primera cara exterior 18 o en la segunda cara exterior 19; y la abertura de salida 14 está en la primera cara exterior 18 o en la segunda cara exterior 19.
- [0056] La abertura de entrada 13 y la abertura de salida 14 están preferiblemente en la misma cara exterior, por ejemplo, en la primera cara exterior 18, como se muestra en las figuras 1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 12 y 13, o en la segunda cara exterior 19.
- 30 [0057] La abertura de entrada 13 y la abertura de salida 14 son preferiblemente opuestas entre sí con respecto a un eje definido por la pala 1, siendo dicho eje preferiblemente el eje longitudinal X de la pala 1. Cuando se proporciona más de una abertura de entrada 13 y más de una abertura de salida 14, cada abertura de entrada 13 es preferiblemente opuesta a una respectiva abertura de salida 14, en particular con respecto a un eje definido por la pala 1, siendo preferiblemente dicho eje el eje longitudinal X de la pala 1.
- 35 [0058] En particular, la abertura de entrada 13 y la abertura de salida 14 están preferiblemente una frente a la otra. Cuando se proporciona más de una abertura de entrada 13 y más de una abertura de salida 14, cada abertura de entrada 13 está frente a una respectiva abertura de salida 14.
- [0059] En referencia particular a la Fig. 3, la abertura de entrada 13 está preferiblemente delimitada parcialmente por la primera cara exterior 18 (o por la segunda cara exterior 19) y parcialmente por un extremo 152 (o borde final) de una porción lateral 15 de la pala 1. El extremo 152 está frente a la primera cara exterior 18 y separado de esta.
- 40 [0060] La distancia "d1", en particular la distancia mínima entre la primera cara exterior 18 y el extremo 152, es preferiblemente entre un 0,1 % y un 10 % de la longitud de la cuerda del ala, que se define a continuación.
- [0061] La abertura de salida 14 está preferiblemente delimitada parcialmente por la primera cara exterior 18 (o por la segunda cara exterior 19) y parcialmente por un extremo 162 (o borde final) de otra porción lateral 16 de la pala 1. El extremo 162 está frente a la primera cara exterior 18 y separado de esta.
- 45 [0062] La distancia "d2", en particular la distancia mínima entre la primera cara exterior 18 y el extremo 162, es preferiblemente entre un 0,1 % y un 10 % de la longitud de la cuerda del ala. La distancia d1 es preferiblemente mayor o igual a distancia d2.
- [0063] Preferiblemente, la abertura de entrada 13 y la abertura de salida 14 son sustancialmente ranuras.
- 50 [0064] Preferiblemente, la longitud de la abertura de entrada 13 a lo largo del eje longitudinal X es mayor, preferiblemente mucho mayor, que la distancia d1; y la longitud de la abertura de salida 14 a lo largo del eje longitudinal X es mayor, preferiblemente mucho mayor que la distancia d2.
- [0065] La abertura de entrada 13 y la abertura de salida 14 preferiblemente se extienden sustancialmente por toda o por parte de la longitud de la pala 1.
- 55 [0066] Los extremos longitudinales de la pala 1 están preferiblemente cerrados, en particular no tienen aberturas.

- [0067] La porción lateral 15 y la porción lateral 16 de la pala 1 son opuestas entre sí, por ejemplo, opuestas al eje longitudinal X.
- [0068] La porción lateral 15 comprende un borde lateral exterior 151, y la porción lateral 16 comprende un borde lateral exterior 161. El borde lateral 161 es opuesto al borde lateral 151, por ejemplo, opuesto al eje longitudinal X.
- 5 [0069] Preferiblemente, el borde lateral exterior 161 se denomina «borde de ataque» y el borde lateral exterior 151 se denomina «borde de salida».
- [0070] La distancia mínima entre el borde de ataque 161 y el borde de salida 151 se denomina «cuerda de ala» o «cuerda».
- 10 [0071] El borde de ataque 161 y el borde de salida 151 están dispuestos frontalmente y en la parte posterior, respectivamente, con respecto a la dirección de rotación de la pala 1.
- [0072] La abertura de entrada 13 y la abertura de salida 14 están dispuestas preferiblemente entre el borde de ataque 161 y el borde de salida 151.
- [0073] Preferiblemente, la abertura de entrada 13 es proximal al borde de salida 151 y distal desde el borde de ataque 161; y la abertura de salida 14 es proximal al borde de ataque 161 y distal desde el borde de salida 151.
- 15 [0074] La abertura de entrada 13 está dispuesta preferiblemente a una distancia desde el borde de salida 151 que es entre un 25 % y un 90 % de la longitud de la cuerda.
- [0075] La abertura de salida 14 está dispuesta preferiblemente a una distancia desde el borde de ataque 161 que es menor o igual al 80 % de la longitud de la cuerda.
- 20 [0076] La abertura de entrada 13 puede presentar opcionalmente una o más roturas. Dicho de otro modo, se pueden proporcionar dos o más aberturas de entrada distintas que se comunican con el mismo conducto de succión 11.
- [0077] Del mismo modo, la abertura de salida 14 puede presentar opcionalmente una o más roturas. Dicho de otro modo, se pueden proporcionar dos o más aberturas de salida distintas que se comunican con el mismo conducto de suministro 12.
- 25 [0078] Cabe destacar que la turbina también puede comprender más de una pala 1 que presenta las características descritas anteriormente.
- [0079] En particular, es preferible que las palas 1 sean iguales, o sustancialmente iguales, entre sí.
- [0080] En todas las formas de realización, el fluido en el que se sumerge la pala 1, es decir, que rodea la pala 1, es preferiblemente aire. La turbina puede ser una turbina eólica, por ejemplo.
- 30 [0081] Alternativamente, el fluido en el que la pala 1 se sumerge puede ser un líquido, p. ej., agua. La turbina puede ser una turbina hidráulica, por ejemplo.
- [0082] En una primera forma de realización concreta representada en las figuras 1 a 6, la turbina comprende preferiblemente tres palas 1 sujetas a un mismo buje 41 adaptado para girar alrededor de un eje de rotación.
- [0083] El eje de rotación es preferiblemente transversal, preferiblemente ortogonal, al eje longitudinal X de cada pala 1.
- [0084] Los ejes longitudinales X de cada pala 1 se disponen preferiblemente a aproximadamente 120° entre sí.
- 35 [0085] Cada pala 1 comprende preferiblemente un conducto de succión 11 provisto de una abertura de entrada 13, y un conducto de suministro 12 provisto de una abertura de salida 14.
- [0086] Un tramo 111 del conducto de succión 11 está conectado a un tramo 112 del conducto de suministro 12.
- 40 [0087] El tramo 111 y el tramo 112 pueden estar conectados entre sí de acuerdo con los métodos anteriormente descritos; el tramo 111 en particular puede estar conectado al tramo 112 mediante los medios de succión 21; o el tramo 111 y el tramo 112 pueden estar conectados entre sí para formar, por ejemplo, un único tramo de conducto, y los medios de succión 21 pueden estar dispuestos en el tramo de conducto formado por el tramo 111 y por el tramo 112.
- [0088] Los tramos 111, 112 se extienden en la respectiva pala 1 y los medios de succión 21 se disponen en la respectiva pala 1.
- 45 [0089] En una segunda forma de realización particular que se muestra en las figuras 7 a 9, cada pala 101 comprende una pluralidad de dichos conductos de succión 11, que son distintos entre sí, estando provisto cada uno de al menos una respectiva abertura de entrada 13; y una pluralidad de dichos conductos de suministro 12, que son distintos entre sí, estando provisto cada uno de al menos una respectiva abertura de salida 14.
- [0090] En particular, cada par de conductos de succión y suministro es independiente de los demás, y los pares están separados entre sí por medio de una o más paredes de división 122.
- 50 [0091] Cada conducto de succión 11 está conectado a un respectivo conducto de suministro 12.

- [0092] Se proporcionan medios de succión 21 en la pala 101, adaptados para generar un flujo de fluido desde cada conducto de succión 11 hasta cada conducto de suministro 12. En particular, se proporcionan medios de succión 21 para cada par de conductos de succión y suministro.
- [0093] En la primera y segunda forma de realización, la turbina es preferiblemente del tipo de eje horizontal.
- 5 [0094] Una tercera forma de realización concreta (figuras 10 y 11) muestra un ejemplo de turbina del tipo de eje vertical.
- [0095] La turbina en particular comprende un eje 51 adaptado para girar alrededor de un eje de rotación R, en particular un eje de rotación vertical, preferiblemente ortogonal a la dirección de la velocidad asintótica del fluido.
- [0096] La turbina comprende al menos una pala 201 fijada integralmente al eje 51 por medio de brazos 52, 53, por ejemplo, dos brazos.
- 10 [0097] El eje longitudinal X' de la pala 201 es paralelo, o sustancialmente paralelo, al eje de rotación R.
- [0098] Preferiblemente, el conducto de succión 11 y el conducto de suministro 12 están conectados, en particular conectados directamente, entre sí mediante los medios de succión 21. Cabe destacar que los tramos transversales 111, 112 descritos anteriormente son opcionales.
- [0099] Los medios de succión 21 se disponen en la pala 201, en particular entre el conducto de succión 11 y el conducto de suministro 21.
- 15 [0100] Una cuarta forma de realización (Fig. 12) muestra otro ejemplo de turbina de tipo de eje vertical, en el que el eje longitudinal X' de la pala 301 es paralelo, o sustancialmente paralelo, al eje de rotación.
- [0101] En este caso, a diferencia de la tercera forma de realización, los medios de succión 21 se disponen en una estructura de la turbina que es distinta de la pala 301.
- 20 [0102] Los medios de succión 21 se disponen en particular en el eje 71, que está adaptado para girar alrededor del eje de rotación R, al que se sujeta la pala 301 por medio de brazos 72, 73. Por ejemplo, los medios de succión 21 pueden estar dispuestos en un alojamiento 75 dispuesto preferiblemente en la base del eje 71.
- [0103] Preferiblemente, en esta forma de realización, los medios de succión 21 comprenden un dispositivo de succión que es o comprende un compresor o una bomba. El dispositivo de succión comprende una abertura de entrada, a través de la cual puede entrar el fluido, y una abertura de salida, a través de la cual puede salir el fluido.
- 25 [0104] Meramente a modo de ejemplo, se puede proporcionar un tramo 311 del conducto de succión 11 que se extiende en uno de los brazos 73 y en el eje 71 hasta alcanzar los medios de succión 21. El tramo 311 está conectado a la abertura de entrada de los medios de succión 21.
- [0105] Del mismo modo, se puede proporcionar un tramo 312 del conducto de suministro 12 que se extiende en el brazo 73 y en el eje 71 hasta alcanzar los medios de succión 21. El tramo 312 está conectado a la abertura de salida de los medios de succión 21.
- 30 [0106] De este modo, al igual que con las otras formas de realización, los medios de succión 21 pueden generar un flujo de fluido desde el conducto de succión 11 hasta el conducto de suministro 12.
- [0107] La Fig. 13 muestra otro ejemplo de turbina de eje vertical. Excepto por la forma, es decir, la geometría, de la pala 401, las otras características de la turbina pueden ser iguales, o sustancialmente iguales, a las características de la tercera o de la cuarta forma de realización. Este ejemplo se proporciona en particular para mostrar al experto en la materia que la invención es aplicable a diversas formas de la pala, o de las palas, de una turbina.
- 35 [0108] Opcionalmente, en todas las formas de realización, la turbina comprende medios de acondicionamiento térmico 211 (Fig. 14) adaptados para calentar y/o enfriar el fluido que atraviesa dicha al menos una pala 1, en particular desde el conducto de succión 11 hasta el conducto de suministro 12.
- 40 [0109] Los medios de acondicionamiento térmico 211 en particular están adaptados para elevar y/o reducir la temperatura general del fluido.
- [0110] Los medios de acondicionamiento térmico 211 pueden comprender, por ejemplo, una resistencia eléctrica, un intercambiador de calor o una cámara de combustión.
- 45 [0111] Por ejemplo, se pueden proporcionar medios de calentamiento tales como, por ejemplo, una resistencia eléctrica, un intercambiador de calor o una cámara de combustión, y/o se pueden proporcionar medios de enfriamiento, tales como, por ejemplo, un intercambiador de calor.
- [0112] Los medios de acondicionamiento térmico 211 están dispuestos en la turbina, preferiblemente en la pala 1.
- 50 [0113] Los medios de acondicionamiento térmico 211 pueden estar, por ejemplo, integrados en los medios de succión 21', como se muestra esquemáticamente en la Fig. 14, o pueden estar dispuestos en secuencia con respecto a los medios de succión, en particular antes o después de los medios de succión con respecto a la dirección del flujo de fluido desde el al menos un conducto de succión 11 hasta el al menos un conducto de suministro 12; o en paralelo con respecto a los medios de succión 21'.

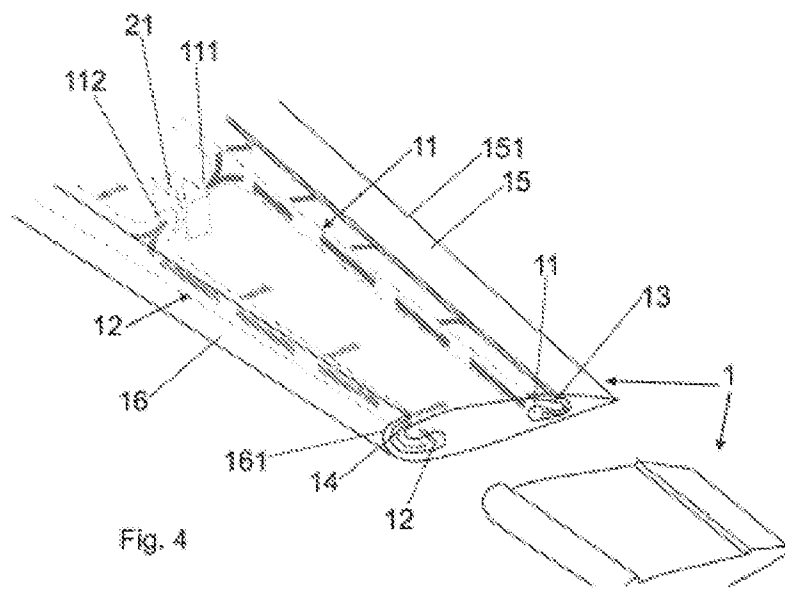
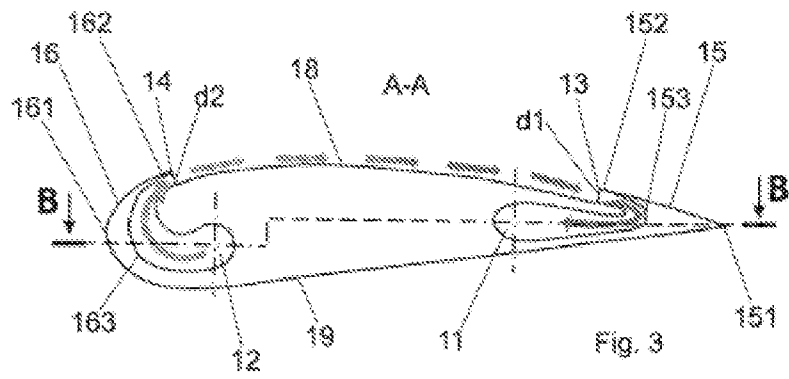
- [0114] Opcionalmente, en todas las formas de realización, la turbina comprende un sistema de control configurado para controlar la potencia suministrada a los medios de succión y/o a los medios de acondicionamiento térmico (cuando se proporcionen) según una o más cantidades físicas asociadas con el funcionamiento de la turbina.
- 5 [0115] Dichas cantidades físicas pueden ser, meramente a modo de ejemplo no limitativo, la velocidad del viento y/o la dirección del viento y/o la energía generada por la turbina y/o el ajuste de ataque de la pala y/o la presión atmosférica y/o la temperatura atmosférica y/o la posición del rotor y/o la velocidad de rotación del rotor y/u otras cantidades medibles que son útiles para determinar el estado de la turbina y el viento.
- [0116] De acuerdo con estas mediciones, el método de control establece un control adecuado para los medios de succión y/o los medios de acondicionamiento térmico.
- 10 [0117] En referencia a la Fig. 15, a continuación se describe un ejemplo de método de control de una turbina de acuerdo con la invención por medio de dicho método de control.
- [0118] El método de control comprende las etapas de:
- a) medir las condiciones operativas de la turbina, en particular midiendo una o más de las cantidades físicas anteriormente mencionadas (bloque 15a);
 - 15 b) determinar la potencia que se va a suministrar a los medios de succión y/o a los medios de acondicionamiento térmico (cuando se proporcionen) de acuerdo con una o más de las cantidades físicas medidas mencionadas anteriormente (bloque 15b). Dicha función puede estar almacenada, por ejemplo, en el sistema de control autónomo de la pala aislada, o de toda la turbina, o en un sistema externo, por ejemplo, un controlador capaz de enviar simultáneamente controles a varias turbinas.
- 20 [0119] La cantidad de potencia suministrada puede establecerse de antemano siguiendo los resultados de la prueba o simulación llevados a cabo previamente, o puede ser funcional para lograr uno o más objetivos medibles, por ejemplo, la potencia de la turbina, el empuje del rotor, las vibraciones del rotor, etc. A modo de ejemplo no limitativo, la función de control puede proporcionar un algoritmo que tiene el objetivo de maximizar la energía generada por la turbina modificando la potencia suministrada hasta que alcance dicho valor máximo y se estabilice. Ventajosamente, dicho control puede tener
- 25 el objetivo de minimizar las oscilaciones de la pala con el fin de reducir el daño estructural provocado por la fatiga y extender la vida útil de la pala.
- [0120] Tras la etapa b), es decir, después de determinar la cantidad de potencia que se va a suministrar, la potencia se puede suministrar convenientemente a los medios de succión y/o a los medios de acondicionamiento térmico (bloque 15c) en una etapa c).
- 30 [0121] Preferiblemente, tras un período de tiempo predeterminado, después de la etapa c), el ciclo se lleva a cabo de nuevo partiendo de la etapa a).

REIVINDICACIONES

1. Turbina que comprende al menos una pala (1), comprendiendo la al menos una pala (1)
 - al menos un conducto de succión (11) en la pala (1), que presenta al menos una abertura de entrada (13) para un fluido en el que se puede sumergir la al menos una pala (1);
- 5 - al menos un conducto de suministro (12) en la pala (1), presentando al menos una abertura de salida (14) para el fluido;
 - donde el al menos un conducto de succión (11) y el al menos un conducto de suministro (12) están conectados entre sí;
- 10 donde la turbina comprende medios de succión (21) adaptados para generar un flujo de fluido desde el al menos un conducto de succión (11) hasta el al menos un conducto de suministro (12); donde dicha al menos una pala (1) comprende una primera cara exterior (18) y una segunda cara exterior (19), opuesta a la primera cara exterior (18);

caracterizada por que

 - dicha al menos una abertura de entrada (13) y dicha al menos una abertura de salida (14) están en dicha primera cara exterior (18);
 - 15 y dicha al menos una abertura de entrada (13) y dicha al menos una abertura de salida (14) están una frente a la otra.
2. Turbina según la reivindicación 1, donde dicha al menos una abertura de entrada (13) y dicha al menos una abertura de salida (14) son opuestas entre sí con respecto a un eje definido por al menos una pala (1).
3. Turbina según la reivindicación 2, donde dicho eje es un eje longitudinal (X) de la al menos una pala (1).
- 20 4. Turbina según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la al menos una pala (1) comprende una pluralidad de dichos conductos de succión (11), que son distintos entre sí, estando provisto cada uno de al menos una respectiva abertura de entrada (13); y/o una pluralidad de dichos conductos de suministro (12), que son distintos entre sí, estando provisto cada uno de al menos una respectiva abertura de salida (14);
 - donde cada conducto de succión (11) está conectado a al menos un conducto de suministro (12);
 - 25 y donde se proporcionan medios de succión (21) adaptados para generar un flujo de fluido desde cada conducto de succión (11) hasta el al menos un conducto de suministro (12) conectado a este.
5. Turbina según la reivindicación 4, donde al menos un conducto de succión (11) de dicha pluralidad de conductos de succión (11) está conectado a dos o más conductos de suministro (12) de dicha pluralidad de conductos de suministro (12); y/o al menos dos conductos de succión (11) de dicha pluralidad de conductos de succión (11) están conectados a un mismo conducto de suministro (12) de dicha pluralidad de conductos de suministro (12).
- 30 6. Turbina según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dichos medios de succión (21) comprenden uno o más dispositivos de succión.
7. Turbina según la reivindicación 6, donde dichos medios de succión (21) comprenden uno o más dispositivos de succión por cada par de conducto de succión (11) y conducto de suministro (12).
- 35 8. Turbina según la reivindicación 6 o 7, donde cada dispositivo de succión comprende o consiste en un compresor o una bomba o un ventilador.
9. Turbina según cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde dichos medios de succión (21) están dispuestos en dicha al menos una pala (1) y/o en una estructura de la turbina que es distinta de la al menos una pala (1).
- 40 10. Turbina según la reivindicación 9, que comprende un eje (71) adaptado para girar alrededor de un eje de rotación (R); donde dicha al menos una pala (1) está fijada a dicho eje (71).
11. Turbina según la reivindicación 10, donde dicha estructura es dicho eje (71) o un buje (41) al que está fijado la al menos una pala (1).
12. Turbina según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde se proporciona una pluralidad de aberturas de entrada (13) por cada conducto de succión (11) y/o una pluralidad de aberturas de salida (14) por cada conducto de suministro (12).
- 45 13. Turbina según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, del tipo con eje de rotación vertical o del tipo con eje de rotación horizontal.
14. Turbina según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende medios de acondicionamiento térmico adaptados para calentar y/o enfriar el fluido que atraviesa dicha al menos una pala (1).
- 50 15. Turbina según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una pluralidad de palas (1).



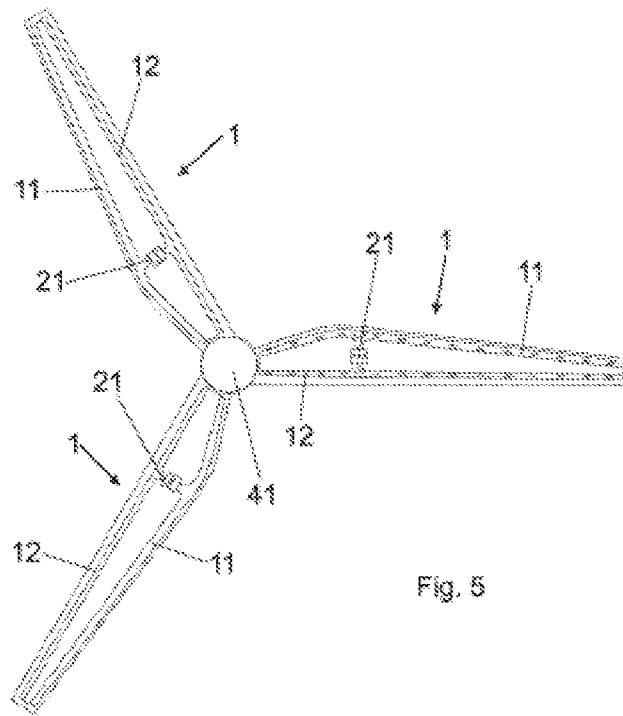


Fig. 5

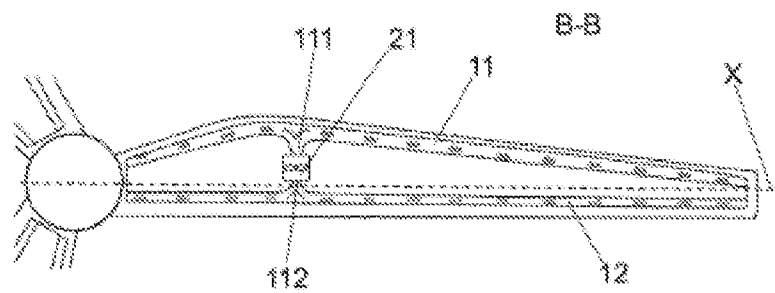


Fig. 6

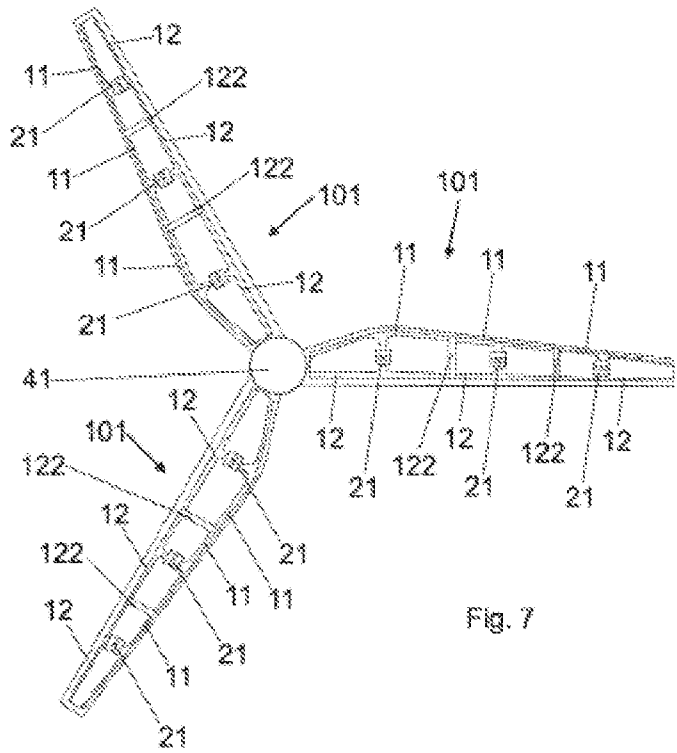


Fig. 7

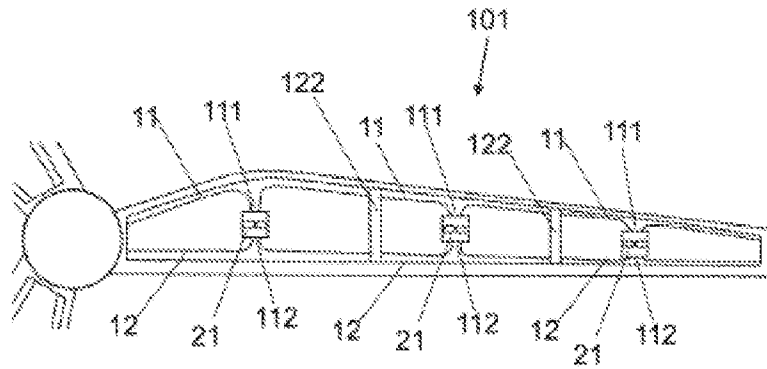


Fig. 8

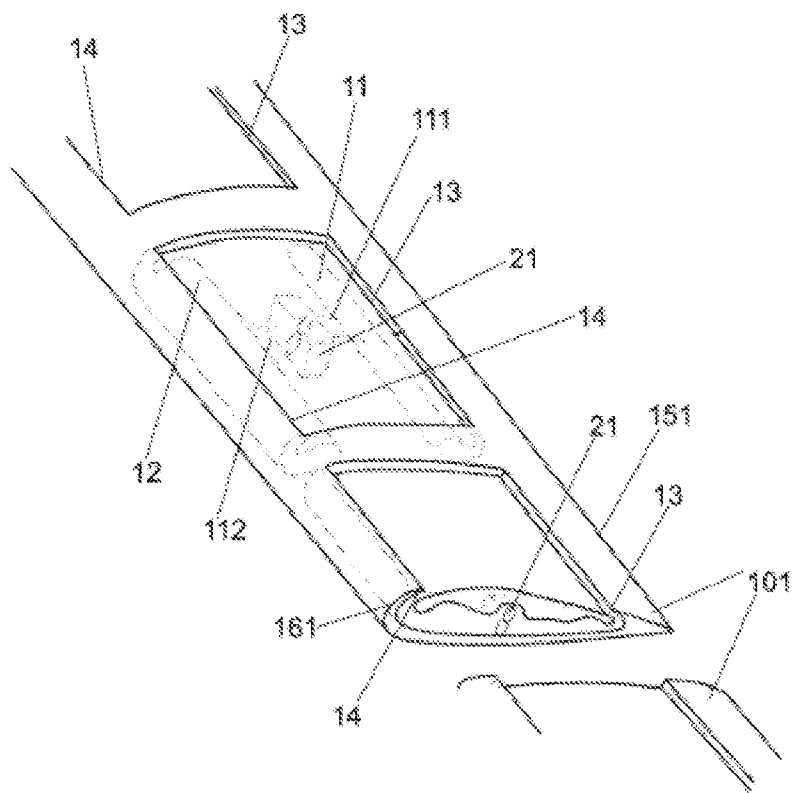
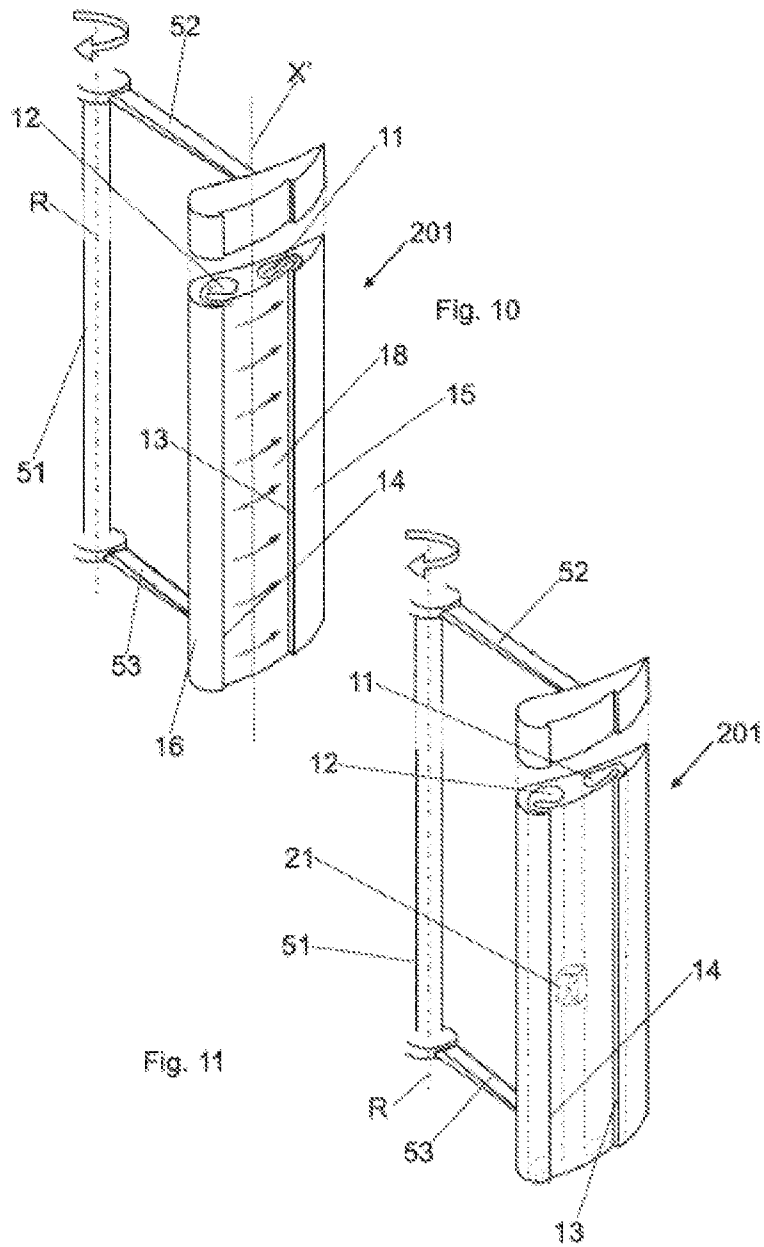


Fig. 9



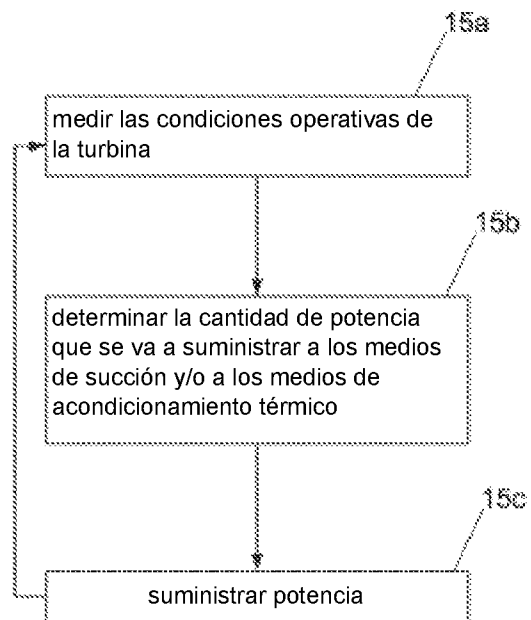


Fig. 15