

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 928 443**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.04.2018** **E 18166811 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.08.2022** **EP 3553306**

54 Título: **Pala de rotor de aerogenerador con un generador de vórtice**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.11.2022

73 Titular/es:

NORDEX ENERGY SE & CO. KG (100.0%)
Langenhorner Chaussee 600
22419 Hamburg, DE

72 Inventor/es:

DOOSTTALAB, MEHDI

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 928 443 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

Pala de rotor de aerogenerador con un generador de vórtice

- 5 La invención se refiere a una pala de rotor de aerogenerador con una dirección longitudinal, una longitud de cuerda de perfil máxima y una sección longitudinal que incluye una posición longitudinal con la longitud de cuerda de perfil máxima y que presenta un lado de succión y un generador de vórtice dispuesto en el lado de succión con una dirección de entrada de flujo nominal.
- 10 Los aerogeneradores convierten la energía contenida en el viento en un movimiento de rotación de su rotor. Para ello, el rotor presenta al menos una pala de rotor de aerogenerador, alrededor de cuyo perfil aerodinámico fluye el aire del entorno durante el funcionamiento. Idealmente, el flujo discurre a este respecto en un plano de perfil desde un borde delantero de perfil hasta el borde final de perfil. Esto crea una sustentación que provoca un par en el rotor.
- 15 En particular con grandes ángulos de ataque, en el lado de succión pueden producirse separaciones del flujo y turbulencias, que reducen drásticamente la sustentación y aumentan la resistencia al flujo. Como contramedida eficaz se conoce la disposición de generadores de vórtice en el lado de succión de la pala de rotor del aerogenerador. Visto en la dirección de flujo, se disponen delante de un punto en el que se producen las separaciones del flujo y crean turbulencias en la capa límite.
- 20 El documento EP 2 799 710B1 muestra a título de ejemplo un uso de este tipo de generadores de vórtice para una pala de rotor de aerogenerador. En este documento, están dispuestos respectivamente varios generadores de vórtice uno tras otro en diferentes secciones longitudinales de la pala del rotor del aerogenerador. Cada generador de vórtice tiene una dirección de entrada de flujo nominal que está orientada en la dirección de una cuerda de perfil, es decir, en ángulo recto con respecto a la dirección longitudinal de la pala del rotor.
- 25 El documento EP 2 871 358 B1 ha dado a conocer una plantilla con la que pueden disponerse fácilmente generadores de vórtice en una pala de rotor de aerogenerador de la manera prevista.
- 30 Unas fuerzas centrífugas que actúan por el movimiento de rotación del rotor hacen que el flujo de aire, en particular cerca de la raíz de la pala, no discorra completamente en el plano del perfil, sino que se produzcan flujos transversales o radiales. Estos perjudican un flujo teóricamente ideal alrededor del perfil aerodinámico en el plano del perfil.
- 35 Este efecto se describe en el documento WO 2005/035978 A1. El documento propone reducir los flujos transversales mediante elementos planos que sobresalen del lado de succión y que están dispuestos en el plano del perfil. Dichos elementos planos también se denominan también vallas de capa límite.
- 40 Por el documento WO 2013/156479 A1 se conoce una pala de rotor de aerogenerador con vallas de capa límite que discurren desde el borde delantero del perfil hasta el borde final del perfil en el plano del perfil. Las vallas de la capa límite presentan secciones curvadas o acodadas que se aproximan hacia la raíz de la pala a medida que aumenta la distancia de la superficie de la pala del rotor. De esta manera deben impedirse flujos transversales de una manera particularmente eficaz.
- 45 Por el documento WO 2014/016326 A1 se conoce una pala de rotor de aerogenerador con vallas de capa límite, que discurren formando un ángulo agudo con respecto al plano del perfil desde el borde delantero del perfil hasta el borde final del perfil. Entre las vallas de capa límite adyacentes deben estar configurados canales que se estrechan, por lo que debe aumentar la velocidad del flujo. Esto debe contrarrestar las separaciones del flujo y reducir los flujos transversales.
- 50 Por el documento WO 2015/073149 A1 se conoce una pala de rotor de aerogenerador con una pieza adosada fijada cerca de la raíz de la pala en el lado de presión o en el lado de succión. La pieza adosada presenta una serie de vallas de capa límite adyacentes, que discurren respectivamente en un plano de perfil. Los generadores de vórtice están dispuestos en los extremos delanteros de las vallas de capa límite.
- 55 Por el documento WO 2009/080316 A2 se conoce una pala de rotor de aerogenerador en cuyo lado de succión están dispuestos generadores de vórtice ajustables de forma activa. Los generadores de vórtice se pueden hacer entrar y salir y pueden realizar un movimiento oscilante.
- 60 Por el documento EP 2 548 801 A1 se conoce una pala de rotor de aerogenerador que tiene las características del preámbulo de la reivindicación 1.
- Partiendo de esto, el objetivo de la invención es proporcionar una pala de rotor de aerogenerador con un rendimiento aerodinámico mejorado.
- 65

Este objetivo se consigue mediante la pala de rotor de aerogenerador con las características de la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes se indican configuraciones ventajosas.

5 La pala de rotor de aerogenerador tiene una dirección longitudinal, una longitud de cuerda de perfil máxima y una sección longitudinal que incluye una posición longitudinal con la longitud de cuerda de perfil máxima y que presenta un lado de succión, así como un generador de vórtice dispuesto en el lado de succión con una dirección de entrada de flujo nominal, estando orientada la dirección de entrada de flujo nominal con respecto a la dirección longitudinal en un ángulo que difiere de 90°.

10 La pala de rotor de aerogenerador tiene una raíz de pala y una punta de pala. En la zona de la raíz de pala, la pala del rotor de aerogenerador puede presentar una sección cilíndrica circular o aproximadamente cilíndrica circular. A lo largo de gran parte de la longitud de la pala de rotor de aerogenerador, la sección transversal de la pala de rotor de aerogenerador presenta un perfil aerodinámico, que puede convertirse hacia la raíz de la pala en la sección cilíndrica circular o aproximadamente cilíndrica circular. La longitud de la cuerda de perfil de la pala del rotor del
15 aerogenerador en la raíz de la pala corresponde dado el caso al diámetro de la sección cilíndrica circular o aproximadamente cilíndrica circular. La longitud de la cuerda de perfil aumenta hacia la punta de la pala hasta alcanzar un valor máximo en una posición longitudinal determinada. Esta longitud máxima de cuerda de perfil puede presentarse exclusivamente en la posición longitudinal determinada, o a lo largo de una sección que comienza en esta posición longitudinal. Más hacia la punta de la pala, la longitud de la cuerda del perfil vuelve a disminuir hasta
20 que adopta un valor mínimo en la punta de la pala o se vuelve cero en el caso de una pala que termina en punta.

La pala del rotor del aerogenerador tiene un lado de presión y un lado de succión que convergen en un borde final de perfil. Los puntos más alejados del borde final de perfil en el respectivo plano de perfil forman el borde delantero del perfil. La cuerda del perfil se extiende respectivamente en un plano de perfil desde el borde delantero del perfil
25 hasta el borde final del perfil. La dirección longitudinal de la pala del rotor del aerogenerador se extiende desde la raíz de la pala hasta la punta de la pala, por lo que no coincide necesariamente de manera exacta con el eje longitudinal o el eje de paso de la pala del rotor del aerogenerador y puede presentar dado el caso un curso curvado, en particular si la pala del rotor del aerogenerador presenta una curvatura previa y/o una flecha. En cada posición longitudinal de la pala de rotor de aerogenerador, el plano del perfil está dispuesto ortogonalmente con respecto a la
30 dirección longitudinal.

En el lado de succión de la pala de rotor de aerogenerador está dispuesto un generador de vórtice, que presenta una dirección de entrada de flujo nominal. La dirección de entrada de flujo nominal es la dirección desde la que debe entrar el flujo hacia el generador de vórtice durante el funcionamiento de la pala de rotor de aerogenerador para
35 generar la turbulencia prevista. Para ello, el generador de vórtice presenta al menos una superficie aerodinámicamente activa, que está dispuesta en un ángulo con respecto a la dirección de entrada de flujo nominal. La dirección de entrada de flujo nominal está determinada por la geometría del generador de vórtice. En particular, puede corresponder a una dirección longitudinal y/o a un eje de simetría del generador de vórtice. La al menos una superficie aerodinámicamente activa del generador de vórtice puede estar dispuesta en un plano que discurre esencialmente perpendicularmente con respecto al lado de succión. El generador de vórtice puede presentar una
40 sección de fijación, en particular con una superficie adhesiva, que se pega en el lado de succión de la pala de rotor de aerogenerador.

La invención se basa en el hallazgo de que los flujos radiales que se producen en una pala de rotor de
45 aerogenerador pueden tener una influencia positiva en el rendimiento aerodinámico, al contrario de lo que se supone generalmente. El inventor ha detectado que, en particular en una sección longitudinal interior de la pala de rotor de aerogenerador, el flujo radial provocado por las fuerzas centrífugas en dirección hacia la punta de la pala conduce a la formación de una capa límite más delgada y a que las fuerzas de Coriolis desvían parcialmente el flujo radial en dirección hacia el borde final de perfil. Esto crea diferencias de presión que contrarrestan las separaciones del flujo.
50 Para poder aprovechar óptimamente estos efectos positivos, ha resultado ser ventajoso estabilizar selectivamente los flujos radiales que se producen. De lo contrario, en particular en zonas en las que la geometría de la sección transversal de la pala del rotor del aerogenerador cambia de manera relativamente rápida en la dirección longitudinal de la pala del rotor del aerogenerador, se producirán inestabilidades y perturbaciones en el flujo radial y, como resultado, dado el caso, separaciones de flujo en superficies grandes y/o prematuras, que reducen la sustentación y
55 aumentan la resistencia al flujo.

En la invención se utiliza un generador de vórtice para estabilizar el flujo radial en una sección longitudinal que incluye la posición longitudinal con la cuerda de perfil máxima. Para ello el generador de vórtice está orientado de tal manera que su dirección de entrada de flujo nominal está dispuesta en un ángulo con respecto a la dirección longitudinal que difiere de 90°, es decir, no en el plano del perfil. En otras palabras, el generador de vórtice con su dirección de entrada de flujo nominal se dispone girado un poco fuera del plano del perfil, estando orientado un extremo delantero del generador de vórtice, al que llega primero el flujo de aire, en dirección hacia la raíz de pala. En el caso ideal, la dirección de entrada de flujo nominal está dispuesta exactamente en la dirección del flujo radial que se produce.
60

65 En una configuración, el ángulo entre la dirección entrada de flujo nominal y la dirección longitudinal está situado en

el intervalo de -60° a 60° . La orientación del generador de vórtice se desvía por lo tanto al menos 30° del plano del perfil.

5 En una configuración, la dirección de entrada de flujo nominal está situada en un plano que incluye el generador de vórtice y un eje de paso de la pala del rotor del aerogenerador. En este caso, el extremo delantero del generador de vórtice puede estar orientado exactamente hacia la raíz de la pala. Esta disposición es particularmente eficaz cuando el flujo radial se produce exactamente en la dirección longitudinal, es decir, desde la raíz de la pala hacia la punta de la pala.

10 En una configuración, durante el funcionamiento de la pala de rotor de aerogenerador con el número de revoluciones nominal y la velocidad de viento nominal, en la zona del generador de vórtice se forma un flujo de capa límite radial en la dirección de entrada de flujo nominal. El generador de vórtice está dispuesto de tal manera que su dirección de entrada de flujo nominal se adapta a la dirección de los flujos radiales en condiciones nominales.

15 En una configuración, el generador de vórtice tiene una longitud máxima del 15 % de la longitud de cuerda de perfil máxima en la dirección de entrada de flujo nominal. La longitud del generador de vórtice también puede ser como máximo del 10 %, como máximo del 5 % o como máximo solo del 3 % de la longitud de cuerda de perfil máxima. Esto distingue al generador de vórtice de las vallas de capa límite conocidas por el estado de la técnica, que por regla general se extienden a lo largo de toda la profundidad de perfil para conseguir un efecto. Por supuesto, el
20 generador de vórtice también se distingue fundamentalmente de una valla de capa límite en cuanto a su efecto, ya que estabiliza los flujos radiales que se producen, en lugar de impedirlos en la medida de lo posible.

En una configuración, el generador de vórtice tiene una altura que corresponde a un espesor de un flujo de capa límite radial. En particular, puede ser ventajoso que la altura del generador de vórtice no rebase el espesor del flujo de la capa límite radial o al menos no sea significativamente superior. Esta altura relativamente baja del generador de vórtice evita que un extremo superior del generador de vórtice sobresalga del flujo de la capa límite radial y perturbe el flujo que discurre esencialmente en el plano del perfil por encima de la capa límite. Esto es particularmente importante cuando la dirección de entrada de flujo nominal del generador de vórtice difiere del plano del perfil.
25

30 En una configuración, el generador de vórtice tiene dos alerones dispuestos de manera especularmente simétrica con respecto a la dirección de entrada de flujo nominal. Los dos alerones pueden estar dispuestos esencialmente perpendicularmente con respecto al lado de succión. Pueden estar dispuestos en un ángulo con respecto a la dirección del flujo nominal en el intervalo de, por ejemplo, 5° a 30° , pudiendo estar dispuestos sus extremos delanteros, a los que el flujo llega primero, a una distancia menor entre sí que sus extremos posteriores o viceversa.
35

En una configuración, la pala de rotor de aerogenerador tiene un borde posterior delgado en la sección longitudinal. El borde posterior delgado puede presentar una altura de pocos milímetros debido al proceso de fabricación. En el caso de palas de rotor de aerogeneradores con un borde posterior de este tipo, por regla general se producen flujos radiales pronunciados, cuya estabilización es particularmente deseable.
40

En una configuración, la longitud de la sección longitudinal es como máximo el 20% de la longitud total de la pala de rotor de aerogenerador. En particular, la longitud de la sección longitudinal también puede ser como máximo solo del 15%, como máximo del 10% o como máximo del 5% de la longitud total de la pala de rotor de aerogenerador. Por lo tanto, el generador de vórtice está dispuesto relativamente cerca de la posición longitudinal con la longitud de cuerda de perfil máxima y, por lo tanto, en una zona en la que la longitud de la cuerda de perfil cambia de forma relativamente pronunciada. En esta zona, la estabilización del flujo radial es particularmente importante.
45

50 En la invención, la sección longitudinal comienza en la posición longitudinal con la longitud de cuerda de perfil máxima y se extiende desde allí hacia una raíz de pala de la pala de rotor de aerogenerador. Por lo tanto, visto en la dirección del flujo radial, el generador de vórtice está dispuesto delante de la posición longitudinal con la longitud de cuerda de perfil máxima y, por lo tanto, puede generar turbulencias en la capa límite que fluye radialmente antes de que se produzcan separaciones del flujo a medida que disminuye la longitud de la cuerda de perfil.
55

En una configuración, el generador de vórtice está ubicado en la posición longitudinal con la longitud de cuerda de perfil máxima. En muchos casos, una disposición del generador de vórtice en esta posición longitudinal es óptima para el efecto deseado.

60 En una configuración, la sección longitudinal presenta un perfil aerodinámico en la zona del generador de vórtice y el generador de vórtice está dispuesto en la dirección de la cuerda del perfil entre un borde final del perfil y una posición de la cuerda de perfil en la que el perfil aerodinámico tiene una espesor máximo del perfil. Las separaciones de flujo se producen por regla general detrás de la posición de la cuerda de perfil con el espesor máximo del perfil. Por lo tanto, una estabilización del flujo radial en esta zona es particularmente útil.
65

En una configuración, la pala de rotor de aerogenerador presenta una pluralidad de generadores de vórtice, que

están dispuestos respectivamente según una de las reivindicaciones anteriores. En particular, la pluralidad de generadores de vórtice pueden estar dispuestos a distancias regulares entre sí. De este modo se consigue estabilizar el flujo radial no solo de forma puntual, sino en una zona más grande cubierta por la pluralidad de generadores de vórtice.

5 En una configuración, los generadores de vórtice están dispuestos a lo largo de una línea que discurre perpendicularmente con respecto a las respectivas direcciones de entrada de flujo nominal. La línea puede ser curvada o recta. Preferentemente cruza el flujo radial en una posición que, vista en la dirección de flujo, se está dispuesta delante de las separaciones de flujo que han de esperarse.

10 En una configuración, la línea discurre a lo largo de un plano de perfil de la pala de rotor de aerogenerador. Este arreglo parece ser especialmente conveniente.

15 A continuación, la invención se explicará con más detalle con ayuda de un ejemplo de realización representado en las figuras. Muestran:

la figura 1 una pala de rotor de aerogenerador en una vista esquemática en perspectiva,

20 la figura 2 una vista superior del lado de succión de una sección longitudinal de la pala de rotor de aerogenerador de la figura 1 en una representación esquemática,

la figura 3 una sección transversal de la sección longitudinal de la figura 2 a lo largo de un plano de perfil, también en representación esquemática,

25 la figura 4 una vista superior del lado de succión de una sección longitudinal de una pala de rotor de aerogenerador según una segunda configuración,

la figura 5 una vista superior del lado de succión de una sección longitudinal de una pala de rotor de aerogenerador según otra configuración.

30 La pala de rotor de aerogenerador 10 de la figura 1 tiene una raíz de pala 12, una punta de pala 14, un borde delantero de perfil 16, un borde final de perfil 18, un lado de succión 20 orientado hacia el observador y un lado de presión 22 no orientado hacia el observador. En una posición longitudinal 24, la pala de rotor de aerogenerador 10 presenta una longitud de cuerda de perfil máxima. Una sección 26 dispuesta en la raíz de pala 12 está configurada de forma cilíndrica circular. La sección transversal circular de esta sección 26 se convierte en un perfil aerodinámico a más tardar hasta la posición longitudinal 24 con la longitud de cuerda de perfil máxima, que continúa hasta la punta de la pala 14, como está representado mediante los planos de perfil dibujados con líneas punteada. En una fila 28 en el lado de succión 20, que en la posición longitudinal 24 discurre a lo largo del plano del perfil, están situados varios generadores de vórtice 30.

40 Los detalles se pueden ver mejor en la figura 2. Allí, la vista se dirige hacia el lado de succión 20 de una sección longitudinal 32 de la pala de rotor de aerogenerador 10 que incluye la posición longitudinal 24 con la longitud de cuerda de perfil máxima. También pueden verse el borde delantero del perfil 16 y el borde final del perfil 18, así como que la longitud de la cuerda del perfil, partiendo de la posición longitudinal 24, disminuye tanto en dirección hacia la raíz de pala 12 (en la figura 2 hacia la izquierda) como en dirección hacia la punta de pala 14 (en la figura 2 hacia la derecha).

50 A modo de ejemplo, tres generadores de vórtice 30 están dispuestos uno tras otro a lo largo del plano de perfil 34. La dirección de entrada de flujo nominal 36 se indica mediante una flecha en el generador de vórtice 30 que se muestra más arriba en la figura 2. Cada uno de los generadores de vórtice 30 tiene dos alerones 38, que están dispuestos de forma especularmente simétrica con respecto a la dirección de entrada de flujo nominal 36, cuyos extremos delanteros están dispuestos a una distancia menor entre sí que sus extremos posteriores. En el ejemplo, la dirección de entrada de flujo nominal 36 coincide con la dirección longitudinal 40 de la pala de rotor de aerogenerador 10. El ángulo entre la dirección de entrada de flujo nominal 36 y la dirección longitudinal 40 es, por lo tanto, de 0° y, por consiguiente, difiere de 90°.

La figura 3 muestra una sección transversal a lo largo del plano de perfil 34 que se muestra en la figura 2. Allí puede verse la longitud de cuerda de perfil 42, que presenta su valor máximo.

60 También se muestra el espesor de perfil 44, que corresponde al diámetro del círculo más grande que puede dibujarse entre el lado de succión 20 y el lado de presión 22. En el borde final de perfil 18 puede verse que el perfil aerodinámico presenta un borde posterior delgado. Todos los generadores de vórtice 30 están dispuestos entre el borde final de perfil 18 y una posición de cuerda de perfil en la que el perfil presenta su espesor de perfil 44 máximo.

65 Las figuras 4 y 5 muestran otras dos configuraciones de la pala de rotor de aerogenerador de acuerdo con la invención. En los ejemplos mostrados, el flujo de la capa límite radial difiere algunos grados de la dirección

longitudinal (40) de la pala del rotor con el número de revoluciones nominal y la velocidad de viento nominal. En la figura 4, los generadores de vórtice (30) están dispuestos en la misma posición longitudinal (24) en la sección longitudinal (32) y cada generador de vórtice individual (30) se ha orientado de manera que la dirección de entrada de flujo nominal (36) discurre paralelamente al flujo de la capa límite.

5 En la figura 5, los generadores de vórtice individuales están fijados en una placa base (46) común. La placa base (46) está dispuesta en la sección longitudinal (32) en un ángulo con respecto al plano del perfil (34). Los generadores de vórtice (30) se encuentran por lo tanto en diferentes posiciones longitudinales (24). También en este caso la orientación de los generadores de vórtice (30) es tal que la dirección de entrada de flujo nominal (36) discurre paralelamente al flujo de la capa límite.

10

Lista de referencias

- 10 Pala de rotor de aerogenerador
- 12 Raíz de pala
- 14 Punta de pala
- 16 Borde delantero de perfil
- 18 Borde final de perfil
- 20 Lado de succión
- 22 Lado de presión
- 24 Posición longitudinal
- 26 Sección cilíndrica circular
- 28 Fila
- 30 Generador de vórtice
- 32 Sección longitudinal
- 34 Plano de perfil
- 36 Dirección de entrada de flujo nominal
- 38 Alerón
- 40 Dirección longitudinal
- 42 Cuerda de perfil
- 44 Espesor de perfil
- 46 Placa base

REIVINDICACIONES

- 5 1. Pala de rotor de aerogenerador (10) con una raíz de pala (12), una dirección longitudinal (40), una longitud de cuerda de perfil máxima y una sección longitudinal (32) que comienza en una posición longitudinal (24) con la longitud de cuerda de perfil máxima y se extiende desde allí en dirección hacia la raíz de la pala (12) y que presenta un lado de succión (20) y un generador de vórtice (30) dispuesto en el lado de succión (20) con una dirección de entrada de flujo nominal (36), estando orientada la dirección de entrada de flujo nominal (36) con respecto a la dirección longitudinal (40) en un ángulo que difiere de 90°, **caracterizada por que** un extremo delantero del generador de vórtice (30), al que llega primero el flujo de aire, está orientado en dirección hacia la raíz de pala (12).
- 10 2. Pala de rotor de aerogenerador (10) según la reivindicación 1, **caracterizada por que** el ángulo entre la dirección de entrada de flujo nominal (36) y la dirección longitudinal (40) está situado en el intervalo de -60° a 60°.
- 15 3. Pala de rotor de aerogenerador (10) según la reivindicación 1 o 2, **caracterizada por que** la dirección de entrada de flujo nominal (36) está situada en un plano que incluye el generador de vórtice (30) y un eje de paso de la pala de rotor de aerogenerador (10).
- 20 4. Pala de rotor de aerogenerador (10) según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por que** el generador de vórtice (30) está dispuesto de tal manera que su dirección de entrada de flujo nominal (36) está adaptada durante el funcionamiento de la pala de rotor de aerogenerador (10) con el número de revoluciones nominal y la velocidad de viento nominal a un flujo de capa límite radial en la zona del generador de vórtice.
- 25 5. Pala de rotor de aerogenerador (10) según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada por que** el generador de vórtice (30) presenta una longitud máxima del 15% de la longitud de la cuerda de perfil máxima en la dirección de entrada de flujo nominal (36).
- 30 6. Pala de rotor de aerogenerador (10) según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada por que** el generador de vórtice (30) presenta una altura que corresponde a un espesor de un flujo de capa límite radial.
- 35 7. Pala de rotor de aerogenerador (10) según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada por que** el generador de vórtice (30) presenta dos alerones (38) dispuestos de forma especularmente simétrica con respecto a la dirección de entrada de flujo nominal (36).
- 40 8. Pala de rotor de aerogenerador (10) según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada por que** la pala de rotor de aerogenerador (10) presenta un borde posterior delgado en la sección longitudinal (32).
- 45 9. Pala de rotor de aerogenerador (10) según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizada por que** la sección longitudinal (32) presenta una longitud que es como máximo del 20% de una longitud total de la pala de rotor de aerogenerador (10).
- 50 10. Pala de rotor de aerogenerador (10) según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizada por que** el generador de vórtice (30) está dispuesto en la posición longitudinal (24) con la longitud de cuerda de perfil máxima.
- 55 11. Pala de rotor de aerogenerador (10) según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizada por que** la sección longitudinal (32) presenta un perfil aerodinámico en el área del generador de vórtice (30) y el generador de vórtice (30) en la dirección de la cuerda 42 entre un borde extremo del perfil (18) y una posición de cuerda en la que el perfil aerodinámico tiene un espesor de perfil máximo (44) tiene, está dispuesto.
12. Pala de rotor de aerogenerador (10) según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizada por que** la pala de rotor de aerogenerador (10) presenta una pluralidad de generadores de vórtice (30), que están dispuestos respectivamente según una de las reivindicaciones anteriores.
13. Pala de rotor de aerogenerador (10) según la reivindicación 12, **caracterizada por que** los generadores de vórtice (30) están dispuestos a lo largo de una línea que discurre perpendicularmente con respecto a las respectivas direcciones de entrada de flujo nominal (36).
14. Pala de rotor de aerogenerador (10) según la reivindicación 13, **caracterizada por que** la línea discurre a lo largo de un plano de perfil (34) de la pala de rotor de aerogenerador (10).

Fig. 1

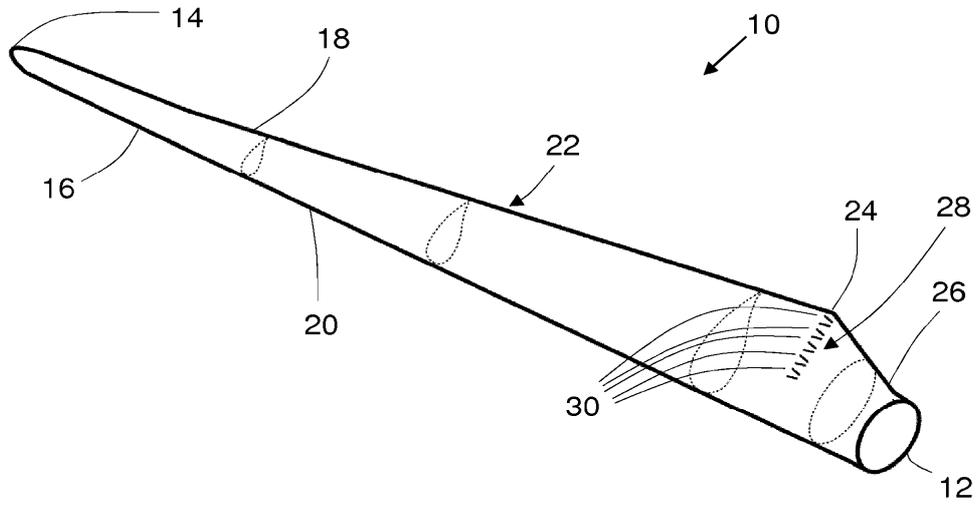


Fig. 2

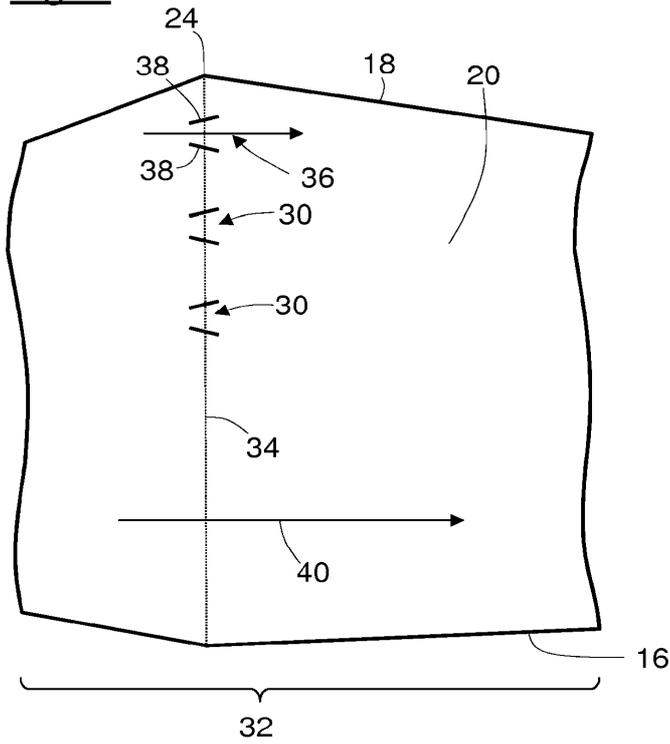


Fig. 3

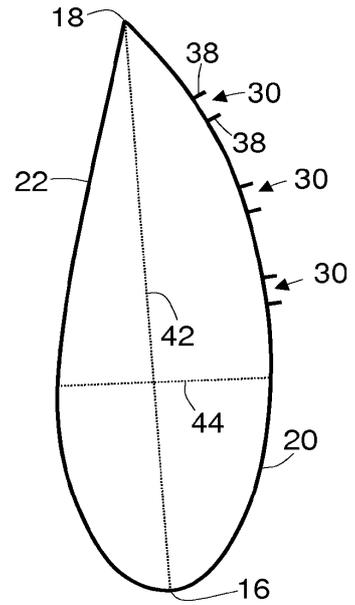


Fig. 4

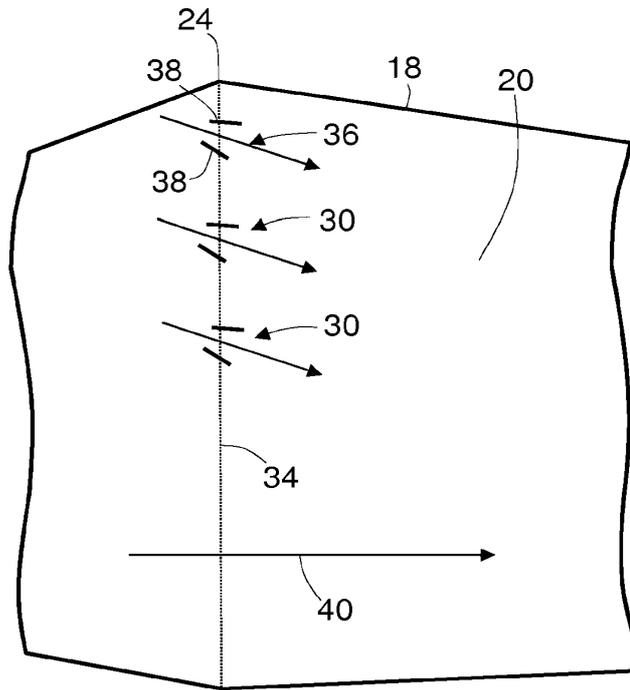


Fig. 5

