

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 009 069**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.10.2019 PCT/EP2019/079735**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.06.2020 WO20120005**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2019 E 19801741 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2024 EP 3877647**

54 Título: **Alerón adaptable para una pala de turbina eólica**

30 Prioridad:

13.12.2018 EP 18212375

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

25.03.2025

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY A/S
(100.00%)**

**Borupvej 16
7330 Brande, DK**

72 Inventor/es:

**BLOK, JESPER;
ENEVOLDSEN, PEDER BAY;
FIEDEL, MORITZ;
GIRSCHIG, FLORIAN y
GONZALEZ, ALEJANDRO GOMEZ**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 3 009 069 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

Alerón adaptable para una pala de turbina eólica

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un alerón adaptable para una pala de turbina eólica, se refiere a una pala de rotor de turbina eólica que comprende el alerón, y se refiere además a una turbina eólica que comprende la pala de rotor.

10 Antecedentes de la técnica

La pala de rotor para turbina eólica puede haber instalado un dispositivo de regulación de flujo en su superficie. Un ejemplo de un dispositivo de regulación de flujo de este tipo es un generador de vórtices (VG). La pala del rotor puede comprender además un alerón instalado en la superficie de la pala del rotor. El alerón puede actuar en sintonía con el generador de vórtices y puede influir en el efecto del generador de vórtices dependiendo del estado del alerón. El estado del alerón puede estar relacionado con la altura de la protuberancia y/o el ángulo de inclinación mediante el cual el alerón se extiende o se inclina con respecto a otras partes de la superficie de la pala del rotor. El alerón se puede utilizar para suprimir activamente la función del dispositivo regulador de flujo o para eludir por completo el dispositivo regulador de flujo y provocar una obstrucción aerodinámica local del perfil aerodinámico. En general, puede considerarse que un dispositivo regulador de flujo comprende un dispositivo que sea capaz de mejorar el coeficiente de sustentación de la sección de perfil aerodinámico, por ejemplo, aumentando el nivel de energía de la capa límite de la pala de rotor.

El documento EP 1 623 111 B1 describe una pala de turbina eólica que incluye medios de regulación de sustentación ajustables dispuestos sobre, o en, la superficie de la pala de turbina eólica y que se extienden en la dirección longitudinal de la pala, y medios de activación mediante los cuales los medios de regulación de sustentación pueden ajustarse y alterar, por lo tanto, las propiedades aerodinámicas de la pala. Los medios de regulación de sustentación comprenden uno o más aletas flexibles.

El documento US-8.851.840 B2 describe una pala de turbina eólica que comprende un cuerpo de pala y un dispositivo para modificar la superficie aerodinámica o forma de la pala, en donde un accionador neumático controla la posición y/o el movimiento del dispositivo, en donde se encuentra una cámara de presión situada dentro del cuerpo de la pala. La cámara de presión puede presurizarse, cambiando de este modo el estado del dispositivo, modificando de este modo la superficie aerodinámica o la forma de la pala.

El documento US-5.106.265 A describe una pala de turbina eólica que comprende un alerón accionado neumáticamente movable perpendicular a una corriente de aire.

El documento WO 2018/041420 describe una pala de rotor que comprende un dispositivo aerodinámico para influir en el flujo de aire que fluye desde la sección de borde delantero de la pala de rotor a la sección de borde trasero de la pala de rotor, en donde el dispositivo aerodinámico está montado en una superficie de la pala de rotor y comprende un accionador neumático o hidráulico, tal como una manguera o una cavidad cuyo volumen depende de la presión del fluido que está presente dentro del accionador neumático o hidráulico.

El documento EP2514962 es otro ejemplo de la técnica anterior que describe una pala de rotor que comprende un dispositivo aerodinámico.

Por lo tanto, los alerones convencionales son de construcción compleja y es difícil instalarlos en la pala del rotor. Además, la adaptación de un alerón convencional para adoptar diferentes estados con respecto a la influencia aerodinámica, es difícil de lograr y no da como resultado, en todas las circunstancias y en todas las condiciones, resultados satisfactorios.

Por lo tanto, puede haber una necesidad de un alerón adaptable para una pala de turbina eólica, puede haber una necesidad de una pala de turbina eólica y, además, puede haber una necesidad de una turbina eólica, en donde el alerón adaptable se fabrique fácilmente, tenga una construcción simple, y permita una adaptación precisa y fiable.

Esta necesidad puede ser satisfecha por el objeto según las reivindicaciones independientes. Las realizaciones ventajosas de la presente invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

60 Resumen de la invención

Según la presente invención, se proporciona una pala de turbina eólica según la reivindicación 1, que comprende una superficie aerodinámica de la pala y un alerón adaptable.

El alerón adaptable puede ser adaptable en el sentido de que la superficie con forma de perfil aerodinámico del elemento aerodinámico puede adoptar diferentes posiciones y/u orientaciones y/o inclinaciones y/o formas para influir

en el flujo de aire de una manera diferente. Para la adaptación del estado del alerón adaptable, se pueden proporcionar uno o más accionadores, en particular un recipiente inflable y expansible, como se describirá más adelante con más detalle. El alerón adaptable se instala a través del elemento base, en o cerca de un borde delantero en el lado de succión de la pala del rotor. El alerón adaptable puede configurarse como un alerón segmentado, en donde los múltiples segmentos se puedan instalar o se instalen a lo largo de una dirección longitudinal de la pala del rotor en la pala del rotor.

La superficie con forma de perfil aerodinámico del elemento aerodinámico puede configurarse (por sí sola o en combinación con al menos una parte del elemento base) para desviar el aire dependiendo del estado del alerón adaptable en un grado diferente. El elemento base, así como el elemento aerodinámico, pueden configurarse en varios segmentos que pueden disponerse uno al lado del otro a lo largo de una dirección longitudinal de la pala del rotor. El elemento base puede transportar el elemento aerodinámico de tal manera que el elemento aerodinámico pueda ser movable o giratorio, al menos parcialmente, con respecto al elemento base, de modo que la superficie con forma de perfil aerodinámico pueda configurarse en diferentes estados, tal como la altura/orientación/inclinación de la protuberancia o la forma correspondiente a los diferentes estados del alerón adaptable. El elemento base y el elemento aerodinámico son elementos separados que pueden ensamblarse entre sí. Por ejemplo, mientras el elemento base está conectado o integrado con la pala del rotor, el elemento aerodinámico puede ser intercambiable, por ejemplo, después de dañarse. El elemento aerodinámico puede instalarse fácilmente en un lado de operación de la turbina eólica.

En particular, para fijar (de forma reversible o permanente) el elemento aerodinámico, es posible que no se requieran más artículos o elementos. Por ejemplo, es posible que no se requieran pernos para unir el elemento aerodinámico al elemento base. Además, puede que esencialmente no sea necesaria ninguna herramienta para unir el elemento aerodinámico al elemento base. En particular, se puede proporcionar un mecanismo de enclavamiento o un mecanismo de encaje para unir (de forma reversible o permanente) el elemento base al elemento aerodinámico. De este modo, el elemento aerodinámico puede unirse, por ejemplo, al elemento base, después de que toda la turbina eólica se haya montado en un lado de operación.

El elemento aerodinámico puede unirse (de forma reversible o permanente) al elemento base de manera que al menos una parte del elemento aerodinámico sea deformable, movable o giratoria con respecto al elemento base para permitir adoptar diferentes configuraciones estructurales del elemento aerodinámico, en particular la superficie con forma de perfil aerodinámico correspondiente a los diferentes estados del alerón adaptable. Por ejemplo, el elemento aerodinámico puede, en una región de flexión particular, doblarse al accionar un accionador que esté en contacto con una parte del elemento aerodinámico para dar como resultado una configuración estructural deseada del elemento aerodinámico, en particular la superficie con forma de perfil aerodinámico, correspondiente a un estado deseado del alerón adaptable.

El flujo de aire puede estar relacionado con un flujo de aire cerca de o en la superficie de la pala del rotor que esté destinado a que lo influencie el alerón adaptable, en particular la superficie con forma de perfil aerodinámico del elemento aerodinámico. Principalmente, la superficie con forma de perfil aerodinámico del elemento aerodinámico puede influir en el flujo de aire. Sin embargo, también una (pequeña) parte del elemento base (p. ej., la parte más cercana al borde delantero o a la pala del rotor) puede contribuir a interactuar con el flujo de aire. Según una realización de la presente invención, el elemento base no influye en absoluto en el flujo de aire, el elemento base puede estar esencialmente cubierto por el elemento aerodinámico y/o puede estar embutido o puede estar deprimido con respecto a una superficie circundante de la pala desnuda del rotor.

El alerón adaptable puede comprender uno o más elementos adicionales además del elemento base y el elemento aerodinámico. Por ejemplo, parcialmente entre el elemento base y el elemento aerodinámico se pueden disponer uno o más accionadores. Para lograr un estado diferente del alerón adaptable, no es necesario cambiar la posición y orientación del elemento base con respecto a la superficie de la pala del rotor. Por lo tanto, la adaptabilidad del alerón se puede lograr exclusivamente (p. ej., utilizando un accionador que infle/desinfe un recipiente o bolsa expandible) cambiando la posición y/o la orientación y/o la inclinación y/o la forma de la superficie con forma de perfil aerodinámico del elemento aerodinámico.

El elemento base puede comprender una estructura en forma de placa que está montada o conectada en o integrada con la superficie de la pala del rotor. El elemento base puede montarse, por ejemplo, usando un adhesivo. El adhesivo puede ser hasta cierto punto elástico para permitir cierta deformación de la superficie de la pala del rotor durante el funcionamiento, sin afectar a la resistencia de montaje. El adhesivo puede comprender, por ejemplo, una silicona, un polímero o similar.

El adhesivo puede, por ejemplo, comprender, p. ej., cintas adhesivas sensibles a la presión, un acrílico monocomponeente y/o, por ejemplo, adhesivos de curado por humedad (por ejemplo, a base de silicona) o adhesivos bicomponentes.

El elemento base también puede laminarse con la superficie de la pala del rotor. El elemento base también puede denominarse en lo que sigue placa de interfaz. El elemento base puede estar unido permanentemente a la pala del

rotor. El elemento base puede laminarse en la estructura de la (superficie) pala del rotor, estar pegado, o puede sujetarse mecánicamente, por ejemplo, utilizando uno o más pernos. El elemento base puede instalarse permanentemente, es decir, se espera que permanezca en la pala durante toda su vida útil, aunque puede reemplazarse o repararse si es necesario.

En la parte superior del elemento base, se puede instalar el elemento aerodinámico unible/separable (también denominado elemento de alerón) con un elemento de expansión integrado o separado (por ejemplo, un recipiente inflable y expandible, tal como una bolsa o una manguera). El elemento aerodinámico puede ser independiente o estar separado de un accionador de expansión. El elemento aerodinámico se puede unir al elemento base por medio de un enclavamiento mecánico, por ejemplo. Una ventaja del enclavamiento mecánico puede ser una instalación más rápida durante tanto las etapas de fabricación como las de mantenimiento, así como la capacidad de instalar diferentes tipos de elementos aerodinámicos en el mismo elemento base.

Según una realización de la presente invención, el elemento base se puede unir o se une a la pala del rotor mediante una unión adhesiva durante el proceso de fabricación; alternatively, el elemento base puede estar parcialmente sobrelaminado en determinadas áreas, por ejemplo, con materiales compuestos reforzados con fibras. En otra alternativa, los elementos base pueden unirse a la pala del rotor de manera mecánica, por ejemplo, con el uso de tornillos y/o pasadores y/o pernos compuestos. De este modo, se pueden lograr conexiones seguras entre el elemento base y la pala del rotor.

Según una realización de la presente invención, para unir (p. ej., de forma reversible o permanente) el elemento aerodinámico al elemento base, el elemento aerodinámico y el elemento base comprenden cada uno: al menos una parte de unión, en particular la parte de retención,

en donde la parte de unión del elemento aerodinámico y la parte de unión de la parte de base están configuradas para fijarse entre sí, en particular para acoplarse, además, en particular para enclavarse, entre sí.

Utilizando la parte de unión del elemento aerodinámico y el elemento base, el elemento aerodinámico y el elemento base pueden (p. ej., de forma reversible o permanente) fijarse entre sí. La parte de unión respectiva puede configurarse como una parte integradora del elemento aerodinámico y el elemento base respectivos. Tanto el elemento base como el elemento aerodinámico pueden fabricarse a partir de un material plástico, tal como un material termoendurecible y/o termoplástico.

Las partes de unión respectivas pueden tener una forma, al menos parcialmente, complementaria entre sí, que permita acoplar la parte de unión del elemento aerodinámico a la parte de unión respectiva del elemento base. De este modo, por ejemplo, se puede lograr un enclavamiento, enganche o retención, en particular sin necesidad de ningún elemento adicional, tales como pasadores, pernos o tornillos. Con el fin de acoplarse entre sí, por ejemplo, el elemento aerodinámico puede deformarse ligeramente temporalmente para retenerse o encajar en una fijación mediante las respectivas partes de unión.

Según la presente invención, la parte de unión del elemento aerodinámico y la parte de unión de la parte de base están dispuestas en una región corriente arriba según una dirección del flujo de aire, para permitir la deformación, incluida la flexión hacia arriba (p. ej., alejándose de la pala del rotor), del elemento aerodinámico en una región corriente abajo para adaptar el alerón a los diferentes estados de activación.

Durante el funcionamiento normal de la turbina eólica, el flujo de aire puede fluir desde la región corriente arriba del alerón hasta una región corriente abajo. En particular, la dirección del flujo puede ser sustancial o esencialmente perpendicular a un eje longitudinal de la pala del rotor, en particular, ser paralela a un eje longitudinal del alerón adaptable. La región corriente arriba puede cubrir, por ejemplo, entre el 10 % y el 50 % de la extensión del elemento base en la dirección del flujo de aire. La región corriente arriba del elemento aerodinámico puede comprender, por ejemplo, del 10 % al 40 % de toda la extensión del elemento aerodinámico en la dirección del flujo. De este modo, puede lograrse fácilmente cambiar la forma del elemento aerodinámico en la región corriente abajo para adaptar los diferentes estados del alerón adaptable.

Según una realización de la presente invención, el elemento aerodinámico es flexible y, cuando se une al elemento base, se empuja para presionar hacia el elemento base y/o la superficie de la pala del rotor en una región corriente abajo.

El elemento aerodinámico puede, en particular en una situación en la que un recipiente inflable expansible esté completamente desinflado, presionar con una porción de una parte situada corriente abajo hacia el elemento base y/o la superficie de la pala del rotor. Por ejemplo, un borde trasero del elemento aerodinámico puede presionar sobre la superficie de la pala del rotor. De este modo, se puede adoptar un estado esencialmente inactivo del alerón. Cuanto más se infle el recipiente expansible inflable, más se puede elevar el borde trasero del elemento aerodinámico de la superficie de la pala del rotor, debido a la fuerza de elevación ejercida por el recipiente expansible y expansible, que puede ser mayor que la fuerza de empuje ejercida por el elemento aerodinámico. De este modo, mientras se infla el recipiente expansible, se puede cambiar la forma del elemento aerodinámico que se logra en una región corriente

abajo, lo que implica, en particular, inclinar también hacia arriba al menos una parte en una región corriente abajo de la superficie con forma de perfil aerodinámico del elemento aerodinámico. Cuando el elemento aerodinámico es flexible y se presiona contra la superficie de la pala del rotor en un estado desinflado del recipiente expansible (o, alternativamente, en un estado de desactivación de un accionador), puede que no sea necesario ejercer, por ejemplo, una fuerza sobre el elemento aerodinámico hacia la pala del rotor ejercida, por ejemplo, por el recipiente expansible. De este modo, la construcción puede simplificarse.

Según una realización de la presente invención, para fijar la parte de unión del elemento aerodinámico y la parte de unión del elemento base entre sí, al menos una parte de una parte de unión, en particular la parte de unión del elemento aerodinámico, es elástica y se deforma temporalmente.

De este modo, por ejemplo, se puede emplear cualquier mecanismo de retención o enganche. De este modo, la unión del elemento aerodinámico al elemento base puede simplificarse, en particular, sin implicar ni requerir ningún elemento adicional.

Según una realización de la presente invención, el elemento aerodinámico está reforzado con fibra y/o el elemento aerodinámico comprende un núcleo hecho de material reforzado con fibra, comprendiendo el elemento aerodinámico además un material circundante que encapsula el núcleo.

El elemento aerodinámico puede quedar expuesto al flujo de aire durante el funcionamiento normal de la turbina eólica. Debido a la carga durante el funcionamiento normal, el refuerzo del elemento aerodinámico puede ser ventajoso o necesario para lograr la influencia aerodinámica deseada. Es posible que el núcleo no quede expuesto al flujo de aire, pero puede estar completamente embebido dentro del elemento aerodinámico. El núcleo puede estar hecho de un material relativamente más rígido que el material por el que está compuesto el material circundante.

Según una realización de la presente invención, la parte de unión del elemento aerodinámico y la parte de unión del elemento base se pueden unir entre sí mediante un ajuste por forma, en donde la parte de unión del elemento aerodinámico y/o la parte de unión del elemento base comprenden, en particular, al menos una de: una protuberancia; una punta; un gancho; una lengüeta elástica; una púa.

El ajuste por forma puede proporcionar una fijación segura y fiable. En particular, las estructuras complementarias de la parte de unión del elemento aerodinámico y la parte de unión del elemento base pueden ponerse en contacto entre sí, y pueden interactuar entre sí para lograr una fijación. Para fijar el elemento aerodinámico al elemento base, el elemento aerodinámico se puede colocar sobre el elemento base y se puede desplazar sustancialmente en una dirección opuesta a la dirección del flujo del aire durante el funcionamiento normal. Mientras se desplaza el elemento aerodinámico, se puede ejercer una fuerza de presión hacia el elemento base para, por ejemplo, disponer una punta o protuberancia o una o más puntas o protuberancias del elemento de perfil aerodinámico por debajo de una o más protuberancias del elemento base.

La fuerza de presión puede ejercerse contra una fuerza de resorte, por ejemplo ejercida por una lengüeta elástica. La fuerza elástica ejercida por la lengüeta elástica puede actuar, por ejemplo, cuando el elemento aerodinámico se una al elemento base para presionar las respectivas puntas o protuberancias del elemento aerodinámico contra las respectivas protuberancias o puntas del elemento base. Además, un extremo de la lengüeta elástica puede, por ejemplo, encajar junto a una protuberancia del elemento base, impidiendo así que el elemento aerodinámico retroceda debido al contacto de las respectivas puntas del elemento base. De este modo, puede impedirse la liberación involuntaria del elemento aerodinámico del elemento base.

Según una realización de la presente invención, la parte de unión del elemento aerodinámico y/o la parte de unión del elemento base, en particular todo el elemento aerodinámico y/o todo el elemento base, tienen una forma de sección transversal que no cambia a lo largo de la dirección transversal (longitudinal) de la pala del rotor, por lo que se puede fabricar, en particular, mediante un proceso de extrusión. De este modo, se puede simplificar la fabricación y se pueden reducir los costes.

Según una realización de la presente invención, el alerón comprende además, al menos un pasador, en donde la parte de unión del elemento aerodinámico, la parte de unión del elemento base y el pasador forman una bisagra mediante la cual el elemento aerodinámico y el elemento base se conectan de forma giratoria entre sí, orientándose un eje de rotación sustancialmente a lo largo de la dirección longitudinal de la pala del rotor.

De este modo, una bisagra puede permitir de manera sencilla disponer el elemento aerodinámico en diferentes ángulos de inclinación para lograr diferentes estados del alerón adaptable. Tanto la parte de unión del elemento aerodinámico como la parte de unión del elemento base, pueden comprender dientes y ranuras que pueden interdigitarse entre sí. La bisagra o el pasador pueden orientarse sustancialmente de forma perpendicular a la dirección del flujo de aire durante el funcionamiento normal. De este modo, la desviación del aire en diferentes grados alejándose de la superficie de la pala del rotor, puede lograrse inclinando el elemento aerodinámico con respecto al elemento base en diferentes ángulos mediante la rotación alrededor de un eje de bisagra definido por el pasador.

Según una realización de la presente invención, como máximo una parte corriente arriba del elemento base ha de estar expuesta al flujo de aire, y/o una parte corriente abajo del elemento base está cubierta sustancialmente por el elemento aerodinámico, y/o el elemento base está parcial o completamente sumergido por debajo de una superficie aerodinámica circundante de la pala del rotor.

El elemento base puede fabricarse, por ejemplo, a partir de un material relativamente rugoso o puede comprender una superficie rugosa, no lisa, simplificando así la fabricación. Sin embargo, la superficie con forma de perfil aerodinámico del elemento aerodinámico puede tener una superficie lisa y uniforme o brillante para interactuar deliberadamente con el flujo de aire, y desviar el flujo de aire de la manera deseada. El elemento base puede estar ligeramente o completamente sumergido en la superficie de la pala del rotor y, por ejemplo, puede estar al ras o casi al ras de la superficie circundante de la pala del rotor. De este modo, se puede reducir, o incluso evitar, la resistencia aerodinámica debida al elemento base.

En particular, al menos en una región corriente abajo, entre el elemento base y el elemento aerodinámico, en particular en un estado completamente retraído del alerón adaptable, se puede proporcionar espacio para un accionador, tal como un recipiente expandible inflable. En particular, se puede formar una cámara entre el elemento base y el elemento aerodinámico que proporcione espacio para la colocación de un elemento expansor que pueda funcionar como un accionador para el alerón.

Según una realización de la presente invención, el alerón comprende además, un recipiente inflable y expandible (p. ej., una bolsa, una manguera) dispuesto en una región corriente abajo, al menos parcialmente entre el elemento base y el elemento aerodinámico, y configurado para expandirse a un nivel diferente para cambiar la posición y/u orientación y/o la forma de al menos una parte de la superficie en forma de perfil aerodinámico del elemento aerodinámico (al inflarse o desinflarse), (p. ej., tocando el elemento aerodinámico en una superficie posterior).

El recipiente inflable y expansible puede actuar, en particular junto con un sistema hidráulico y/o neumático, como un accionador para colocar el alerón en diferentes estados con respecto a una propiedad de influencia aerodinámica. El recipiente puede inflarse, por ejemplo, con aire o un gas inerte, expandiendo así el recipiente, lo que a su vez resulta en un cambio de la orientación y/o posición y/o inclinación y/o forma de al menos una parte de la superficie con forma de perfil aerodinámico del elemento aerodinámico. De este modo, se puede lograr de manera sencilla la adaptación del alerón en diferentes estados. El recipiente inflable y expansible puede estar hecho, por ejemplo, de un material flexible deformable, tal como caucho o similar.

Según una realización de la presente invención, en donde el elemento base comprende una parte de acoplamiento en una región corriente abajo que se puede acoplar con la parte de acoplamiento del dispositivo expansible para fijar el recipiente al elemento base. Utilizando la parte de acoplamiento del recipiente y la parte de acoplamiento del elemento base, el recipiente inflable y expansible puede fijarse a la placa base o al elemento base. En particular, el recipiente expansible se puede unir al elemento base por medio de un sistema de enclavamiento. La parte de acoplamiento del recipiente puede estar formada de manera integral. Así, por ejemplo, la parte de acoplamiento del recipiente puede estar formada por el mismo material que las paredes del recipiente que definen un lumen interior en el que se puede llenar el fluido para inflar el recipiente.

Según incluso otras realizaciones, el recipiente expansible puede comprender una parte de acoplamiento adicional que puede acoplarse con una parte de acoplamiento adicional del elemento aerodinámico (en particular, en una superficie posterior de la superficie con forma de perfil aerodinámico del elemento aerodinámico). De este modo, el elemento aerodinámico puede retraerse mediante una fuerza de tracción ejercida por el recipiente expansible inflable cuando el recipiente esté desinflado. Esta realización puede emplearse en particular cuando se utilice o emplee un mecanismo de bisagra para conectar el elemento aerodinámico con el elemento base.

Según las realizaciones de la presente invención, los elementos del alerón, es decir, el elemento base y/o el elemento aerodinámico, se fabrican en piezas cortas individuales de longitud preferiblemente entre 20 cm y 150 cm, lo más preferiblemente entre 30 cm y 70 cm. Cada uno de los elementos del alerón puede comprender las características descritas anteriormente para el alerón adaptable, es decir, las descritas para el elemento base y el elemento aerodinámico. Según una realización de la presente invención, los elementos del alerón se fuerzan hacia el elemento base aplicando una fuerza determinada sobre ellos, lo que hace que los puntos de unión se enclaven entre sí.

El elemento aerodinámico puede estar ranurado sobre o hacia el elemento base, y puede mantenerse en su lugar mediante uno o más elementos de enclavamiento comprendidos en las respectivas partes de unión.

Según una realización de la presente invención, el elemento aerodinámico está configurado de tal manera que, al inflar el recipiente: la posición y/o la orientación y/o la forma de una parte corriente abajo de la superficie con forma de perfil aerodinámico del elemento aerodinámico cambien, mientras que la posición y/o la orientación y/o la forma de una parte corriente arriba de la superficie con forma de perfil aerodinámico del elemento aerodinámico permanezcan sustancialmente sin cambios. De este modo, en particular entre una región corriente arriba y una región corriente abajo del elemento aerodinámico, el elemento aerodinámico puede doblarse, en particular doblarse alejándose de la superficie de la pala del rotor mientras se infla el recipiente inflable expandible.

Según la presente invención, se proporciona una pala de rotor de turbina eólica, que comprende: una superficie aerodinámica de la pala; y un alerón según una de las realizaciones anteriores, en donde el elemento base esté laminado y/o esté pegado y/o fijado mecánicamente a la superficie aerodinámica de la pala.

Además, se proporciona una turbina eólica que comprende un rotor y al menos una pala de rotor de turbina eólica según la realización anterior.

Los aspectos definidos anteriormente y otros aspectos de la presente invención se infieren de los ejemplos de realización que se describirán a continuación y se explican con referencia a los ejemplos de realización. La invención se describirá con más detalle a continuación en la memoria haciendo referencia a ejemplos de realización, no estando la invención limitada a los mismos.

Breve descripción de los dibujos

Las Figuras 1, 2 y 3 ilustran esquemáticamente un alerón adaptable en un estado desensamblado, en una vista parcial, o en un estado ensamblado según una realización de la presente invención;

las Figuras 4 a 6 ilustran esquemáticamente un alerón adaptable en una vista lateral seccional esquemática en un estado ensamblado y vistas parciales según una realización de la presente invención;

las Figuras 7 a 9 ilustran esquemáticamente un alerón adaptable según una realización de la presente invención en un estado ensamblado o vistas parciales;

las Figuras 10 a 12 esquemáticamente en una vista en perspectiva ilustran un alerón adaptable según una realización de la presente invención y una vista lateral en sección en un estado ensamblado;

las Figuras 13 a 15 esquemáticamente en una vista lateral en sección ilustran un alerón adaptable según una realización de la presente invención o vistas en perspectiva de partes de las Figuras 14 y 15;

las Figuras 16, 17 y 18 esquemáticamente en vistas en perspectiva ilustran partes de unión comprendidas en un alerón adaptable según una realización de la presente invención.

Descripción detallada

Los elementos similares en estructura y/o función, se etiquetan en los dibujos con signos de referencia que solo difieren en el primer dígito. La descripción de un elemento que no se describe en particular o en detalle con referencia a una realización, puede tomarse de la descripción del elemento respectivo de otra realización.

El alerón adaptable 100, tal como se ilustra esquemáticamente en la Figura 1 a lo largo de un eje longitudinal 101 de una pala 103 de rotor en una vista lateral en sección, comprende un elemento base 105 que está adaptado para conectarse o integrarse con una superficie 107 de pala de rotor de la pala 103 de rotor, que se ilustra parcialmente en la Figura 1. El alerón adaptable 100 comprende además un elemento aerodinámico 109 que se puede unir (p. ej., de forma reversible o permanente) a la estructura base 105 (por ejemplo, se ilustra en la Figura 3) y que tiene una superficie 111 con forma de perfil aerodinámico para exponerse a un flujo 113 de aire durante el funcionamiento de una turbina eólica.

El elemento aerodinámico 109 comprende un núcleo encapsulado 110 que proporciona refuerzo.

La pala 103 del rotor tiene un eje longitudinal 101 que es sustancialmente perpendicular a la dirección 113 del flujo del aire durante el funcionamiento de la turbina eólica. El elemento base 105 comprende al menos una parte 115 de unión, y también el elemento aerodinámico 109 comprende al menos una parte 117 de unión. De este modo, las partes 115 y 117 de unión del elemento base 105 y el elemento aerodinámico 109 se pueden acoplar entre sí, como se ilustra, por ejemplo, en la Figura 3.

Como puede deducirse de la Figura 1, la parte 115 de unión del elemento base 105 está dispuesta en una región corriente arriba 119 del elemento base 105, en particular en una región entre el 5 % y el 50 % de toda la extensión del elemento base a lo largo de la dirección 113 de flujo. Además, la región 117 de unión del elemento aerodinámico 109 también está dispuesta dentro de una región corriente arriba 121 del elemento aerodinámico 109, en particular en una región entre el 0 % y el 50 % de una extensión completa del elemento aerodinámico.

La Figura 1 ilustra un estado desensamblado, en el que el elemento aerodinámico 109 no está unido al elemento base 105. Como puede apreciarse en la Figura 1, el elemento aerodinámico 109 está doblado previamente de manera que, al unir el elemento aerodinámico 109 al elemento base 105 (como se ilustra en la Figura 3), el borde trasero 123 del elemento aerodinámico 109 presiona sobre la superficie 107 de la pala 103 del rotor. Por lo tanto, el elemento

aerodinámico 109 presiona en una región corriente abajo 125 hacia la superficie de la pala 107 del rotor o, en otras realizaciones, hacia el elemento base 105.

A continuación, se hace referencia a una dirección 113 en el sentido de la cuerda, que es una dirección que apunta desde el borde delantero hacia el borde trasero de la pala del rotor. Durante el funcionamiento normal, la dirección 113 en el sentido de la cuerda es a lo largo de una dirección del flujo de aire. A continuación, se pretende que la dirección del flujo de aire sea igual a la dirección de la cuerda.

La parte 115 de unión del elemento base 105 comprende, en la realización ilustrada, dos puntas 127, 129 que están separadas en la dirección de la cuerda o en la dirección 113 del flujo de aire y que apuntan según la dirección 113 del flujo corriente abajo. Además, la parte 117 de unión del elemento aerodinámico 109 comprende dos puntas 131 y 133 que también están separadas en la dirección 113 del flujo, pero que apuntan hacia arriba. Cuando el elemento aerodinámico 109 está unido al elemento base 105 (véase la Figura 3), las puntas 131, 133 de la región 117 de unión del elemento aerodinámico 109 se acoplan por debajo de las puntas 127, 129 del elemento base 105. Además, una lengüeta elástica 137 de la región 117 de unión del elemento aerodinámico 109 se dobla en el estado ensamblado y entra en contacto con una protuberancia 139 comprendida en la parte 115 de unión del elemento base.

El alerón adaptable 100 ilustrado en las Figuras 1, 2 y 3 comprende además, un recipiente 141 inflable y expansible, por ejemplo, configurado como una bolsa o una manguera, y hecho de material elástico deformable. El recipiente se ilustra en la Figura 1 en un estado desensamblado y desinflado, y en la Figura 3 en un estado ensamblado. El recipiente expansible 141 comprende un lumen 143 que se puede llenar con un fluido, tal como aire. Llenar el lumen 143 del recipiente 141 de manera diferente expandirá el recipiente 141 en un grado diferente, tocando y empujando así una superficie trasera 145 del elemento aerodinámico 109 para flexionar hacia arriba la superficie 111 con forma de perfil aerodinámico del elemento aerodinámico, logrando así diferentes estados del alerón adaptable 100.

El recipiente 141 se puede fijar en o al elemento base 105. Por lo tanto, el recipiente 141 comprende una parte 147 de acoplamiento y el elemento base comprende una parte 149 de acoplamiento respectiva, en particular en una región corriente abajo 151 del elemento base 105. Las partes 147 y 149 de acoplamiento del recipiente 141 y del elemento base 105, respectivamente, se pueden acoplar entre sí. En particular, la parte 147 de acoplamiento del recipiente también comprende puntas que se retienen o se enganchan por debajo de las puntas de la parte 149 de acoplamiento del elemento base.

La Figura 2 ilustra esquemáticamente con más detalle una parte del elemento aerodinámico 109 que muestra la región 117 de unión.

Cuando el recipiente inflable 141 se infla en un grado diferente, se logra un estado esbozado en líneas discontinuas en la Figura 3. En particular, el recipiente está ahora etiquetado con el signo de referencia 141' y la superficie con forma de perfil aerodinámico del elemento aerodinámico 109 está etiquetada con el signo de referencia 111'. Se puede observar en la Figura 3 que la posición y/u orientación y/o forma de la parte corriente abajo 125 del elemento aerodinámico 109 cambia, mientras que la posición y/u orientación y/o forma del elemento aerodinámico 109 permanece sustancialmente inalterada en la región corriente arriba 121.

Como puede verse en la Figura 1, la superficie de la pala del rotor tiene en la región del elemento base 105 adjunto una ligera depresión, tal como se indica con Δ. Por lo tanto, el elemento base 105 está ligeramente sumergido en la pala 103 del rotor.

Las Figuras 4 a 6 ilustran en una vista lateral en sección un alerón adaptable 200 según otra realización de la presente invención, en donde las Figuras 5 y 6 ilustran vistas parciales. De manera similar a la realización del alerón adaptable 100 ilustrada en las Figuras 1, 2 y 3, el elemento base 215 del alerón 200 también comprende una parte 215 de unión en una región corriente arriba 219. De este modo, la parte 215 de unión comprende protuberancias 227, 229 en forma de gancho que se acoplan con una parte 217 de unión del elemento aerodinámico 209 que tiene la superficie 211 con forma de perfil aerodinámico. De este modo, la parte 217 de unión comprende una punta frontal 231 que apunta hacia abajo y una punta adicional 235 (o gancho) que apunta hacia arriba. Por el contrario, la punta 227 del elemento base 205 apunta hacia arriba y se acopla con la punta 231 dirigida hacia abajo del elemento aerodinámico 209. La punta o gancho 229, dirigido hacia abajo, del elemento base 205 se acopla con la punta 235 que apunta hacia arriba del elemento aerodinámico 299.

Además, el alerón adaptable 200 comprende un recipiente 241 inflable y expansible entre una parte corriente abajo 225 del elemento base 205 y el elemento aerodinámico 209 (véase la Figura 6). Además, el recipiente 241 se une mediante una parte 247 de acoplamiento a través de una parte 249 de acoplamiento al elemento base 205 en la región corriente abajo 225. Sin embargo, además de la realización del alerón 100 ilustrada en las Figuras 1 a 3, el elemento aerodinámico 209 comprende también una parte 253 de acoplamiento que se acopla con otra parte 255 de acoplamiento del recipiente 241. En particular, las partes 247, 255 de acoplamiento del elemento base 205 y del elemento aerodinámico 209, respectivamente, están configuradas como cavidades en las que se insertan las protuberancias de las respectivas partes de acoplamiento del recipiente 241, sujetándose así mediante un mecanismo

de retención o enclavamiento. Para insertar las protuberancias 255, 247 del recipiente 241 en las cavidades 249, 253, se pueden formar ligeramente las protuberancias 255, 247 que tienen una parte de cabeza extendida.

El elemento base 205 ilustrado en las Figuras 4 y 5 está ligeramente sumergido en una cantidad Δ en la pala 203 del rotor.

Las Figuras 7, 8 y 9 ilustran otro alerón adaptable 300 según una realización de la presente invención, en donde las Figuras 8 y 9 ilustran vistas parciales. Si bien los elementos base 105, 205 ilustrados en las Figuras 1, 4 y 5 están sumergidos en toda su longitud, la mayor parte del elemento base 305 del alerón adaptable 300 ilustrado en las Figuras 7, 8 y 9 está dispuesto en la superficie de la pala del rotor sin cambios y sin depresión en toda la extensión del elemento base 305. Sin embargo, hay una depresión de la superficie de la pala del rotor en una región 357 corriente abajo en la que la depresión equivale a un valor Δ . Fuera de la región 357 corriente abajo no hay ninguna depresión de la superficie 307 de la pala del rotor. La depresión Δ permite acompañar al recipiente 341 inflable expandible, que puede configurarse de manera similar al recipiente 241 del alerón adaptable 200 ilustrado en las Figuras 4, 5 y 6. Además, la parte 315 de unión del elemento base 305 comprende una punta 327 que apunta hacia arriba, que se acopla con una punta 331 que apunta hacia abajo del elemento aerodinámico 309. Además, el elemento base 305 comprende una punta 329 dirigida hacia abajo que se acopla con una punta 335 dirigida hacia arriba del elemento aerodinámico 305. En la región 357 de la depresión de la pala del rotor, el elemento base 305 está sumergido en la pala del rotor.

Las Figuras 10, 11 y 12 ilustran un alerón adaptable 400 según una realización de la presente invención. Un elemento aerodinámico 409 se puede unir a un elemento base 405 mediante un mecanismo 465 de bisagra que forma la parte de unión respectiva. Tanto el elemento base como el elemento aerodinámico 405, 409 comprenden un orificio pasante 459, 461 a través del cual se puede insertar un pasador 463 para establecer la bisagra 465 (véanse las Figuras 11 y 12). El pasador 463 y los orificios pasantes 459, 461 están orientados sustancialmente a lo largo del eje longitudinal 401 de una pala de rotor en la que está montado el alerón adaptable 400. Por lo tanto, en el alerón adaptable 400 ilustrado en las Figuras 10, 11 y 12, las partes 417 y 415 de unión del elemento aerodinámico 409 y el elemento base 405, respectivamente, están formadas por las partes que tienen los orificios pasantes 459, 461, respectivamente.

La región corriente abajo del elemento base 405, así como el elemento aerodinámico 409, tienen similitudes con las del alerón adaptable 300 ilustrado, por ejemplo, en detalle en la Figura 9. Mientras que la Figura 11 ilustra el alerón mientras el recipiente 441 está desinflado, la Figura 12 ilustra la situación en la que el recipiente 441 se infla de manera que la superficie 411 en forma de perfil aerodinámico del elemento aerodinámico 409 se inclina hacia arriba alejándose de la superficie 407 de la pala del rotor, estableciendo así el alerón adaptable 400 en un estado de activación particular.

Las Figuras 13, 14 y 15 ilustran esquemáticamente un alerón adaptable 500 según otra realización, mientras que en la Figura 14 se ilustra el elemento base 505, y en la Figura 15 solo se ilustra el elemento aerodinámico 509. La parte 515 de unión del elemento base 505 comprende orificios 567 y bordes de guía no ilustrados en detalle. Las protuberancias de soporte elásticas o puntas 569 de retención comprendidas en el elemento aerodinámico 509, representan la parte 517 de unión respectiva del elemento aerodinámico 509. Estas puntas 569 sujetadas elásticamente se deslizarán dentro de las aberturas 567 para unir (de forma reversible o permanente) el elemento aerodinámico 509 con el elemento base 505.

Las Figuras 16, 17 y 18 ilustran otras variantes o realizaciones de partes de unión de, por un lado, el elemento base 605 y, por otro lado, el elemento aerodinámico 609 que puede estar comprendido en el alerón adaptable según las realizaciones de la presente invención. En las realizaciones ilustradas, el elemento base 605 tiene como parte 615 de unión unas puntas dirigidas hacia abajo que se acoplan con unas puntas 631, 635 dirigidas hacia arriba del elemento aerodinámico 609. Mientras que las Figuras 16 y 17 ilustran una lengüeta elástica 637, cuyo extremo está enclavado con una protuberancia 639 en el o del elemento base 605, en la Figura 18 una parte frontal 671 del elemento aerodinámico 609 se enclava con una parte frontal 673 del elemento base para evitar liberar el elemento aerodinámico deslizándolo en una dirección corriente abajo.

Las realizaciones de la presente invención pueden proporcionar varios beneficios:

- instalación sencilla y rápida
- reparación/intercambio/mantenimiento de componentes de forma sencilla y rápida
- fabricación sencilla
- aumento del nivel de arrastre cuando se desee,
- control rápido de potencia,
- mayor libertad para el control de las fuerzas aerodinámicas en las palas.

Las realizaciones se pueden aplicar a al menos uno de los siguientes:

- reducción selectiva de la carga en diferentes posiciones a lo largo de la dirección de la envergadura a diferentes velocidades del viento,
- aumento de la amortiguación aerodinámica a altas velocidades del viento o cuando sea necesario
- reducción de la carga aerodinámica en situaciones de exceso de velocidad,
- reducción de la carga aerodinámica durante el ralentí,
- reducción de la carga aerodinámica durante los eventos de parada manual, de emergencia o normal,
- reducción de la actividad de paso mediante una combinación de paso y activación del dispositivo regulador de flujo,
- activación del alerón en combinación con un control de paso individual.

Hay varias activaciones posibles:

- activación en función de la velocidad del rotor de la turbina
- activación lenta (por ejemplo, dependiendo únicamente de la velocidad del viento),
- activación rápida (por ejemplo, 1P o 3P para una combinación con IPC)
- activación de encendido/apagado (por ejemplo, para eventos de exceso de velocidad, eventos de parada, eventos con turbulencias extremadamente altas),
- activación persistente (por ejemplo, al ralentí),
- activación independiente de diferentes secciones del alerón en la pala
- activación independiente de diferentes secciones del alerón en la pala para mantener la velocidad del rotor en el nivel nominal

Entre las posibles características del sistema de suministro de presión se incluyen las siguientes:

- activación por medio de un fluido presurizado, en particular aire presurizado, aire seco presurizado o cualquier otro gas, tal como gases inertes (p. ej., nitrógeno o helio)
- bajo volumen de aire requerido (conseguido, por ejemplo, controlando un cambio de forma en la cámara presurizada, en lugar de una expansión de la cámara),
- depósitos presurizados cerca de los puntos de activación (para una respuesta rápida y una reducción de los requisitos de energía del sistema de suministro). Esto se puede hacer, por ejemplo, colocando tubos de mayor diámetro en el interior de la pala, cerca de los puntos de suministro de presión,
- conexión simultánea a cámaras de presión y vacío para aumentar la velocidad de respuesta,
- flujo constante a través de una válvula de purga para evitar la acumulación de humedad, suciedad, aceite de compresión, etc.
- uso de aire precalentado en caso de que la formación de hielo pueda ser un problema,
- activación independiente de diferentes segmentos radiales,
- uso de válvulas de control en determinadas estaciones para evitar/permitir el flujo de aire presurizado desde una posición radial a otra posición radial,
- uso de válvulas neumáticas activadas neumáticamente (para evitar señales eléctricas),
- uso de la presión de estancamiento en alguna estación radial como entrada a las válvulas de control neumáticas,

- uso de la posición de paso como entrada para las válvulas de control neumáticas (por ejemplo, el archivo de la posición de paso alto abre las válvulas y, por lo tanto, activa el alerón),
- 5 • uso de la velocidad del rotor como entrada para las válvulas de control neumáticas (por ejemplo, una velocidad alta del rotor puede provocar la apertura de las válvulas y, por lo tanto, la activación del alerón),
- uso del nivel de turbulencia como entrada a las válvulas de control neumáticas.
- 10 En el deflector de flujo puede que no haya necesidad de un componente eléctrico o mecánico.
- Según las realizaciones de la presente invención, se proporcionan las siguientes características que pueden aplicarse a todas las realizaciones descritas anteriormente, solas o en combinación:
- 15 La forma del recipiente puede optimizarse para reducir la distancia de fricción con el elemento aerodinámico. Por lo tanto, el recipiente puede ser normalmente asimétrico;
- El pie del recipiente también puede ser asimétrico para impedir el montaje en la dirección equivocada;
- 20 Se pueden añadir tiras de baja fricción en el elemento aerodinámico y/o el recipiente en ubicaciones específicas para reducir el desgaste. El elemento base puede producirse como un elemento para garantizar un posicionamiento relativo uniforme entre el elemento aerodinámico y el recipiente o, a la inversa, como dos elementos para permitir un posicionamiento relativo diferente y, por lo tanto, diferentes alturas de elevación para el mismo recipiente y/o elemento aerodinámico;
- 25 el recipiente puede integrar un elemento elástico, por ejemplo, reforzado con fibras, para ayudar a desinflarse.

REIVINDICACIONES

1. Pala de rotor de turbina eólica, que comprende:

5 una superficie (107) aerodinámica de la pala; y
un alerón adaptable (100), que comprende:

10 un elemento base (105) conectado o integrado con la pala (103) del rotor en o cerca de un
borde frontal en un lado de succión;
un elemento aerodinámico (109) que se puede unir al elemento base (105) y que tiene una
superficie (111) con forma de perfil aerodinámico para exponerse a un flujo (113) de aire,
en donde para unir el elemento aerodinámico (109) al elemento base (105), el elemento
aerodinámico y el elemento base comprenden cada uno:

15 al menos una parte (115, 117) de unión, en
particular, una parte de retención;
en donde la parte (117) de unión del elemento aerodinámico (109) y la parte (115)
de unión del elemento base (105) están configuradas para fijarse entre sí,
20 en donde la parte (117) de unión del elemento aerodinámico (109) y la parte (115)
de unión del elemento base (105) están dispuestas en una región corriente arriba
(119, 121) según una dirección (113) en el sentido de la cuerda, para permitir la
deformación, incluida la flexión hacia arriba alejándose de la pala, del elemento
aerodinámico (109) en una región corriente abajo (125) para adaptar el alerón a
25 diferentes estados de activación, en donde el elemento base (105) se lamina y/o
se pega y/o se sujeta mecánicamente a la superficie aerodinámica de la pala.

2. Pala de rotor según la reivindicación anterior, en donde la parte (117) de unión del elemento aerodinámico
(109) y la parte (115) de unión del elemento base (105) están configuradas para acoplarse, en particular para
30 enclavarse, entre sí.

3. Pala de rotor según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el elemento aerodinámico (109) es
flexible y, cuando se une al elemento base (105), se empuja para presionar hacia el elemento base y/o la
superficie de la pala del rotor en una región corriente abajo (125).

35 4. Pala de rotor según una de las reivindicaciones anteriores, en donde para fijar la parte (117) de unión del
elemento aerodinámico (109) y la parte (115) de unión del elemento base (105) entre sí, al menos una parte
(137) de una parte (115, 117) de unión, en particular la parte (117) de unión del elemento aerodinámico (109),
es elástica y se deforma temporalmente.

40 5. Pala de rotor según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el elemento aerodinámico (105) está
reforzado con fibra, y/o en donde el elemento aerodinámico comprende un núcleo (110) hecho de material
reforzado con fibra, comprendiendo además el elemento aerodinámico un material circundante que encapsula
el núcleo.

45 6. Pala de rotor según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la parte (117) de unión del elemento
aerodinámico (109) y la parte (115) de unión del elemento base (105) se pueden unir entre sí mediante un
ajuste por forma,

50 en donde la parte de unión del elemento aerodinámico y/o la parte de unión del elemento base comprenden,
en particular, al menos uno de:

55 una protuberancia (139);
una punta (127, 129, 31, 133);
un gancho (331, 327);
una lengüeta elástica (137);
una púa (331, 327).

60 7. Pala de rotor según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la parte (117) de unión del elemento
aerodinámico (109) y/o la parte (115) de unión del elemento base (105), en particular todo el elemento
aerodinámico y/o todo el elemento base, tienen una forma de sección transversal que no cambia a lo largo
de la dirección transversal (101) de la pala (103) de rotor, por lo que se puede fabricar mediante un proceso
de extrusión.

65 8. Pala de rotor según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:

al menos un pasador (463),

en donde la parte de unión del elemento aerodinámico, la parte de unión del elemento base y el pasador forman una bisagra (465) mediante la cual el elemento aerodinámico y el elemento base se conectan de forma giratoria entre sí, orientándose un eje de rotación sustancialmente a lo largo de la dirección longitudinal (401) de la pala del rotor.

- 5 9. Pala de rotor según una de las reivindicaciones anteriores,
en donde, como máximo, una parte corriente arriba del elemento base ha de quedar expuesta al flujo de aire,
y/o
10 en donde una parte corriente abajo (125) del elemento base está sustancialmente cubierta por el elemento
aerodinámico (109), y/o
en donde el elemento base (105) está parcial o completamente sumergido (Δ) por debajo de una superficie
(103) aerodinámica circundante de la pala del rotor.
- 15 10. Pala de rotor según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:
un recipiente (141) inflable y expandible dispuesto en una región corriente abajo (125), al menos parcialmente
entre el elemento base (105) y el elemento aerodinámico (109), y configurado para expandirse a un nivel
diferente para cambiar la posición y/u orientación y/o forma de al menos una parte de la superficie (111) con
forma de perfil aerodinámico del elemento aerodinámico (109).
- 20 11. Pala de rotor según la reivindicación anterior, en donde el recipiente (141) comprende una parte (147) de
acoplamiento, en donde el elemento base (105) comprende una parte (149) de acoplamiento en una región
corriente abajo (151) que se puede acoplar con la parte de acoplamiento del dispositivo expansible para fijar
el recipiente en el elemento base.
- 25 12. Pala de rotor según una de las dos reivindicaciones anteriores, en donde el elemento aerodinámico (105)
está configurado de tal manera que, al inflar el recipiente:
30 cambia una posición y/o una orientación y/o una forma de una parte corriente abajo (125) de la
superficie (111) con forma de perfil aerodinámico del elemento aerodinámico (109),
mientras que la posición y/o la orientación y/o la forma de una parte corriente arriba (121) de la
superficie (111) con forma de perfil aerodinámico del elemento aerodinámico permanecen
sustancialmente sin cambios.
- 35 13. Una turbina eólica, que comprende:
un rotor; y
al menos una pala de rotor de turbina eólica según las reivindicaciones anteriores montada en el
rotor.

Figura 1

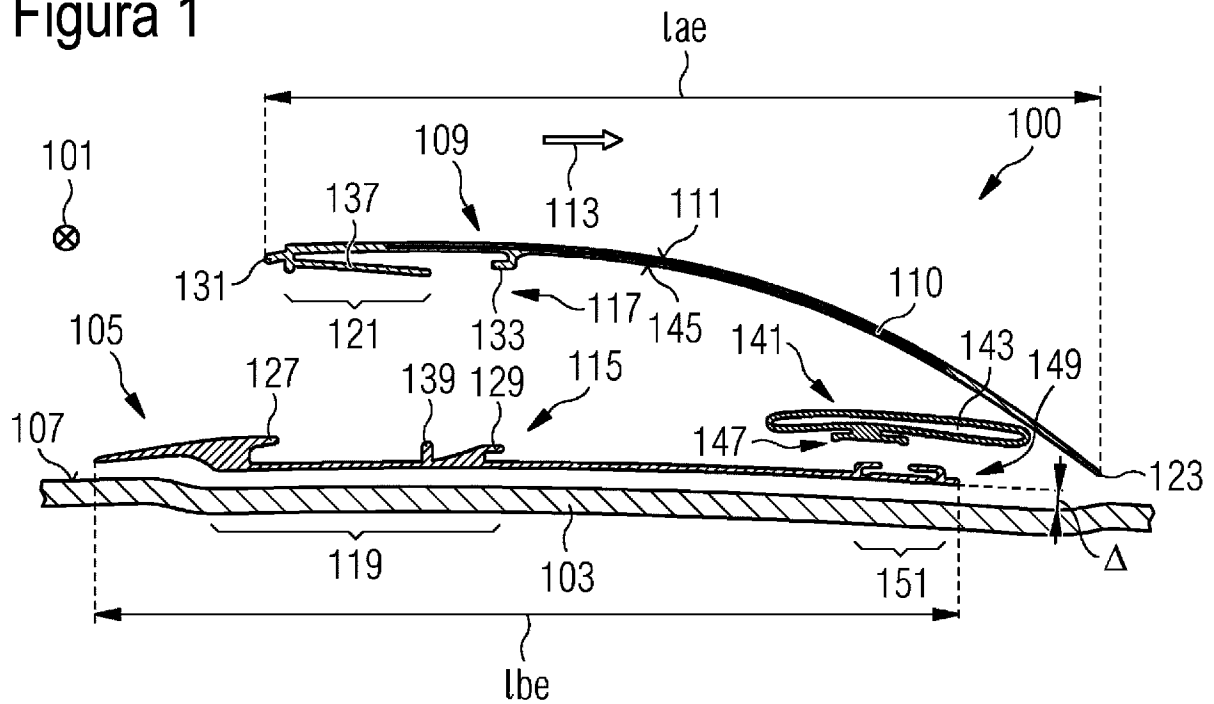


Figura 2

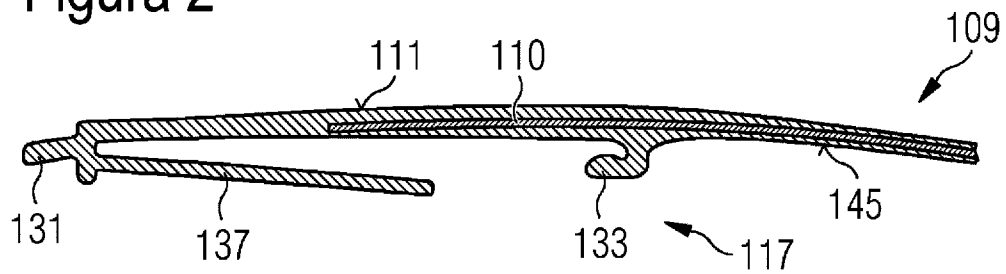


Figura 3

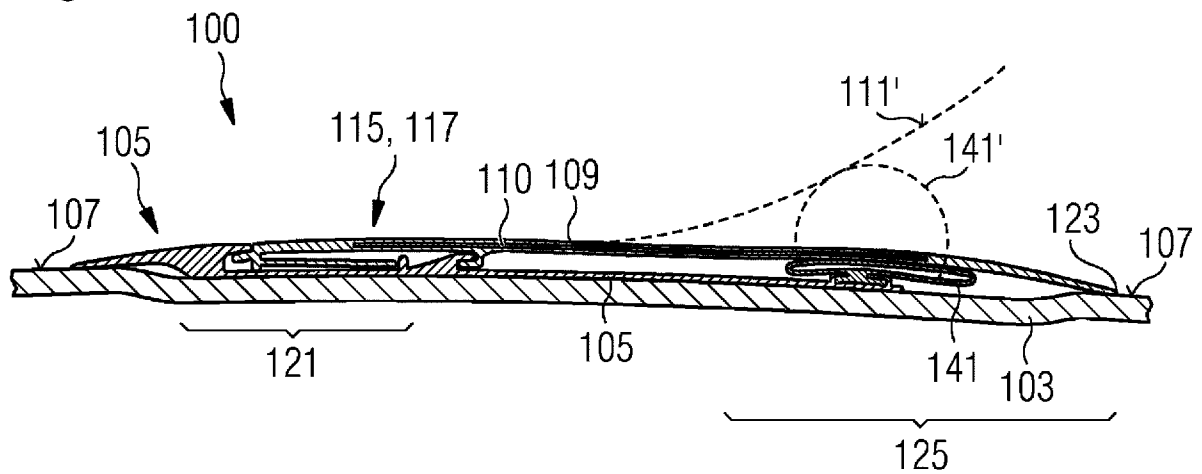


Figura 4

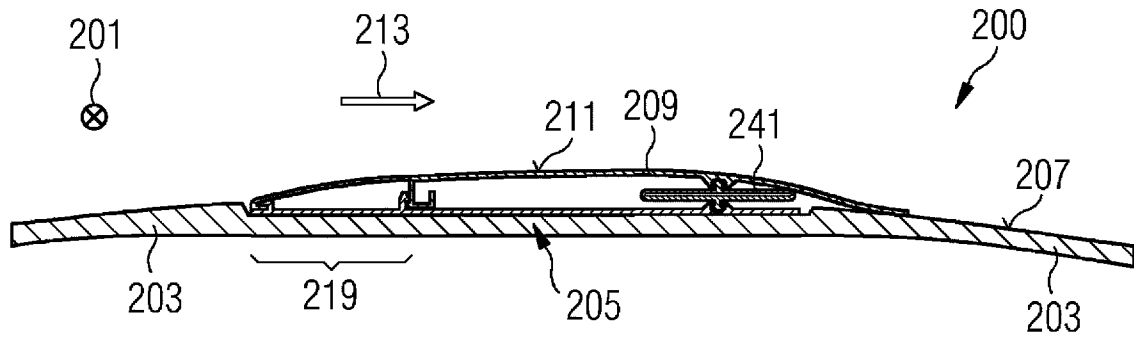


Figura 5

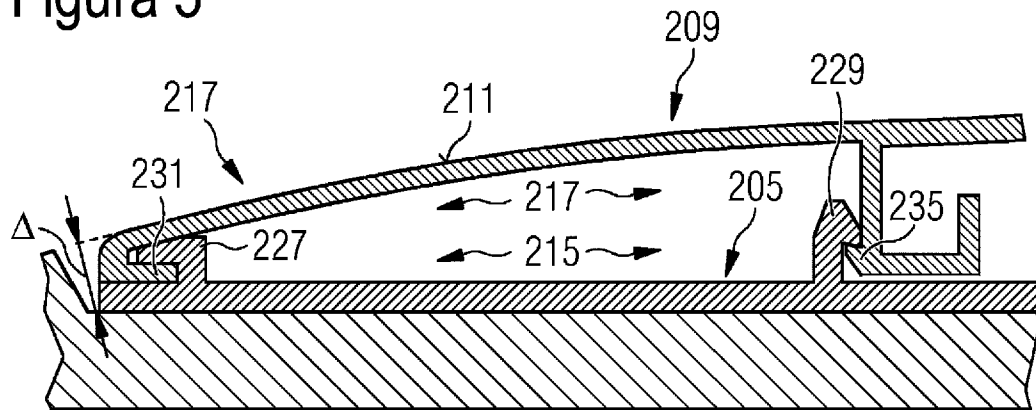


Figura 6

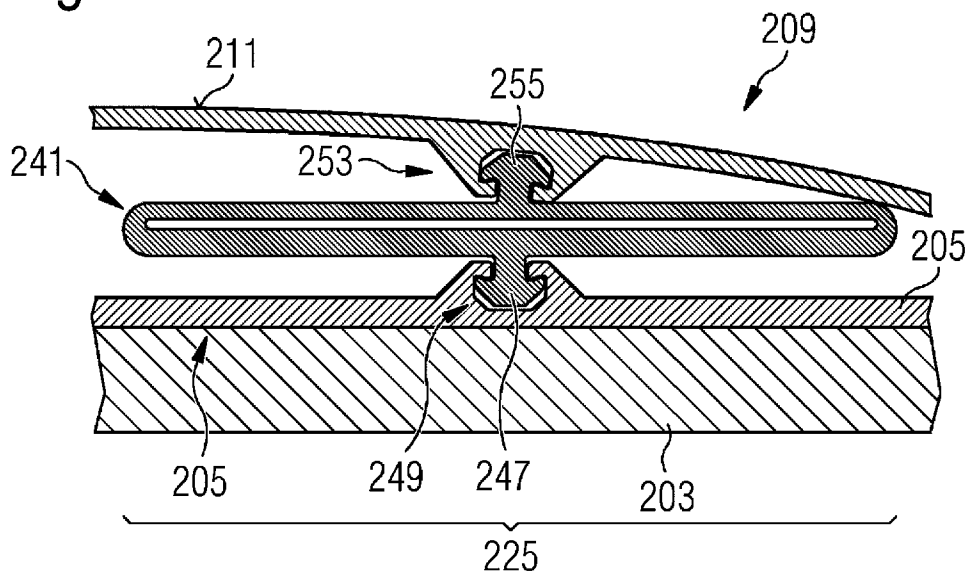


Figura 7

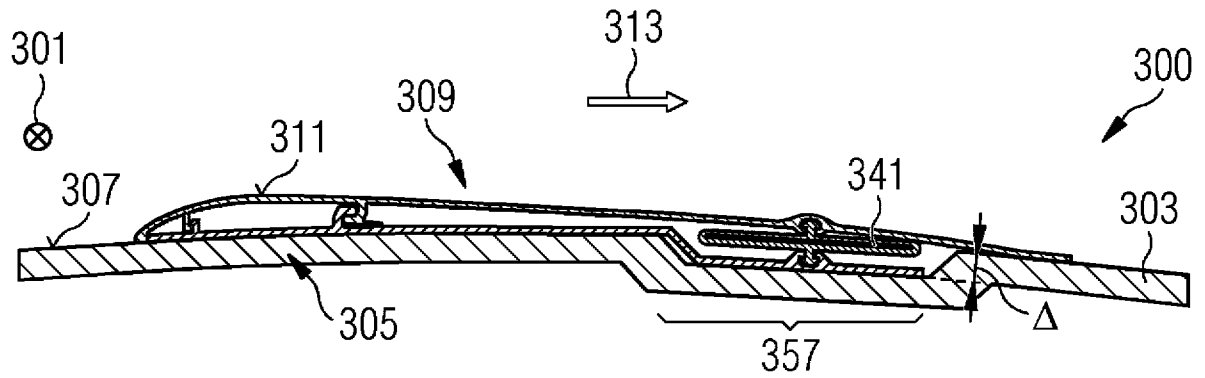


Figura 8

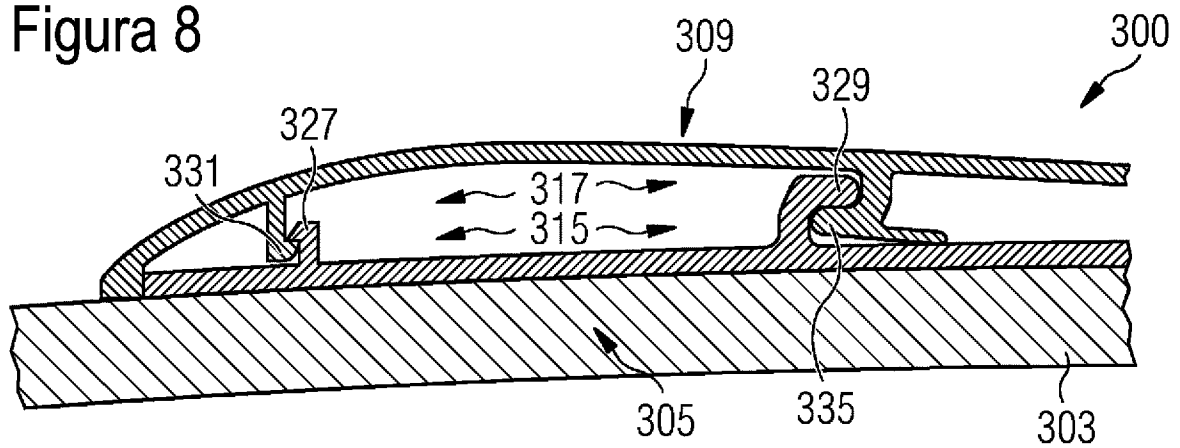


Figura 9

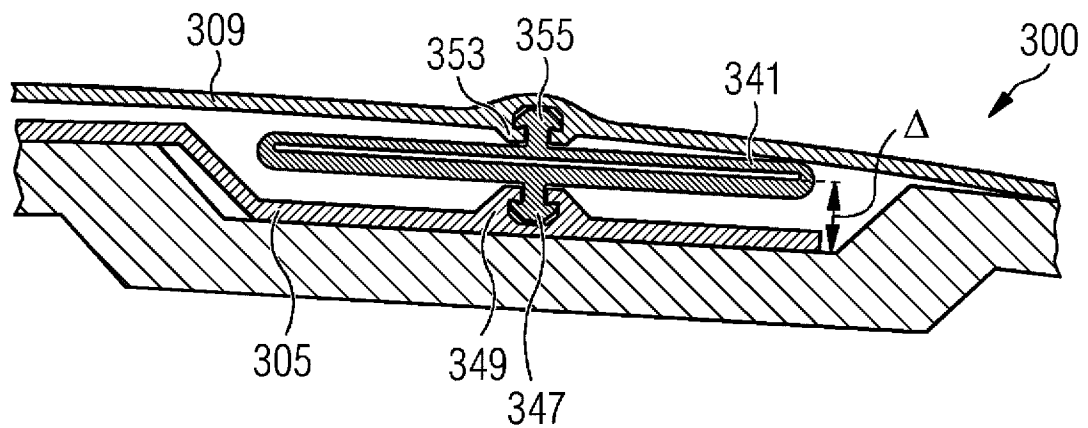


Figura 10

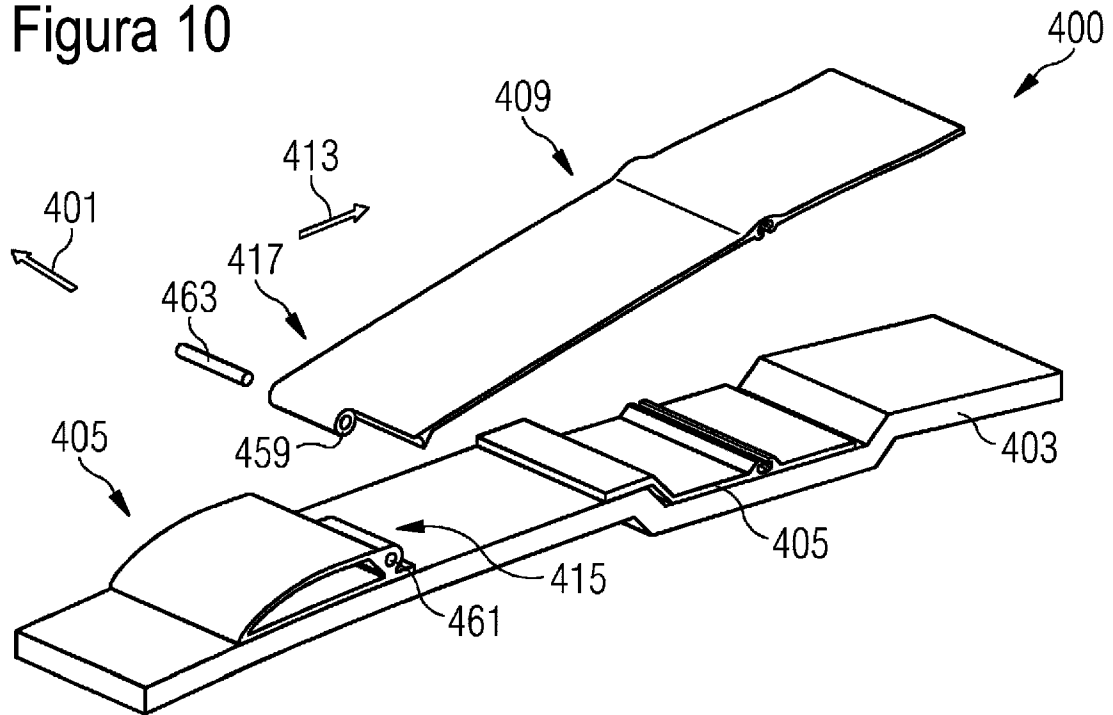


Figura 11

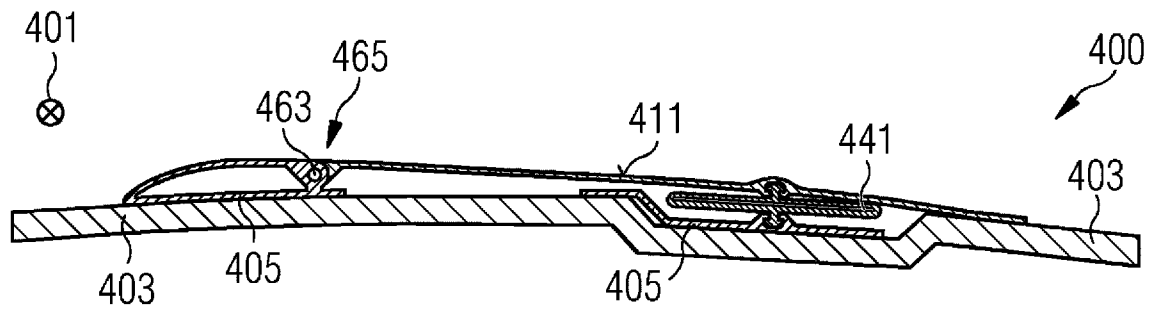


Figura 12

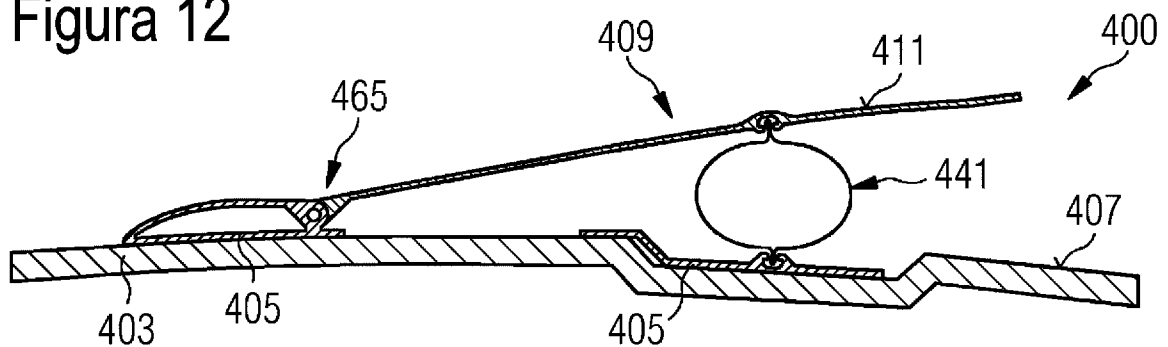


Figura 13

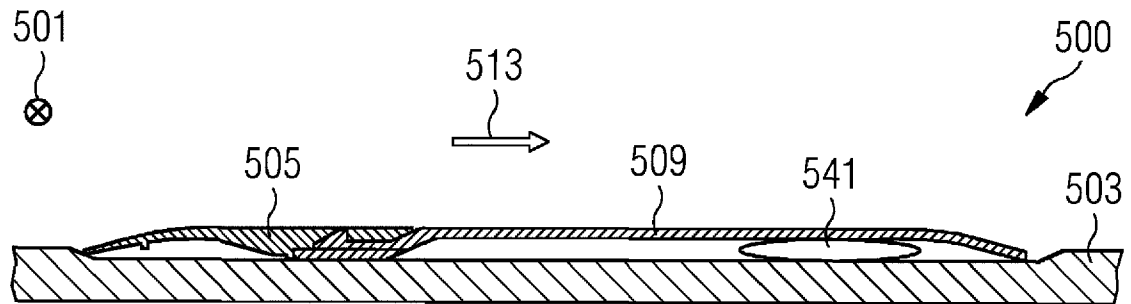


Figura 14

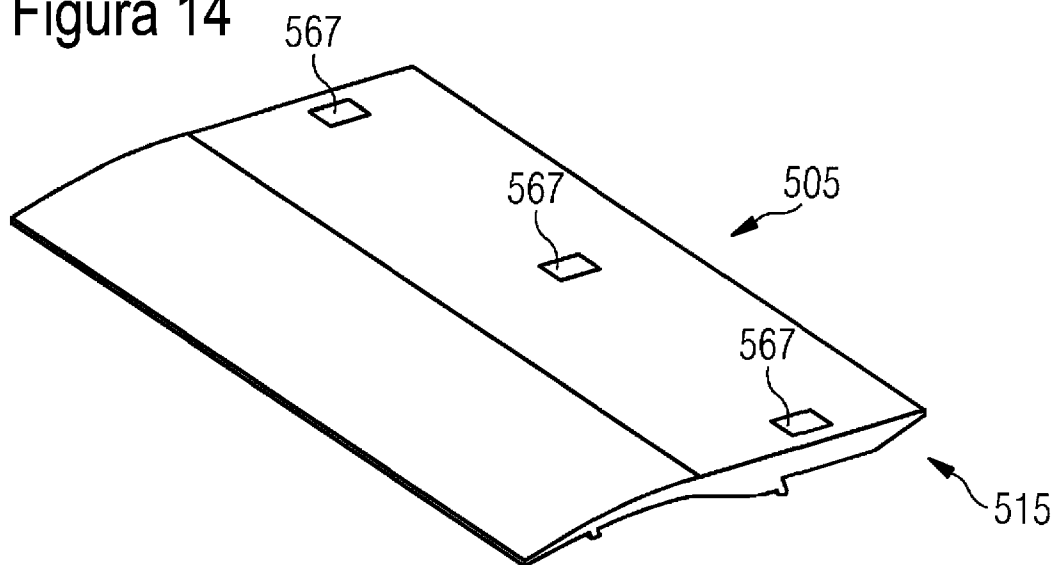


Figura 15

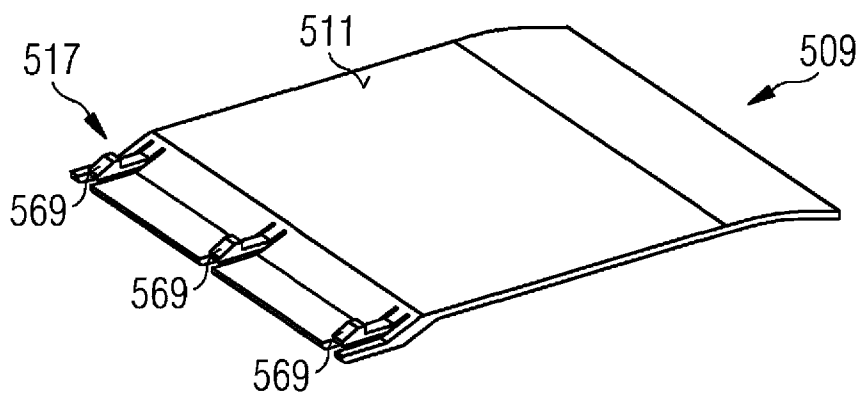


Figura 16

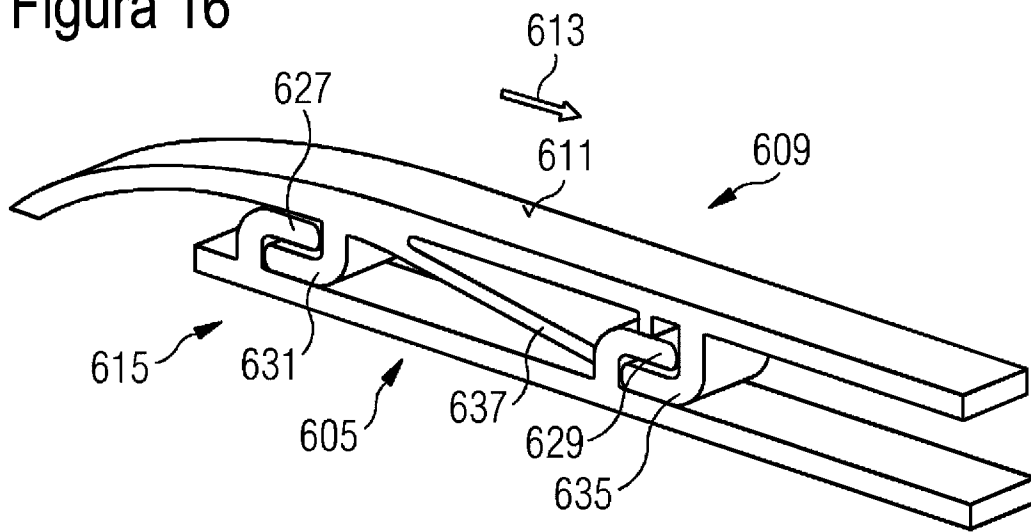


Figura 17

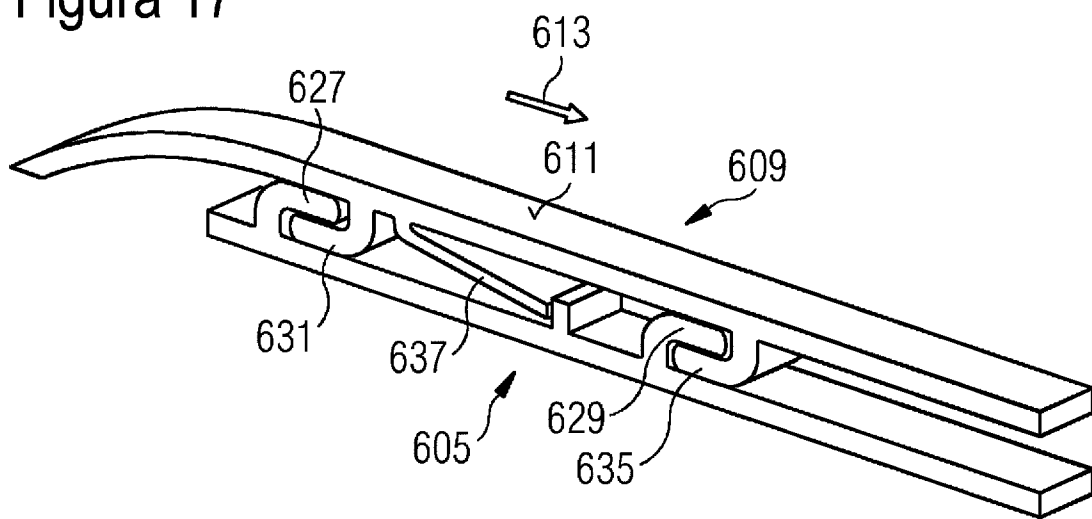


Figura 18

