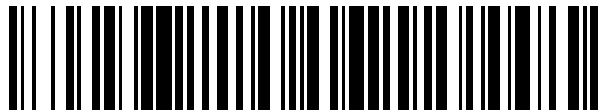


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 956 466**

51 Int. Cl.:

F03D 7/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.09.2020 PCT/EP2020/075453**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.04.2021 WO21063650**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.09.2020 E 20780943 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.07.2023 EP 3997334**

54 Título: **Dispositivo de control y método para controlar una turbina eólica**

30 Prioridad:

30.09.2019 EP 19200503

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

21.12.2023

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY A/S
(100.0%)**

**Borupvej 16
7330 Brande, DK**

72 Inventor/es:

NIELSEN, ANDERS VANGSGAARD

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 956 466 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

Dispositivo de control y método para controlar una turbina eólica

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo de control y a un método para controlar una turbina eólica.

10 Cuando una turbina eólica no está produciendo energía para la red, la turbina eólica normalmente se dispone en desconexión, es decir, un estado de desconexión en donde un rotor gira a una velocidad de rotación controlada y se genera energía para alimentar solamente la turbina (turbina autónoma, Self-Sustained Turbine - SST), o completamente en un modo de parada (sin rotación del rotor). Estos modos también se denominan modos fuera de red.

15 En general, garantizar una turbina eólica estable y segura en situaciones fuera de red y/o eventos de fallo de turbina está resultando cada vez más importante, ya que las turbinas eólicas marinas se instalarán más lejos de la costa, en donde el acceso a la turbina eólica es reducido y/o muy costoso debido al precio de las embarcaciones de mantenimiento en alta mar. Esto hace que sea importante que la turbina eólica sola pueda conservar y mantener un estado estable y seguro fuera de red.

20 El documento EP 2 146 095 A2 describe un método para controlar una turbina eólica, en donde se usa continuamente una estrategia de paso normal para controlar la velocidad de rotación en situaciones diferentes de la producción de energía normal para la red, es decir, en situaciones fuera de red en donde la velocidad de rotación se controla para cargar una fuente de energía de accionamiento de paso de respaldo (p. ej., una batería). Sin embargo, cambiar el ángulo de paso en la estrategia de paso podría inducir tensión en el sistema, dando como resultado la rotura y el
25 desgaste tanto de accionadores de paso como de cojinetes de paso. CN 109 441 722 A, US 2016/377057 A1 y EP 3 076 011 A1 son publicaciones de antecedentes de la técnica adicionales.

Sumario de la invención

30 Puede existir una necesidad de un dispositivo de control y un método para controlar una turbina eólica que permitan, en el modo de desconexión o en el modo SST, un control mejorado de la velocidad de rotación del rotor para garantizar que las cargas, el desgaste, las roturas, la producción de energía y la estabilidad estructural se mantengan dentro de la capacidad de diseño estructural de la turbina eólica. Esta necesidad puede ser satisfecha por el objeto según las reivindicaciones independientes. La presente invención se elabora además tal y como se expone en las
35 reivindicaciones dependientes.

Según un primer aspecto de la invención, un dispositivo de control está configurado para controlar una turbina eólica, comprendiendo la turbina eólica un rotor que puede rotar alrededor de un eje de rotación, en donde el rotor tiene al menos una pala, comprendiendo la pala al menos un miembro accesorio que es accionado por un accionador de
40 compensación correspondiente para variar las propiedades aerodinámicas de la pala y un accionador de paso para variar un ángulo de paso de la pala. El dispositivo de control está configurado para determinar un modo de desconexión o un modo autónomo de la turbina eólica; para controlar el accionador de paso para establecer un ángulo de paso predeterminado de la pala, si se determina el modo de desconexión o el modo autónomo; y para provocar una velocidad de rotación objetivo del rotor controlando de manera variable el accionador de compensación de la pala, si se determina el modo de desconexión o el modo autónomo.
45

El miembro accesorio de pala activo se utiliza para garantizar una velocidad de rotación estable del rotor y, en consecuencia, una carga estable en la turbina y una producción de energía estable. Por ejemplo, la velocidad de rotación puede controlarse por retroalimentación (bajo un control de bucle cerrado) accionando el miembro accesorio
50 de la pala. Como resultado, las cargas de paso en el accionador de paso y un cojinete de pala pueden reducirse, de modo que el diseño sea más robusto y se reduzcan los costes de mantenimiento.

En una realización, el dispositivo de control está configurado para mantener el ángulo de paso predeterminado de la pala, mientras que el accionador de compensación de la pala se controla de manera variable. Durante el ángulo de paso de pala
55 determinado, solo se activa el miembro accesorio de pala activo. En esta operación, la tensión en el sistema se reduce, dando como resultado menos roturas y desgaste tanto de los accionadores de paso como de los cojinetes de paso.

En una realización, el dispositivo de control está configurado para seleccionar el ángulo de paso predeterminado de la pala de una pluralidad de ángulos de paso predeterminados de la pala. De este modo, se puede lograr un ajuste
60 preciso sin añadir tensión innecesaria a los accionadores de paso y los cojinetes de paso.

En una realización, el dispositivo de control está configurado además para provocar una pérdida de compensación en la pala controlando el accionador de compensación del miembro accesorio. Algunas turbinas eólicas ya están equipadas con miembros accesorios activos de este tipo que se usan para provocar una pérdida de compensación en
65 la pala. Por lo tanto, la presente invención puede implementarse en esas turbinas eólicas existentes mediante

retroadaptación sin modificaciones costosas. Por ejemplo, el software del dispositivo de control puede actualizarse, mientras que el hardware se mantiene sustancialmente.

En una realización, el miembro accesorio es una aleta o alerón en un extremo posterior o en un borde anterior de la pala.

5 Según un segundo aspecto de la invención, una turbina eólica comprende una torre; un rotor, estando montado el rotor en la parte superior de la torre para rotar alrededor de un eje de rotación, en donde el rotor tiene al menos una pala; y el dispositivo de control.

10 Según un tercer aspecto de la invención, se describe un método para controlar una turbina eólica, en donde la turbina eólica comprende un rotor que puede rotar alrededor de un eje rotativo, en donde el rotor tiene al menos una pala, comprendiendo la pala al menos un miembro accesorio que es accionado por un accionador de compensación correspondiente para variar las propiedades aerodinámicas de la pala y un accionador de paso para variar un ángulo de paso de la pala. El método comprende las etapas de determinar un modo de desconexión o un modo autónomo de la turbina eólica; controlar el accionador de paso para establecer un ángulo de paso predeterminado de la pala, si se determina el modo de desconexión o el modo autónomo; y provocar una velocidad de rotación objetivo del rotor controlando de manera variable el accionador de compensación de la pala, si se determina el modo de desconexión o el modo autónomo.

20 En una realización, el método comprende además una etapa de mantener el ángulo de paso predeterminado de la pala, mientras el accionador de compensación de la pala se controla de manera variable.

25 En una realización, el método comprende además una etapa de seleccionar el ángulo de paso predeterminado de la pala de una pluralidad de ángulos de paso predeterminados de la pala. El ángulo de paso de la pala puede tener múltiples posiciones fijas mientras los miembros accesorios activos de la pala están funcionando, de modo que el ángulo de paso de la pala no cambie continuamente para garantizar una velocidad de rotor, producción de energía y cargas estables.

30 En una realización, el método comprende además una etapa de provocar una pérdida de compensación en la pala controlando el accionador de compensación del miembro accesorio.

35 En una realización, la velocidad de rotación objetivo del rotor se determina para cargar una batería de respaldo de la turbina eólica. Por ejemplo, el par del rotor puede verse influenciado por un estado de carga (State of Charge - SoC) que es el nivel de carga de la batería de respaldo en relación con su capacidad. La presente invención puede compensar un cambio de par del rotor de este tipo para mantener una velocidad estable del rotor.

40 Hay que señalar que las realizaciones de la invención se han descrito con referencia a diferentes materias objeto. En particular, algunas realizaciones se han descrito con referencia a reivindicaciones de tipo de aparato, mientras que otras realizaciones se han descrito con referencia a reivindicaciones de tipo de método. Sin embargo, una persona experta en la técnica deducirá a partir de lo anterior y de la siguiente descripción que, a menos que se notifique lo contrario, además de cualquier combinación de características que pertenezcan a un tipo de materia objeto, también se considera descrita con esta solicitud cualquier combinación entre características relativas a diferentes materias objeto, en concreto, entre características de las reivindicaciones de tipo aparato y características de las reivindicaciones de tipo método.

45 **Breve descripción de las figuras**

50 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.

La Fig. 1 muestra un ejemplo de una turbina eólica y sus diferentes elementos;

55 la Fig. 2 muestra una pala de turbina eólica que tiene un miembro accesorio; y

la Fig. 3 muestra el miembro accesorio en una posición activada, en donde el miembro accesorio está girado para obtener un efecto de pérdida de compensación máximo.

60 **Descripción detallada**

Las ilustraciones de los dibujos son esquemáticas. Se señala que en diferentes figuras, los elementos similares o idénticos están provistos de los mismos signos de referencia.

65 La **Fig. 1** muestra un ejemplo de una turbina eólica 1. La turbina eólica 1 comprende una góndola 3 y una torre 2. La góndola 3 está montada en la parte superior de la torre 2. La góndola 3 está montada de forma rotativa con respecto

a la torre 2 mediante un cojinete de guiñada (no mostrado). El cojinete de guiñada puede pertenecer a un sistema de guiñada activo. El eje de rotación de la góndola 3 con respecto a la torre 2 se denomina eje de guiñada.

La turbina eólica 1 también comprende un rotor (buje) 4 con tres palas 6 de rotor (de las cuales, en la Fig. 1 se representan dos palas 6 de rotor). Las palas 6 están conectadas al rotor 4 a través de una sección de articulación (no mostrada). Cada pala 6 de la turbina eólica 1 comprende un accionador de paso (no mostrado) para variar el ángulo de paso de la pala 6. El ángulo de paso generalmente se refiere a la rotación de la pala 6 alrededor de un eje longitudinal de la pala 6. La velocidad de rotación del rotor 4 y, por lo tanto, la producción de energía del generador 5, dependen, entre otras cosas, del ángulo de paso de las palas 6.

El rotor 4 está montado de forma rotativa con respecto a la góndola 3 mediante un cojinete principal 7. El rotor 4 está montado de forma rotativa alrededor de un eje 8 de rotación.

La turbina eólica 1 comprende además un generador 5. El rotor 4 está conectado directamente al generador 5, por lo que la turbina eólica 1 se denomina turbina eólica sin engranajes de accionamiento directo. Un generador 5 de este tipo se denomina generador 5 de accionamiento directo. Como alternativa, el rotor 4 también puede estar conectado al generador 5 a través de una caja de cambios. Este tipo de turbina eólica 1 se denomina turbina eólica de engranajes. La presente invención es apta para ambos tipos de turbina eólica 1.

El generador 5 está alojado dentro de la góndola 3. El generador 5 está dispuesto y preparado para convertir la energía rotativa del rotor 4 en energía eléctrica en forma de corriente alterna.

La **Fig. 2** muestra una pala 6 de turbina eólica de la turbina eólica 1. Cada pala 6 tiene al menos un miembro 17 accesorio activo que es accionado por un accionador de compensación correspondiente (no mostrado) para variar las propiedades aerodinámicas de la pala 6. La sección transversal de la Fig. 2 muestra solo un miembro accesorio 17 activo; sin embargo, miembros 17 accesorios adicionales activos de la pala 6 pueden estar dispuestos delante o detrás de este miembro 17 accesorio activo.

El miembro accesorio 17 está diseñado como un alerón. El alerón 17 está dispuesto aquí cerca del borde anterior (delantero) de la pala 6, pero también puede estar dispuesto cerca del borde posterior (trasero) de la pala 6. El miembro accesorio 17 puede estar alojado en un rebaje 16 en la pala 6 y puede girar alrededor de una bisagra 18 mediante la activación del accionador de compensación. En la Fig. 2, el alerón 17 se muestra en su posición desactivada normal, en donde no se desea ningún efecto de alerón ni pérdida de compensación. Esta posición se denomina primera posición predeterminada. Las primeras posiciones predeterminadas de los miembros accesorios 17 de diferentes palas 6 pueden ser idénticas para garantizar la simetría de carga cuando se activa una pluralidad de miembros accesorios 17. Esto también reduce la complejidad, ya que un accionador de compensación (por ejemplo, un suministro de presión o un motor eléctrico) puede accionar los correspondientes miembros accesorios 17 en todas las palas 6.

La **Fig. 3** muestra el mismo miembro accesorio 17 en una posición activada, en donde el miembro accesorio 17 está girado hasta un máximo por parte del accionador de compensación de modo que el efecto de pérdida de compensación es máximo. Esta posición se denomina segunda posición predeterminada. Las segundas posiciones predeterminadas de los miembros accesorios 17 de diferentes palas 6 pueden ser idénticas. Esto garantiza la simetría de carga cuando se activan los miembros accesorios 17. Esto también reduce la complejidad, ya que un accionador de compensación (por ejemplo, un suministro de presión o un motor eléctrico) puede accionar los correspondientes miembros accesorios 17 en todas las palas 6.

Según la presente invención, el miembro accesorio 17 no necesariamente debe formarse como un alerón. El miembro accesorio 17 puede tener cualquier otra configuración que sea capaz de variar las propiedades aerodinámicas de la pala 6, por ejemplo, una aleta.

La turbina eólica 1 comprende un dispositivo de control (no mostrado) que está configurado para determinar un modo de desconexión o un modo autónomo SST de la turbina eólica 1. El modo de desconexión y el modo autónomo también se denominan modos fuera de red, en donde la turbina eólica 1 no está conectada a la red o no suministra energía sustancialmente a la red. Sin embargo, la propia turbina 1 necesita energía, por ejemplo, para mantener el funcionamiento del dispositivo de control y para cargar una batería de respaldo de la turbina eólica 1.

El dispositivo de control está configurado además para controlar el accionador de paso para establecer un ángulo de paso predeterminado de la pala 6, si se determina el modo de desconexión o el modo autónomo, y para provocar una velocidad de rotación objetivo del rotor 4 controlando de forma variable el accionador de compensación de la pala 6, si se determina el modo de desconexión o el modo autónomo. Por lo tanto, el ángulo de paso de la pala 6 puede bloquearse en un ángulo de paso predeterminado (posición predeterminada) después de que se haya detectado un evento de fuera de red, y la turbina eólica 1 puede continuar en el modo de desconexión o el modo autónomo solo usando los miembros accesorios 17 de la pala 6 para controlar la velocidad de rotación del rotor 4, es decir, para suministrar energía eléctrica solo a la propia turbina eólica 1.

El miembro 17 accesorio de pala activo se utiliza para garantizar una velocidad de rotación estable del rotor 4 y, en consecuencia, una carga estable en la turbina eólica 1 y una producción de energía estable. Por ejemplo, la velocidad de rotación del rotor 4 puede controlarse por retroalimentación (control de bucle cerrado) accionando el miembro accesorio 17 de la pala 6.

5 Preferiblemente, el dispositivo de control está configurado para mantener el ángulo de paso predeterminado de la pala 6, mientras el accionador de compensación de la pala 6 se controla de manera variable. En esta operación, la tensión en el sistema se reduce, dando como resultado menos roturas y desgaste de los accionadores de paso y también de los cojinetes de paso.

10 Preferiblemente, el dispositivo de control está configurado para seleccionar el ángulo de paso predeterminado de la pala 6 de una pluralidad de ángulos de paso predeterminados de la pala 6. De este modo, se puede lograr un ajuste preciso sin añadir tensión innecesaria a los accionadores de paso y los cojinetes de paso.

15 Preferiblemente, el dispositivo de control está configurado además para provocar una pérdida de compensación en la pala 6 controlando el accionador de compensación del miembro accesorio 17. Algunas turbinas eólicas 1 ya están equipadas con los miembros 17 accesorios activos que se usan para provocar una pérdida de compensación en la pala 6. Por lo tanto, la presente invención puede implementarse en esas turbinas eólicas 1 existentes simplemente mediante retroadaptación sin modificaciones costosas. Por ejemplo, el software del dispositivo de control puede actualizarse mientras que el hardware se mantiene sustancialmente.

20 En una realización modificada, el control descrito anteriormente del dispositivo de control puede combinarse con un control de guiñada activo para controlar una velocidad de rotación del rotor 4.

25 Un sistema de guiñada activo de la turbina eólica 1 es responsable de una orientación del rotor 4 hacia el viento, es decir, el sistema de guiñada generalmente alinea el eje rotativo 8 con una dirección del viento detectada para obtener la producción de energía máxima. El sistema de guiñada activo está equipado con un accionador de guiñada para rotar la góndola 3 de la turbina eólica 1 con respecto a la torre estacionaria 2 basándose en señales de sensores de dirección del viento o accionamiento manual (anulación del sistema de control).

30 En la realización modificada, el control de guiñada activo se combina con el control del accionador de compensación del miembro 17 accesorio activo para controlar la velocidad de rotación del rotor 4, la producción de energía de la turbina eólica 1 y/o las cargas.

35 Cabe señalar que el término “que comprende” no excluye otros elementos o etapas y los artículos “un” o “una” no excluyen una pluralidad. También pueden combinarse elementos descritos asociados a distintas realizaciones. También hay que señalar que los signos de referencia de las reivindicaciones no deben interpretarse como una limitación del alcance de las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de control configurado para controlar una turbina eólica (1), comprendiendo la turbina eólica (1) un rotor (4) que puede rotar alrededor de un eje rotativo (8), en donde el rotor (4) tiene al menos una pala (6), comprendiendo la pala (6) al menos un miembro accesorio (17) que es accionado por un accionador de compensación correspondiente para variar las propiedades aerodinámicas de la pala (6) y un accionador de paso para variar un ángulo de paso de la pala (6); en donde el dispositivo de control está configurado para

determinar un modo de desconexión o un modo autónomo de la turbina eólica (1);
controlar el accionador de paso para establecer un ángulo de paso predeterminado de la pala (6), si se determina el modo de desconexión o el modo autónomo; y
provocar una velocidad de rotación objetivo del rotor (4) controlando de manera variable el accionador de compensación de la pala (6), si se determina el modo de desconexión o el modo autónomo.
2. El dispositivo de control según la reivindicación anterior, en donde el dispositivo de control está configurado para mantener el ángulo de paso predeterminado de la pala (6), mientras el accionador de compensación de la pala (6) se controla de manera variable.
3. El dispositivo de control según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde en donde el dispositivo de control está configurado para seleccionar el ángulo de paso predeterminado de la pala (6) de una pluralidad de ángulos de paso predeterminados de la pala (6).
4. El dispositivo de control según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo de control está configurado además para provocar una pérdida de compensación en la pala (6) controlando el accionador de compensación del miembro accesorio (17).
5. El dispositivo de control según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el miembro accesorio (17) es una aleta o alerón en un extremo posterior o en un borde anterior de la pala (6).
6. Una turbina eólica (1), que comprende

una torre (2);
un rotor (4), estando montado el rotor (4) en la parte superior de la torre (2) para rotar alrededor de un eje rotativo (8), en donde el rotor (4) tiene al menos una pala (6); y
un dispositivo de control según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
7. Un método para controlar una turbina eólica (1), comprendiendo la turbina eólica (1) un rotor (4) que puede rotar alrededor de un eje rotativo (8), en donde el rotor (4) tiene al menos una pala (6), comprendiendo la pala (6) al menos un miembro accesorio (17) que es accionado por un accionador de compensación correspondiente para variar las propiedades aerodinámicas de la pala (6) y un accionador de paso para variar un ángulo de paso de la pala (6); en donde el método comprende:

determinar un modo de desconexión o un modo autónomo de la turbina eólica (1);
controlar el accionador de paso para establecer un ángulo de paso predeterminado de la pala (6), si se determina el modo de desconexión o el modo autónomo; y
provocar una velocidad de rotación objetivo del rotor (4) controlando de manera variable el accionador de compensación de la pala (6), si se determina el modo de desconexión o el modo autónomo.
8. El método según la reivindicación anterior, que comprende, además mantener el ángulo de paso predeterminado de la pala (6), mientras el accionador de compensación de la pala (6) se controla de manera variable.
9. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 7 y 8, que comprende, además seleccionar el ángulo de paso predeterminado de la pala (6) de una pluralidad de ángulos de paso predeterminados de la pala (6).
10. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, que comprende, además provocar una pérdida de compensación en la pala (6) controlando el accionador de compensación del miembro accesorio (17).
11. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en donde la velocidad de rotación objetivo del rotor (4) se determina para cargar una batería de respaldo de la turbina eólica (1).

Figura 1

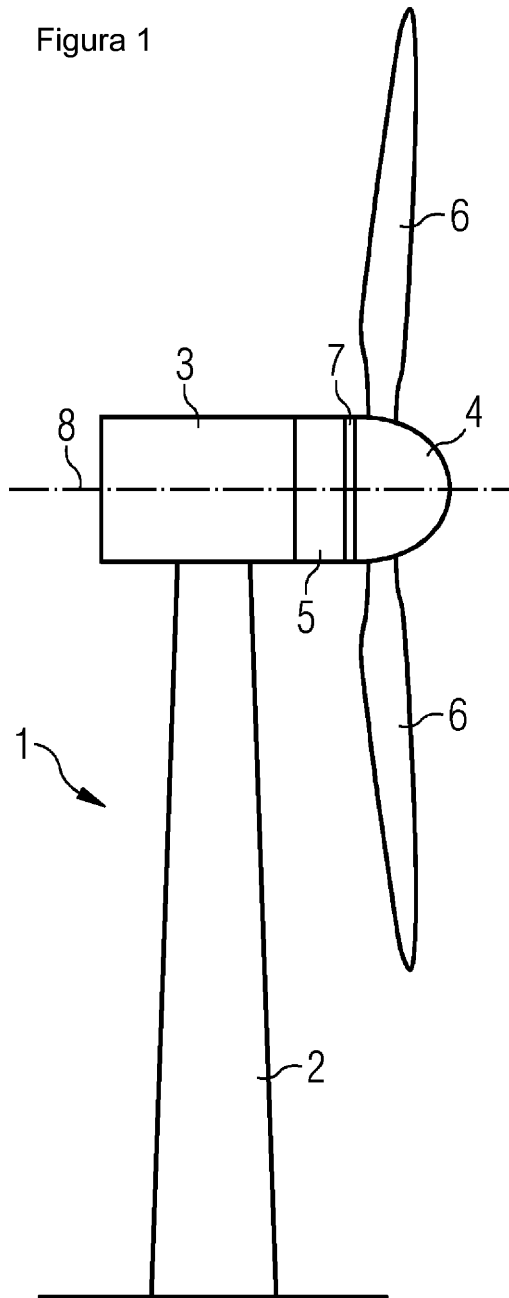


Figura 2

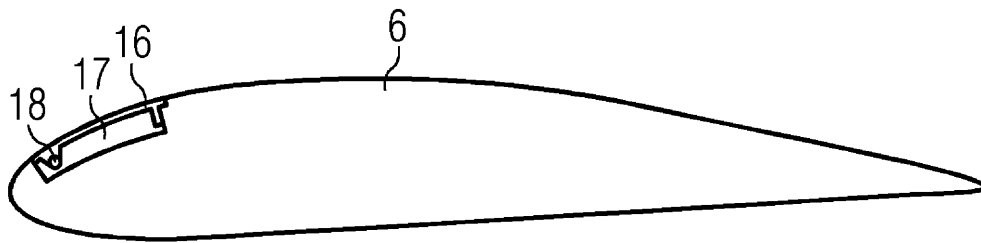


Figura 3

