

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 760**

51 Int. Cl.:

F01D 5/14 (2006.01)

B64C 3/58 (2006.01)

F03D 1/06 (2006.01)

B64C 27/467 (2006.01)

B64C 11/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.11.2014 PCT/US2014/067643**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.06.2015 WO15081215**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.11.2014 E 14866425 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019 EP 3080402**

54 Título: **Deflector de flujo para pala**

30 Prioridad:

27.11.2013 US 201361909733 P

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

03.03.2020

73 Titular/es:

**RUTGERS, THE STATE UNIVERSITY OF NEW
JERSEY (100.0%)
Old Queen's, Somerset Street
New Brunswick, NJ 08909, US**

72 Inventor/es:

**DIEZ-GARIAS, FRANCISCO, JAVIER y
VAQUERO, ARTURO, VILLEGAS**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 745 760 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

Deflector de flujo para pala

Antecedentes

Declaración del campo técnico

5 La presente descripción se refiere a palas. Más específicamente, la presente descripción se refiere a palas que tienen deflectores de flujo incorporados.

Descripción de la técnica relacionada

10 Los aerogeneradores producen una energía proporcional al área de barrido de sus palas, y la cantidad de flujo de aire que pasa sobre las palas en un momento dado. Durante el diseño y fabricación de un aerogenerador se consideran varias opciones de diseño tales como el diámetro del rotor, la longitud de las palas y las limitaciones de carga. Unas palas más largas proporcionan más producción de energía con vientos escasos. Sin embargo, unas palas más largas requieren más material, mayores costes de fabricación y transporte, un diseño de rotor más grande y más robusto para soportar el peso adicional de las palas más largas y sistemas a prueba de fallos para evitar daños potenciales a los aerogeneradores en situaciones de viento fuerte, ya que las palas más largas pueden producir niveles dañinos de momento torsor a altas velocidades de viento.

15 Por el contrario, el uso de palas más cortas tiene su propio conjunto de inconvenientes. Por ejemplo, con vientos escasos, unas palas más cortas pueden no tener suficiente área de superficie para producir suficiente momento torsor para mover el rotor, por lo que no producen energía.

20 Independientemente del tamaño, todas las palas de aerogenerador tienen una eficiencia general limitada debido a varias propiedades resultantes del flujo de aire. Debido al movimiento giratorio de las palas durante el funcionamiento, al menos una parte del flujo de aire que impacta en la pala se convierte en una componente radial que se desplaza por la pala desde la raíz hacia la punta de la pala. La Figura 1 ilustra un aerogenerador estándar 10 con un mástil 12 que soporta un buje 14 desde el cual se soportan una pluralidad de palas 16. La masa de aire afectada por el aerogenerador forma un tubo de corriente ya que el viento debe reducir su velocidad debido a la energía extraída por el aerogenerador. El viento W dirigido a los aerogeneradores tendrá un área inicial como indica el círculo 18. A medida que el viento W llega a las palas 16, el flujo de aire tiene dos componentes, a saber, un flujo axial WA y un flujo radial WR, con el área del flujo de viento expandiéndose radialmente como indica el círculo 20 debido a la conservación del caudal másico a lo largo del tubo de corriente. El flujo continúa expandiéndose radialmente corriente abajo, como indica el área aumentada en el círculo 22, ya que la presión en la estela debe volver a la presión atmosférica tras una caída de presión experimentada al pasar por el disco del rotor. En base a la conservación del momento, este flujo radial WR reduce la eficiencia del aerogenerador, ya que crea una fuerza radial de la fuerza total disponible del viento. Esta fuerza radial no contribuye a ningún momento torsor o energía producida por el rotor.

25 La presente descripción aborda estos y otros problemas similares que resultan del diseño convencional de palas. Permite que la pala convierta parte de esa fuerza radial en una fuerza tangencial redirigiendo el flujo radial WR, aumentando así el momento torsor y la energía extraída por el aerogenerador. La patente US 2013/0224037 A1 describe salientes en la superficie de presión o succión del perfil aerodinámico que forman canales venturi que afectan el flujo a lo largo de las superficies del perfil aerodinámico.

Compendio

30 40 En al menos una realización, la presente descripción describe un conjunto de pala de perfil aerodinámico según la reivindicación 1 adjunta.

45 En al menos una realización, la presente descripción describe un conjunto de aerogenerador según la reivindicación 15 adjunta. Los deflectores de flujo no están limitados a aerogeneradores, sino que se pueden colocar en palas utilizadas en diversas aplicaciones, por ejemplo, helicópteros, turbinas hidráulicas, alas de aviones, motores, hélices y turbinas industriales.

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones se describirán con referencia a las siguientes figuras de dibujo, en las que los mismos números representan elementos similares a través de las figuras, y en las que:

50 La Figura 1 es una vista en perspectiva de un aerogenerador de ejemplo de la técnica anterior y el correspondiente flujo de aire típico a su alrededor.

La Figura 2 es una vista en perspectiva de un ejemplo de un aerogenerador que tiene palas que incorporan deflectores de flujo según una realización de la presente descripción.

La Figura 3 es una vista en perspectiva de una pala de ejemplo que incorpora deflectores de flujo según una realización de la presente descripción.

La Figura 4 es una vista en sección transversal a lo largo de la línea 4-4 de la Figura 3.

La Figura 5 es una vista en sección transversal a lo largo de la línea 5-5 de la Figura 3

5 La Figura 6 es una vista en planta superior de una parte de la pala de la Figura 3.

La Figura 7 es una vista en planta superior de una pala que incorpora un deflector de flujo de acuerdo con una realización de la descripción y que ilustra las fuerzas resultantes sobre la misma.

La Figura 8 es una vista en planta superior de otra pala que incorpora un deflector de flujo de acuerdo con una realización de la descripción e ilustra las fuerzas resultantes sobre la misma.

10 Descripción detallada

Como se utilizan en este documento, las formas singulares "un", "una" y "el", "la" incluyen referencias en plural a menos que el contexto indique claramente lo contrario. A menos que se defina lo contrario, todos los términos técnicos y científicos utilizados en la presente memoria tienen los mismos significados que los entendidos comúnmente por un experto ordinario en la técnica. Como se utiliza en este documento, la expresión "que comprende" significa "que incluye, pero no se limita a".

La presente descripción se refiere a deflectores colocados en la superficie de presión o en la superficie de succión de una pala. Las palas se describirán en la presente memoria junto con un aerogenerador, sin embargo, la descripción no se limita a tales y los deflectores se pueden colocar en palas utilizadas en diversas aplicaciones, por ejemplo, helicópteros, turbinas hidráulicas, alas de aviones, motores, hélices, y turbinas industriales.

20 Con referencia a las Figuras 2-6, se describirán palas 30 que incorporan deflectores 50 de flujo de acuerdo con una realización de la descripción. Las palas 30 se ilustran colocadas en el buje 14 de un aerogenerador 10 con el buje 14 soportado por un mástil 12. El buje 14 y las palas 30 giran en torno a un eje AR de rotación. Cada pala 30 se extiende radialmente a lo largo de un eje radial RA desde una raíz 40 hasta una punta 42. Cada pala 30 generalmente incluye tres secciones, a saber, una sección 32 de raíz, una sección 36 de transición y una sección 34 generadora de elevación. La sección 32 de raíz conecta la pala 30 al buje 14. El segmento 34 generador de elevación está más alejado del buje 14 e incluye un cuerpo perfilado 37 que se extiende entre una superficie 39 de presión y una superficie 38 de succión. El cuerpo perfilado 37 se extiende entre un borde 31 de ataque y un borde 33 de salida. Se define una cuerda 35 desde el borde 31 de ataque hasta el borde 33 de salida y es perpendicular al eje radial RA. La cuerda 35 tiene una longitud L y el cuerpo 37 del perfil tiene una altura H.

30 Según la invención, se proporcionan una pluralidad de deflectores 50, 50' de flujo a lo largo de la superficie 39 de presión, la superficie 38 de succión o ambas superficies dentro de la sección 34 generadora de elevación. Los deflectores 50, 50' de flujo están posicionados separados del primer borde 31 de ataque de la pala 30,30' y cerca del primer borde de salida de la pala 30,30'. En la realización ilustrada, un par de deflectores 50 de flujo están posicionados a lo largo de la superficie 38 de succión de cada pala 30 y un único deflector 50' de flujo está posicionado a lo largo de la superficie 39 de presión de cada pala 30. El número y la posición de los deflectores 50, 50' no están limitados a la realización ilustrada y pueden seleccionarse dependiendo de la configuración de la pala 30 y el entorno de funcionamiento. Los deflectores 50, 50' pueden formarse integrales con la pala 30 o pueden formarse por separado y unirse a la misma. Por ejemplo, los deflectores 50, 50' pueden unirse a la pala 30 utilizando cinta aeroespacial de doble cara con un espesor del orden de micrómetros o utilizando pequeños remaches de cabeza plana para minimizar la resistencia aerodinámica. Se pueden utilizar otros diversos mecanismos de fijación. Además, los deflectores 50, 50' pueden disponerse a lo largo de las superficies durante la fabricación original de las palas 30 o pueden unirse a las palas 30 existentes como una actualización. Además, los deflectores 50, 50' se pueden posicionar de manera ajustable de modo que la posición y la orientación se puedan ajustar para corresponder a las condiciones actuales de funcionamiento (p. ej. más o menos viento).

45 Cada deflector 50, 50' de flujo tiene un cuerpo 52 del perfil que se extiende desde un borde 51 de ataque hasta un borde 53 de salida. Se define una cuerda 55 desde el borde 51 de ataque hasta el borde 53 de salida, y es perpendicular al eje radial RA o está en un ángulo a con respecto al mismo como se describe más adelante. La cuerda 55 tiene una longitud l y el cuerpo 52 del perfil tiene una altura h y un ancho w. Cada cuerpo 52 del perfil tiene una superficie exterior 54 y una superficie 56, 56' de contacto, y define un cuerpo aerodinámico, tal como una placa plana o un perfil aerodinámico delgado. Los deflectores 50, 50' generalmente se extienden de tal manera que se extienden más allá del flujo de la capa límite sobre la pala 30.

Los deflectores 50, 50' de flujo tienen un tamaño proporcional a la pala 30. Según la invención, los deflectores de flujo tienen una segunda longitud l de cuerda que está entre 1/8 y 1/2 de la primera longitud L de cuerda de la pala en la ubicación de cada uno de la pluralidad de deflectores de flujo 50, 50'. Además, los deflectores de flujo pueden tener una altura h que está entre 1/10 y 1 de la altura H de la pala, y más preferiblemente entre 1/8 y 1/2 de la altura H. Además, la anchura w de las deflexiones de flujo también puede ser proporcional a la longitud L de cuerda de la

pala 30, con una anchura w de entre aproximadamente 1-10% de la longitud L de cuerda de la pala. Se entiende que si está colocado más de un deflector 50, 50' en la pala 30, los deflectores 50, 50' pueden tener diferentes configuraciones. Por ejemplo, los deflectores 50 de la superficie de succión pueden tener un tamaño diferente al de los deflectores 50' del lado de presión, sin embargo, también es posible que existan diferencias de configuración entre múltiples deflectores 50 de la superficie de succión o múltiples deflectores 50' de la presión de succión.

Con referencia a la Figura 6, cada uno de los deflectores 50, 50 puede estar posicionado en un ángulo α con respecto a la pala 30. Más específicamente, la cuerda 55 de cada deflector puede estar en un ángulo α con respecto a la cuerda 35 de la pala 30. El ángulo α puede estar entre aproximadamente -5° y 45° y más preferiblemente entre aproximadamente 0° y 15° . Si están colocados múltiples deflectores 50, 50' a lo largo de cualquiera de las superficies 38, 39, pueden estar a diferentes ángulos α . Los deflectores 50, 50" están separados entre sí en la dirección del eje radial RA una distancia D . La distancia D puede variar entre los deflectores 50, 50' en una superficie dada y entre superficies. Como un ejemplo, la distancia D puede ser igual a la longitud L de cuerda.

Con referencia a las Figuras 7 y 8, se describirá una ilustración de la eficiencia aumentada resultante de los deflectores 50, 50' de flujo. La Figura 7 muestra el momento, $M+MD1$, y la fuerza, $FT+FD1$, generados por una pala 30 con un deflector 50. La contribución de fuerza adicional del deflector a la pala del aerogenerador es $FD1$. Esta fuerza genera un momento adicional $MD1$ que contribuye a la energía total generada por el aerogenerador. La Figura 8 muestra una pala 30' de aerogenerador curva en el plano con un deflector 50 de flujo. La configuración de la sección 36' generadora de elevación es distinta de la de la pala 30 de la Figura 7. Esta configuración de pala con el deflector 50 de flujo genera un momento torsor adicional $MD2$, que contribuye a la energía generada y se debe a la fuerza normal $FD2$ creada por el deflector 50.

La integración de los deflectores 50, 50' en los aerogeneradores existentes, o la incorporación de su diseño en los nuevos aerogeneradores, aumentará la eficiencia general de los aerogeneradores. Los deflectores pueden actuar como controladores de flujo pasivos, que no requieren ningún equipo adicional de control o monitorización. Introduciendo los deflectores de flujo en varias posiciones a lo largo de la longitud de la pala, la componente radial de la velocidad del flujo de aire entrante se puede redirigir para producir una cantidad adicional de momento torsor en el rotor, aumentando así la energía total producida por el aerogenerador.

Estas y otras ventajas de la presente invención serán evidentes para los expertos en la técnica a partir de la especificación anterior. Por consiguiente, los expertos en la técnica reconocerán que pueden realizarse cambios o modificaciones a las realizaciones descritas anteriormente sin apartarse de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de pala de perfil aerodinámico que comprende:

una pala (30, 30') que se extiende en una dirección radial desde una raíz (40) hacia una punta (42), incluyendo la pala una sección generadora de elevación con un primer cuerpo perfilado (37) definido entre una superficie (39) de presión y una superficie (38) de succión, extendiéndose el primer cuerpo perfilado (37) desde un primer borde (31) de ataque hasta un primer borde (33) de salida con una primera cuerda que se extiende desde el primer borde (31) de ataque al primer borde (33) de salida y que es perpendicular a la dirección radial;

una pluralidad de deflectores (50, 50') de flujo que se extienden a lo largo de al menos una de entre la superficie (39) de presión y la superficie (38) de succión dentro de la sección generadora de elevación de la pala en posiciones separadas del primer borde (31) de ataque de la pala (30, 30') y cerca del primer borde (33) de salida de la pala (30, 30'), definiendo la pluralidad de deflectores (50, 50') de flujo un segundo cuerpo perfilado (52) que se extiende entre un segundo borde (51) de ataque y un segundo borde (53) de salida con una segunda cuerda que se extiende entre el segundo borde (51) de ataque y el segundo borde (53) de salida, definiendo el segundo cuerpo perfilado (52) una superficie exterior que mira hacia fuera desde la superficie (39) de presión o superficie (38) de succión respectiva a lo largo de la cual se extiende la pluralidad de deflectores (50, 50') de flujo;

en donde la segunda cuerda que se extiende entre el segundo borde (51) de ataque y el segundo borde (53) de salida de cada uno de la pluralidad de deflectores (50, 50') de flujo es proporcional a la primera cuerda que se extiende desde el primer borde (31) de ataque al primer borde (33) de salida de la pala en la ubicación de cada uno de la pluralidad de deflectores (50, 50') de flujo a lo largo de al menos una de entre la superficie (39) de presión y la superficie (38) de succión, en donde la longitud de la segunda cuerda de cada uno de la pluralidad de deflectores (50, 50') de flujo está dimensionada para ser de entre 1/8 y 1/2 de la longitud de la primera cuerda de la pala en la ubicación de cada uno de la pluralidad de deflectores (50, 50') de flujo; y

en donde la pluralidad de deflectores (50, 50') de flujo están posicionados a lo largo de una longitud de la pala (30, 30') para que una componente radial de la velocidad de un flujo de aire entrante se redirija para producir una cantidad adicional de momento torsor en un rotor, aumentando así la energía total producida por un aerogenerador que incorpore el conjunto de pala de perfil aerodinámico.

2. El conjunto de pala de perfil aerodinámico según la reivindicación 1, en donde la segunda cuerda está en un ángulo α de entre -5° y 45° con respecto a la primera cuerda.

3. El conjunto de pala de perfil aerodinámico según la reivindicación 1, en donde la segunda cuerda está en un ángulo α de entre 0° y 15° con respecto a la primera cuerda.

4. El conjunto de pala de perfil aerodinámico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la pluralidad de deflectores (50, 50') de flujo están separados entre sí por una distancia dada.

5. El conjunto de pala de perfil aerodinámico según la reivindicación 4, en donde la distancia dada es igual a una longitud de la primera cuerda.

6. El conjunto de pala de perfil aerodinámico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la pluralidad de deflectores (50, 50') de flujo están posicionados a lo largo de la pala entre el primer borde (31) de ataque y el primer borde (33) de salida.

7. El conjunto de pala de perfil aerodinámico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el primer cuerpo perfilado (37) tiene una primera altura y el segundo cuerpo perfilado (52) tiene una segunda altura y en donde la segunda altura está entre 1/10 y 1 de la primera altura.

8. El conjunto de pala de perfil aerodinámico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el primer cuerpo perfilado (37) tiene una primera altura y el segundo cuerpo perfilado (52) tiene una segunda altura y en donde la segunda altura está entre 1/8 y 1/2 de la primera altura.

9. El conjunto de pala de perfil aerodinámico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el segundo cuerpo perfilado (52) tiene una anchura que es igual a aproximadamente 1-10% de la longitud de la primera cuerda.

10. El conjunto de pala de perfil aerodinámico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la pluralidad de deflectores (50, 50') de flujo están formados integralmente con el primer cuerpo perfilado (37).

11. El conjunto de pala de perfil aerodinámico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde la pluralidad de deflectores (50, 50') de flujo están formados por separado del primer cuerpo perfilado (37) y están unidos al mismo.

12. El conjunto de pala de perfil aerodinámico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde la pluralidad de deflectores (50, 50') de flujo están unidos al primer cuerpo perfilado (37) utilizando cinta aeroespacial

de doble cara o remaches de cabeza plana.

13. El conjunto de pala de perfil aerodinámico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde la pluralidad de deflectores (50, 50') de flujo están conectados de manera ajustable al primer cuerpo perfilado (37).

5 14. El conjunto de pala de perfil aerodinámico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la pala (30, 30') tiene una configuración curva en el plano.

15. Un conjunto de aerogenerador que comprende:

un buje (14) configurado para girar en una dirección de rotación;

una pluralidad de conjuntos de pala de perfil aerodinámico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores unidos al conjunto (114) del buje,

10 en donde la pluralidad de deflectores (50, 50') de flujo están configurados para alterar el flujo de aire incidente para que se produzca una fuerza adicional en el sentido de rotación y se genere una energía adicional.

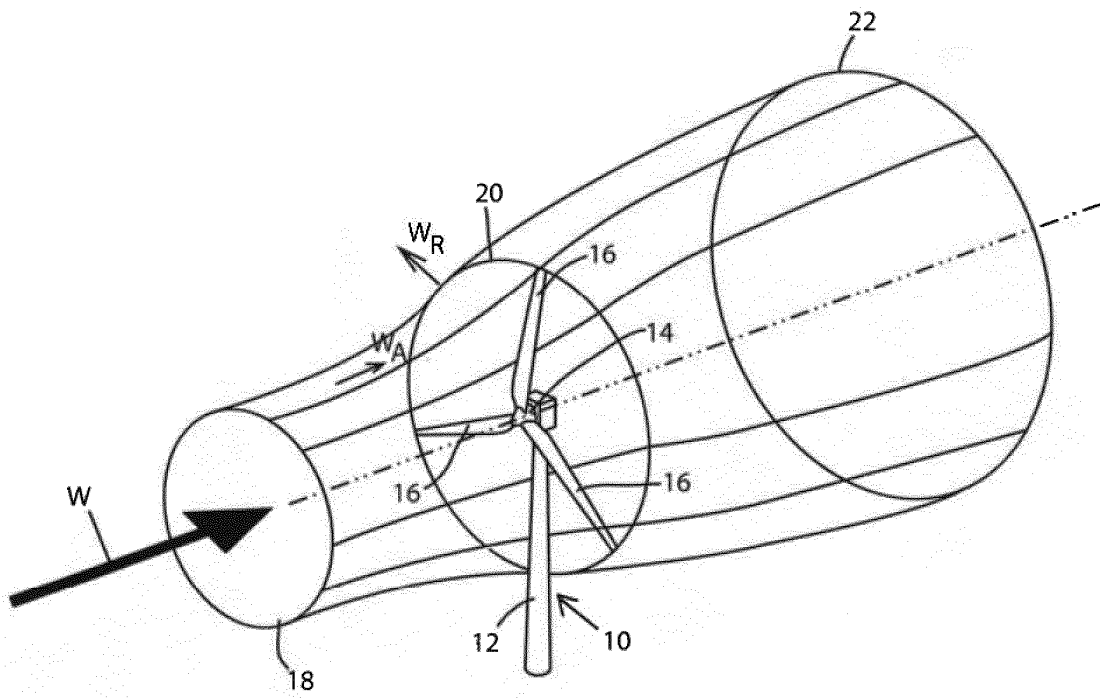


Figura 1
(Técnica anterior)

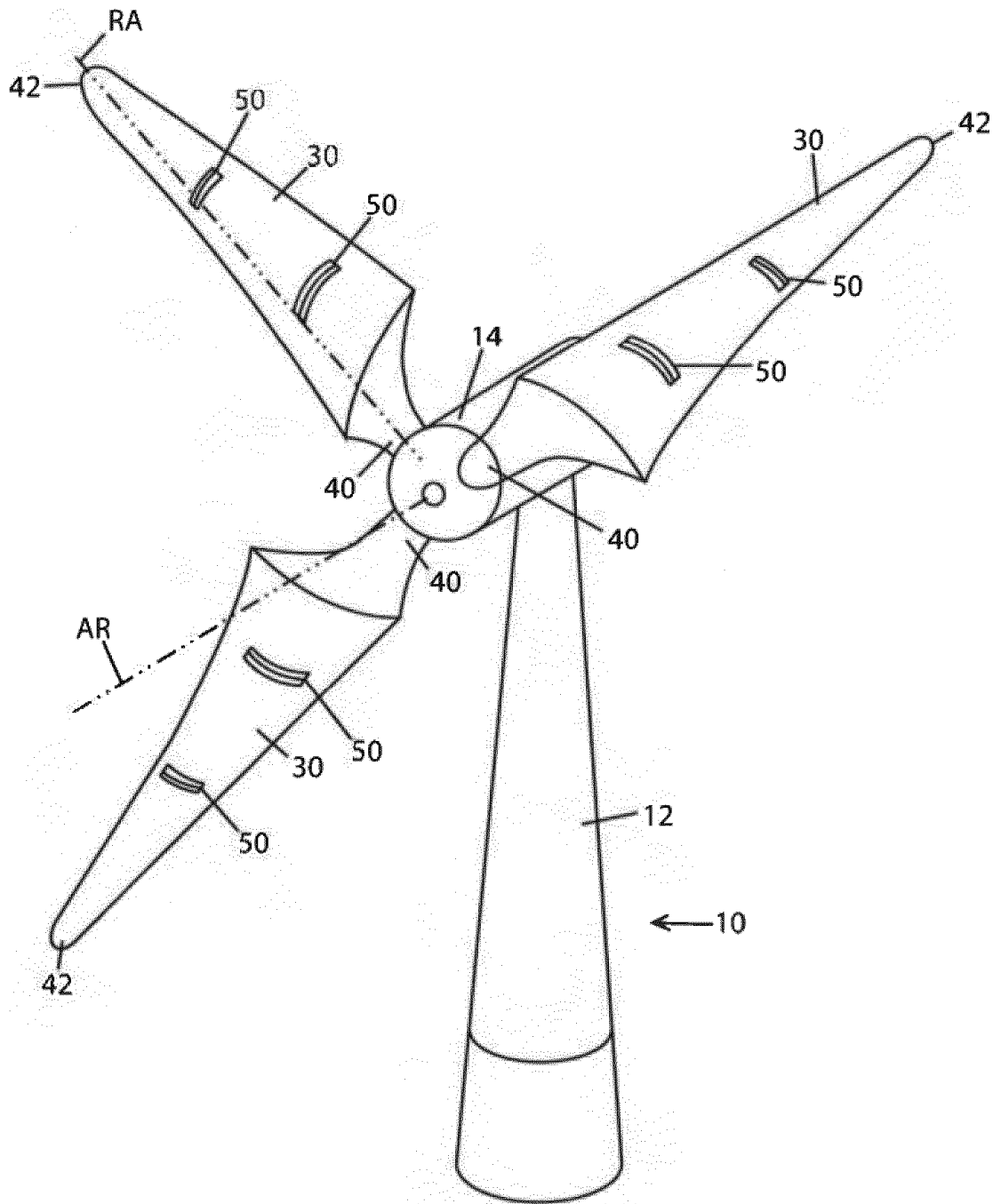


Figura 2

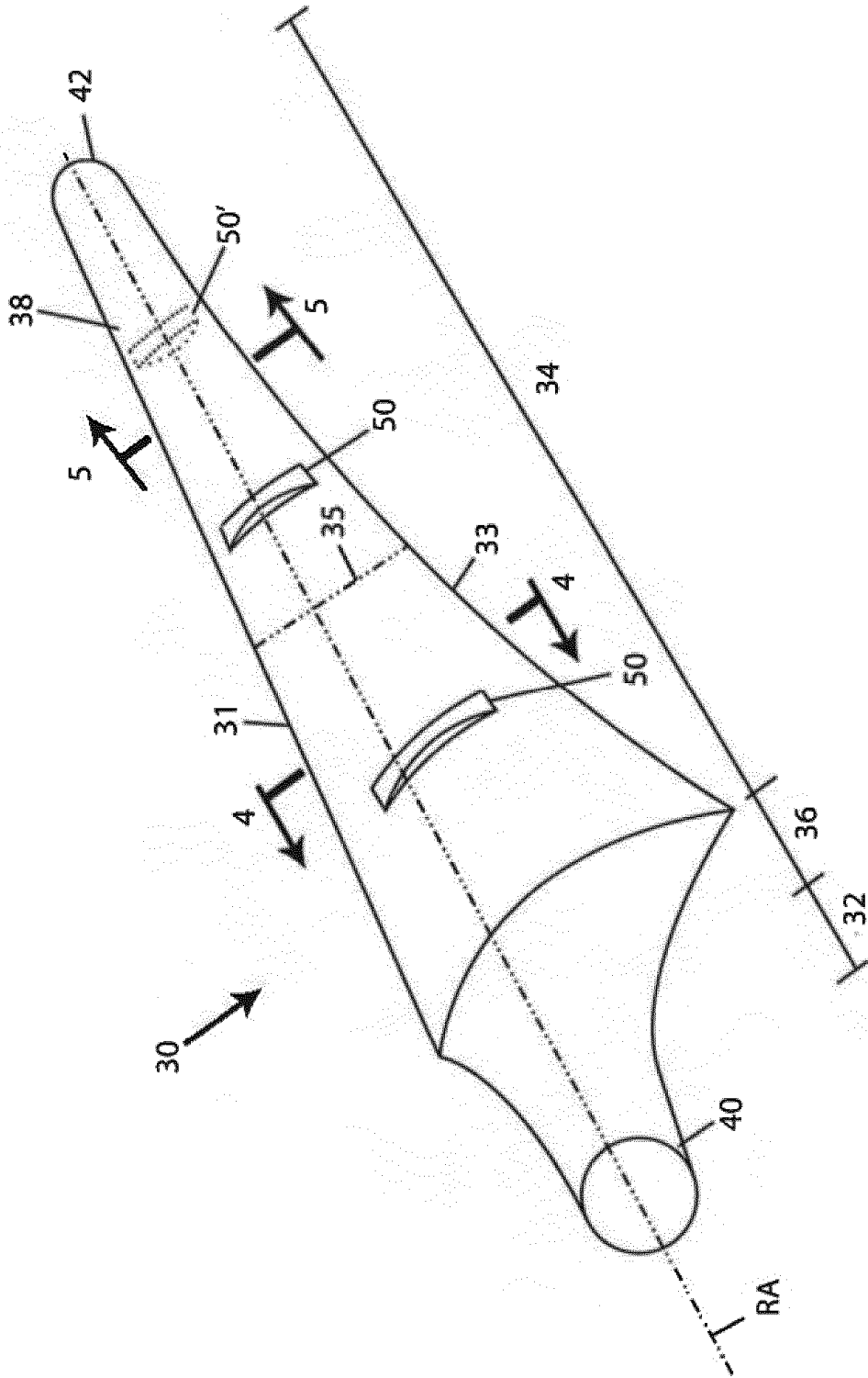


Figura 3

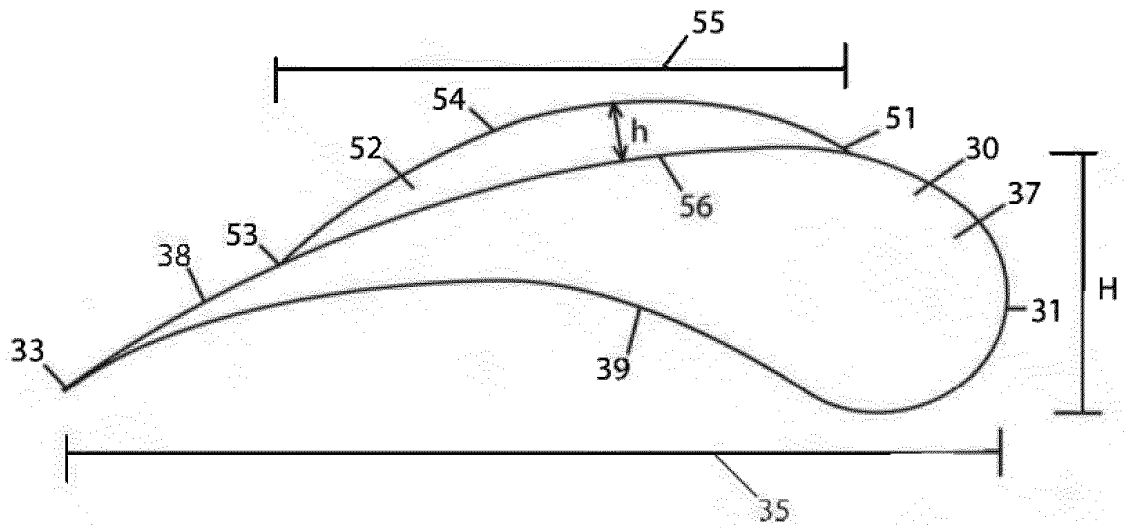


Figura 4

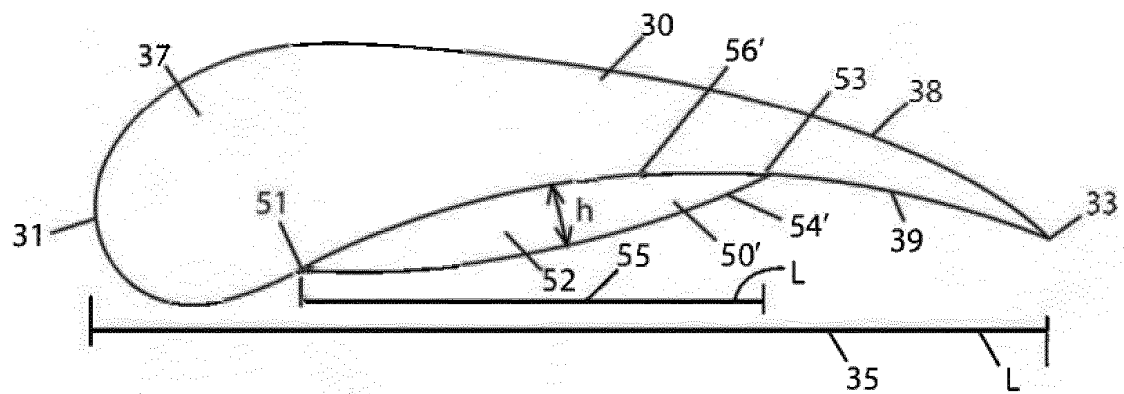


Figura 5

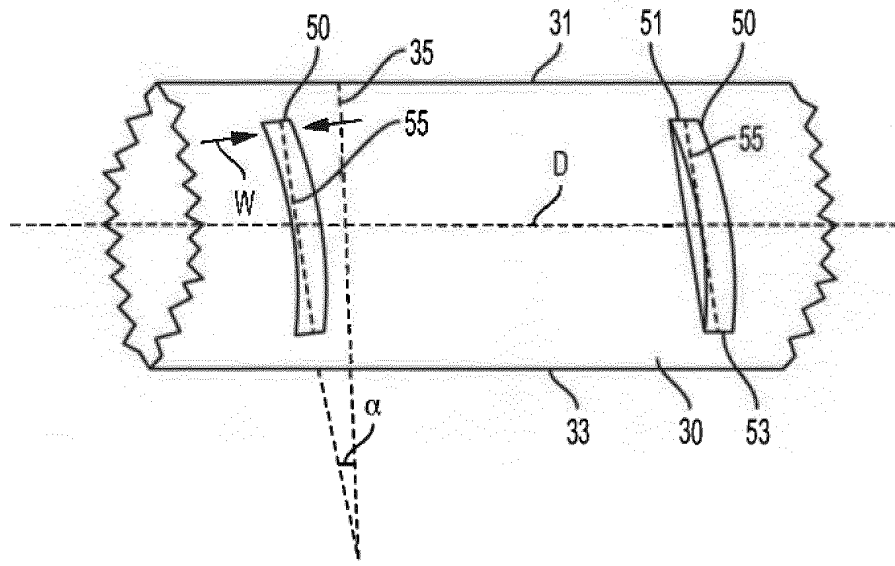


Figura 6

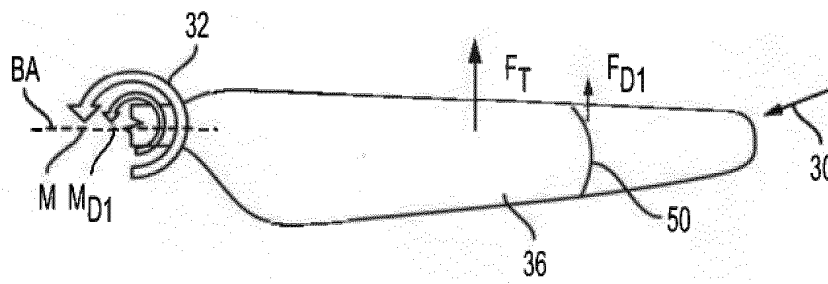


Figura 7

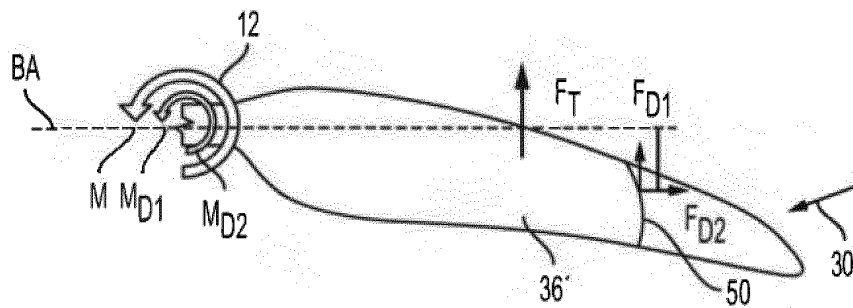


Figura 8