

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 620 927**

21 Número de solicitud: 201531929

51 Int. Cl.:

**F03D 3/00** (2006.01)

**F03D 3/06** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

**29.12.2015**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**30.06.2017**

Fecha de concesión:

**12.02.2018**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**19.02.2018**

73 Titular/es:

**MIKONOS XVIII SL (1.0%)**

**Avda. Jorge Vigón 23, bajo**

**26003 Logroño (La Rioja) ES y**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ**

**(99.0%)**

72 Inventor/es:

**SÁENZ-DÍEZ MURO, Juan Carlos;**

**JIMÉNEZ MACÍAS, Emilio;**

**BLANCO FERNÁNDEZ, Julio;**

**NIÑO MARTÍN, Daniel;**

**GARCÍA ALCARAZ, Jorge Luis;**

**MALDONADO MACÍAS, Aide Aracely;**

**HERNÁNDEZ ARELLANO, Juan Luis y**

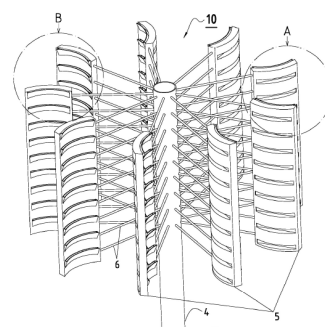
**BAEZ LÓPEZ, Yolanda Angélica**

54 Título: **Aerogenerador de eje de rotación vertical con turbina eólica de álabes compuestos**

57 Resumen:

Comprende una turbina eólica (10) que se compone de una pluralidad de álabes compuestos (5), dispuestos en posición vertical, que están formados exteriormente por un anverso con superficie convexa y por un reverso con superficie cóncava, con la finalidad de generar una fuerza horizontal de arrastre que provoca un movimiento angular de una turbina eólica (10), y en cuyo interior cada álabe compuesto (5) dispone de una pluralidad de palas con perfil aerodinámico (50), dispuestas en posición horizontal, situadas en la parte central de una pluralidad de deflectores (52), cuya finalidad es generar una fuerza vertical de arrastre, opuesta a la dirección de la gravedad, y una fuerza horizontal de sustentación que favorece el citado movimiento angular.

Fig.1



ES 2 620 927 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 40.2.8 LP 11/1986.

## **DESCRIPCIÓN**

Aerogenerador de eje de rotación vertical con turbina eólica de álabes compuestos.

### **5 Objeto y sector de la técnica al que se refiere la invención**

La presente invención se refiere a un aerogenerador de eje de rotación vertical que dispone de una turbina eólica formada por una pluralidad de álabes compuestos.

10 El objeto de la invención es proporcionar una turbina eólica de eje vertical que, mediante una pluralidad de álabes compuestos, permite aprovechar fuerzas tanto de arrastre como de sustentación; así como su funcionamiento se produce en levitación reduciéndose por tanto las pérdidas de rozamiento; capacitada para funcionar con velocidades bajas de viento.

15 La invención se sitúa en el sector técnico de la generación eléctrica por fuentes de energías renovables, y más concretamente en el relativo al aprovechamiento de la energía eólica.

### **Generalidades y estado de la técnica anterior más próximo**

20 En el estado de la técnica son conocidos diferentes tipos de turbinas eólicas, que normalmente admiten una primera clasificación según la posición horizontal o vertical del eje de giro de la aeroturbina. Una segunda clasificación se realiza según su principio de funcionamiento, según se base en fuerzas de arrastre "*drag*", fuerzas de sustentación  
25 "*lift*", o una mezcla de ambas.

Es bien conocido el modelo Darrieus, siendo de eje vertical y principalmente de sustentación; también el modelo Savonius, siendo de eje vertical y de arrastre; así como los modelos monopala, bipala, y tripala contruidos mediante perfil aerodinámico, siendo  
30 éstos de eje horizontal y principalmente de sustentación. En general presentan un coeficiente de potencia mayor los modelos de sustentación frente a los modelos de arrastre, llegando fácilmente al doble de eficiencia.

Las turbinas eólicas de eje horizontal son unidireccionales por lo que necesitan de  
35 sistemas de orientación para posicionarse en la dirección del viento. Las turbinas eólicas de eje vertical son omnidireccionales por lo que no necesitan sistema alguno de orientación.

Se conocen rotores eólicos de eje horizontal y de sustentación que aun teniendo un buen  
40 coeficiente de potencia presentan numerosos problemas e inconvenientes, tales como la necesidad de un costoso e ineficiente sistema de orientación o la necesidad de un freno mecánico activo para la parada del rotor; por otra parte no permiten captar velocidades de viento bajas (3-5 m/s). Además, la vibración que soportan durante su funcionamiento los rotores de eje horizontal es muy acusada, así como la generación de ruido elevado,  
45 resultando, por otra parte, perjudicial para la avifauna ya que las aves no detectan convenientemente este tipo de rotores.

Se conocen rotores eólicos de eje vertical, adoleciendo todos ellos de un escaso rendimiento energético debido al empleo de álabes que funcionan principalmente en arrastre ya que aunque sean mixtos la función de sustentación solo se activa en una pequeña ventana angular.

5

En el estado de la técnica más cercana tenemos los siguientes documentos, entre muchos otros:

En el documento de patente denominado **D01** con número de publicación **US-7344353\_B2** y fecha de presentación **18.03.2008** y titulado literalmente: "Helical wind turbine", se describe una turbina eólica de eje vertical con forma helicoidal.

En el documento de patente denominado **D02** con número de publicación **ES-2364828\_B2** y fecha de presentación **02.03.2010** y titulado literalmente: "Rotor eólico de eje vertical", se describe un rotor constituido por un eje vertical, dos soportes horizontales extremos y una pluralidad de álabes alternativamente de arrastre y de sustentación.

En el documento de patente denominado **D03** con número de publicación **US-8348618\_B2** y fecha de presentación **08.04.2010** y titulado literalmente: "Mass produced composite wind turbine blades", se describe una estructura ensamblada por niveles para conformar palas de turbinas eólicas de eje vertical.

En el documento de patente denominado **D04** con número de publicación **US-7976267\_B2** y fecha de presentación **10.08.2010** y titulado literalmente: "Helix turbine system and energy rodution means", se describe una turbina eólica de eje vertical con forma helicoidal.

### **Principios básicos de la invención**

El aerogenerador de eje de rotación vertical con turbina eólica de álabes compuestos (1) preconiza una turbina eólica (10) formada por una pluralidad de álabes compuestos (5) caracterizados porque:

- un álabe compuesto (5) externamente es de disposición vertical con función de arrastre; estos álabes aprovechan las velocidades de viento bajas (3-5 m/s);
- un álabe compuesto (5) internamente está formado por una pluralidad de palas con perfil aerodinámico (50) con función de sustentación, presentando dichas palas (50) un ángulo de ataque ( $\alpha$ ) constante, consiguiéndose esta propiedad mediante la incorporación de un deflector;

### **Problema técnico planteado**

Los sistemas del estado de la técnica anterior presentan una problemática que se centra fundamentalmente en los siguientes aspectos:

- 5  $\chi$  Los aerogeneradores que constan de una turbina eólica de eje horizontal de tipo sustentación son unidireccionales por lo que requieren un sistema de orientación para posicionarse en la dirección del viento, reduciendo su coeficiente de potencia si los vientos son muy cambiantes en dirección o si tienen componente inclinada;
- 10  $\chi$  Los aerogeneradores que constan de una turbina eólica de eje vertical de tipo sustentación requieren de unos álabes en disposición vertical, los cuales se ven afectados por un ángulo de ataque ( $\alpha$ ) variable comprendido, en cada revolución completa, entre  $\alpha$  y  $\alpha + 360^\circ$ , provocándose la entrada en pérdida de sustentación;
- 15  $\chi$  Los aerogeneradores que constan de una turbina eólica de eje vertical de tipo sustentación requieren de unos álabes en disposición vertical, los cuales se ven afectados por un bajísimo par de arranque necesitando de energía auxiliar para el arranque o de una inclusión de álabes de tipo arrastre para favorecer el arranque, convirtiéndose el rotor eólico en tipo mixto (sustentación + arrastre);
- 20  $\chi$  Los aerogeneradores en general se ven afectados por una fuerza de arrastre, de componente perpendicular al plano del movimiento, que provoca, junto al peso de la turbina eólica, un aumento de las pérdidas por rozamiento en cojinetes;
- $\chi$  Los aerogeneradores en general se ven afectados por el riesgo destructivo de sobre-velocidad por lo que requieren de frenos activados por energía externa.

#### **Ventaja técnica que aporta la invención**

- 25 El dispositivo (1) que preconiza la invención resuelve de forma plenamente satisfactoria la problemática anteriormente expuesta, en todos y cada uno de los diferentes aspectos comentados y que se detallan a continuación:
- 30  $\checkmark$  El aerogenerador de eje de rotación vertical con turbina eólica de álabes compuestos (1) que preconiza la invención es omnidireccional por lo que no requiere de sistema de orientación;
- 35  $\checkmark$  El aerogenerador de eje de rotación vertical con turbina eólica de álabes compuestos (1) que preconiza la invención dispone de una pluralidad de palas con perfil aerodinámico (50) en disposición horizontal, presentando un ángulo de ataque ( $\alpha$ ) constante, siendo ésta una necesidad hace tiempo buscada;
- 40  $\checkmark$  El aerogenerador de eje de rotación vertical con turbina eólica de álabes compuestos (1) que preconiza la invención dispone de una pluralidad de álabes compuestos (5), con función externa de arrastre, disponiendo por tanto de un elevado par de arranque;
- 45  $\checkmark$  El aerogenerador de eje de rotación vertical con turbina eólica de álabes compuestos (1) que preconiza la invención utiliza la componente vertical de la

fuerza de arrastre para contrarrestar el peso de la turbina eólica (10) y funcionar en levitación;

- ✓ El aerogenerador de eje de rotación vertical con turbina eólica de álabes compuestos (1) que preconiza la invención utiliza la componente vertical de la fuerza de arrastre para en caso de sobre-velocidad actuar sobre un freno dinámico (3) sin necesidad de empleo de energía externa.

### **Breve descripción de las figuras**

- Para complementar la descripción y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de figuras con carácter ilustrativo y no limitativo.

### *Glosario de referencias*

- |    |         |                                                                                    |
|----|---------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 15 | (1)     | Aerogenerador de eje de rotación vertical con turbina eólica de álabes compuestos; |
|    | (10)    | Turbina eólica;                                                                    |
|    | (2)     | Generador multiplicador;                                                           |
| 20 | (21)    | Árbol interior;                                                                    |
|    | (3)     | Freno dinámico;                                                                    |
|    | (30)    | Carcasa;                                                                           |
|    | (31)    | Disco freno rotante;                                                               |
|    | (32)    | Disco freno fijo;                                                                  |
| 25 | (33)    | Muelle;                                                                            |
|    | (34)    | Cojinete;                                                                          |
|    | (4)     | Árbol exterior;                                                                    |
|    | (5)     | Álabe compuesto;                                                                   |
|    | (50)    | Pala con perfil aerodinámico;                                                      |
| 30 | (51)    | Parte inferior del deflector;                                                      |
|    | (510)   | Entrada del deflector;                                                             |
|    | (52)    | Parte central del deflector;                                                       |
|    | (53)    | Parte superior del deflector;                                                      |
|    | (530)   | Salida del deflector;                                                              |
| 35 | (6)     | Radio roscado;                                                                     |
|    | (7)     | Columna;                                                                           |
|    | (501)   | Tornillo 1;                                                                        |
|    | (502)   | Tornillo 2;                                                                        |
|    | (503)   | Tornillo 3;                                                                        |
| 40 | (AR501) | Orificio roscado 1;                                                                |
|    | (AR502) | Orificio roscado 2;                                                                |
|    | (AR503) | Orificio roscado 3;                                                                |
|    | (AR6)   | Orificio roscado 4;                                                                |
|    | T6      | Tuerca;                                                                            |
| 45 | R4      | Ranura;                                                                            |
|    | T4      | Tornillo;                                                                          |

**Figura 1 (Fig.1).**- muestra una vista en perspectiva de una turbina eólica (10) de un aerogenerador de eje de rotación vertical con turbina eólica de álabes compuestos (1);

**Figura 2 (Fig.2).**- muestra, en **Fig.2A** un detalle “A”, y en **Fig.2B** un detalle “B”, de una turbina eólica (10);

**Figura 3 (Fig.3).**- muestra una vista en alzado de un aerogenerador de eje de rotación vertical con turbina eólica de álabes compuestos (1);

**Figura 4 (Fig.4).**- muestra una vista en planta de un aerogenerador de eje de rotación vertical con turbina eólica de álabes compuestos (1);

**Figura 5 (Fig.5).**- muestra, en **Fig.5A** una vista en planta, en **Fig.5B** una vista en perfil, en **Fig.5C** un detalle, de un álabe (5);

**Figura 6 (Fig.6).**- muestra, en **Fig.6A** un corte longitudinal “A-A”, en **Fig.6B** un corte transversal “B-B”, en **Fig.6C** un detalle, de un álabe compuesto (5);

**Figura 7 (Fig.7).**- muestra, en **Fig.7A** una vista en planta, y en **Fig.7B** una vista en alzado delantero “C”, de un álabe compuesto (5);

**Figura 8 (Fig.8).**- muestra, en **Fig.8A** una vista en planta, y en **Fig.7B** una vista en alzado trasero “D”, de un álabe compuesto (5);

**Figura 9 (Fig.9).**- muestra, en **Fig.9A** una vista en planta de montaje de un álabe compuesto (5), y en **Fig.9B** una vista en alzado de un álabe compuesto (5) montado en una turbina eólica (10);

**Figura 10 (Fig.10).**- muestra una vista en corte de un freno dinámico (3), en **Fig.10A** con un rotor eólico (10) en reposo, y en **Fig.10A** con un rotor eólico (10) en máximo movimiento;

**Figura 11 (Fig.11).**- muestra un resultado gráfico de una simulación en ANSYS FLUENT de una pala con perfil aerodinámico (50), en **Fig.11A** de vectores de velocidad, y en **Fig.11B** de contornos de velocidad;

**Figura 12 (Fig.12).**- muestra un resultado gráfico de una simulación en ANSYS FLUENT de una pala con perfil aerodinámico (50), en **Fig.12A** de contornos de presión, y en **Fig.12B** de líneas de corriente de velocidad;

#### **Descripción detallada de la invención y exposición detallada de un modo de realización preferente de la invención**

Se describe detalladamente una realización preferente de la invención, de entre las distintas alternativas posibles, mediante enumeración de sus componentes así como de su

relación funcional en base a referencias a las figuras, que se han incluido, a título ilustrativo y no limitativo, según los principios de las reivindicaciones.

Un aerogenerador de eje de rotación vertical con turbina eólica de álabes compuestos (1)  
5 se compone de:

- a. una columna (7), cualquiera del estado de la técnica, cuya función es soportar y elevar en altura una turbina eólica (10) y sus diferentes elementos;
- 10 b. un generador multiplicador (2), cualquiera del estado de la técnica, cuya función es adecuar la velocidad angular de una turbina eólica (10) con la de un generador y convertir la energía mecánica captada del viento por una turbina eólica (10) en energía eléctrica en un generador eléctrico;
- 15 c. un un freno dinámico (3) compuesto por: una carcasa (30), un disco freno rotante (31), un disco freno fijo (32), un muelle (33), y un cojinete (34), y cuya función es permitir que la componente vertical de la fuerza de arrastre pueda contrarrestar el peso de una turbina eólica (10) para funcionar en levitación, y por lo tanto reducir las pérdidas de rozamiento, y para que en caso de sobre-velocidad realizar un frenado, siendo el  
20 frenado más intenso cuanto mayor sea dicha sobre-velocidad;
- d. un árbol exterior (4), con eje de giro vertical, cuya función es sujetar una pluralidad de álabes compuestos (5) mediante una pluralidad de radios roscados (6) y recolectar la energía mecánica distribuida que le llega de cada uno de ellos y transmitirla hasta un  
25 árbol interior (21);
- e. una pluralidad de álabes compuestos (5), dispuestos en posición vertical, que están formados exteriormente por un anverso con superficie convexa y por un reverso con superficie cóncava, con la finalidad de generar una fuerza horizontal de arrastre que  
30 provoca un movimiento angular de una turbina eólica (10), y en cuyo interior cada álabe compuesto (5) dispone de una pluralidad de palas con perfil aerodinámico (50), dispuestas en posición horizontal, situadas en la parte central de una pluralidad de deflectores (52), cuya finalidad es generar una fuerza vertical de arrastre, opuesta a la dirección de la gravedad, y una fuerza horizontal de sustentación que favorece el citado  
35 movimiento angular;

caracterizándose porque las palas con perfil aerodinámico (50) presentan un ángulo de ataque ( $\alpha$ ) constante independientemente de la posición de rotación de la turbina eólica (10), sin entrar nunca en pérdida aerodinámica.

40

Para complementar la descripción y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención se realiza a continuación un completa descripción del juego de figuras.

45

**Figura 1 (Fig.1).**- muestra una vista en perspectiva de una turbina eólica (10) de un aerogenerador de eje de rotación vertical con turbina eólica de álabes compuestos (1).

Una turbina eólica (10) comprende una pluralidad de álabes compuestos (5), dispuestos en posición vertical, sujetos a un árbol exterior (4) mediante una pluralidad de radios roscados (6). Obsérvese que se han señalado un detalle “A” y un detalle “B” que se incluyen en la **Fig.2**.

10 **Figura 2 (Fig.2).**- muestra, en **Fig.2A** un detalle “A”, y en **Fig.2B** un detalle “B”, de una turbina eólica (10).

En la vista en detalle “A” puede observarse el anverso con superficie convexa de un álabe compuesto (5); apréciase la correspondiente pluralidad de entradas del deflector (510);

15 En la vista en detalle “B” puede observarse el reverso con superficie cóncava de un álabe compuesto (5); apréciase la correspondiente pluralidad de salidas del deflector (530);

La finalidad de la superficie exterior de cada álabe compuesto (5) es generar una fuerza horizontal de arrastre que provoca un movimiento angular de una turbina eólica (10).

**Figura 3 (Fig.3).**- muestra una vista en alzado de un aerogenerador de eje de rotación vertical con turbina eólica de álabes compuestos (1).

25 Se dispone de una columna (7), cualquiera del estado de la técnica, cuya función es soportar y elevar en altura un generador multiplicador (2), un freno dinámico (3), y una turbina eólica (10).

La función de un generador multiplicador (2), cualquiera del estado de la técnica, es adecuar la velocidad angular de una turbina eólica (10) con la de un generador y convertir la energía mecánica captada del viento por una turbina eólica (10) en energía eléctrica en un generador eléctrico.

35 **Figura 4 (Fig.4).**- muestra una vista en planta de un aerogenerador de eje de rotación vertical con turbina eólica de álabes compuestos (1).

Una turbina eólica (10) comprende una pluralidad de álabes compuestos (5), dispuestos en posición vertical, sujetos a un árbol exterior (4) mediante una pluralidad de radios roscados (6).

40 **Figura 5 (Fig.5).**- muestra, en **Fig.5A** una vista en planta, en **Fig.5B** una vista en perfil, en **Fig.5C** un detalle, de un álabe (5).

Obsérvese en la vista en detalle, **Fig.5C**, el tornillo 1 (501) y tornillo 2 (502) para fijación de cada pala con perfil aerodinámico (50).

**Figura 6 (Fig.6).**- muestra, en **Fig.6A** un corte longitudinal “A-A”, en **Fig.6B** un corte transversal “B-B”, en **Fig.6C** un detalle, de un álabe compuesto (5).

Obsérvese en la vista en corte longitudinal “A-A”, **Fig.6A**, una pluralidad de palas con perfil aerodinámico (50). Como puede verse en **Fig.6B**, una pala con perfil aerodinámico (50) vista en planta presenta una curvatura longitudinal para adaptarse a la curvatura de un álabe compuesto (5) y presenta un ángulo de ataque ( $\alpha$ ) constante independientemente de la posición de rotación de la turbina eólica (10); para ello la pala (50) se ubica en la parte central de un deflector (52), según puede observarse en **Fig. 6C**. La admisión de aire se produce por una entrada del deflector (510) ubicada en la parte inferior del deflector (51), y la salida de aire por una salida del deflector (530) ubicada en la parte superior del deflector (53).

**Figura 7 (Fig.7).**- muestra, en **Fig.7A** una vista en planta, y en **Fig.7B** una vista en alzado delantero “C”, de un álabe compuesto (5).

Puede observarse el anverso con superficie convexa de un álabe compuesto (5); apréciase la correspondiente pluralidad de entradas del deflector (510).

**Figura 8 (Fig.8).**- muestra, en **Fig.8A** una vista en planta, y en **Fig.7B** una vista en alzado trasero “D”, de un álabe compuesto (5).

Puede observarse el reverso con superficie cóncava de un álabe compuesto (5); apréciase la correspondiente pluralidad de salidas del deflector (530).

**Figura 9 (Fig.9).**- muestra, en **Fig.9A** una vista en planta de montaje de un álabe compuesto (5), y en **Fig.9B** una vista en alzado de un álabe compuesto (5) montado en una turbina eólica (10).

El montaje y fijación de un álabe compuesto (5) a un árbol exterior (4), que es el eje de giro vertical de una turbina eólica (10), se realiza mediante el siguiente procedimiento de montaje:

a. Introducir una pala con perfil aerodinámico (50) por la correspondiente entrada del deflector (510), avanzando por la parte inferior del deflector (51), hasta situarla en su posición en el interior de la parte central del deflector (52);

b. Fijar la pala (50) mediante el roscado de los tornillos 1, 2, y 3 (501, 502, y 503) en los correspondientes orificios roscados 1, 2, y 3 (AR501, AR502, y AR503);

c. Soportar un álabe compuesto (5) mediante el roscado de un extremo de un radio roscado (6) en el orificio roscado 4 (AR6) y atornillado del otro extremo, mediante un par de tuercas (T6), en un árbol exterior (4);

**Figura 10 (Fig.10).**- muestra una vista en corte de un freno dinámico (3), en **Fig.10A** con un rotor eólico (10) en reposo, y en **Fig.10B** con un rotor eólico (10) en máximo movimiento.

- 5 Un freno dinámico (3) compuesto por una carcasa (30), un disco freno rotante (31) y un disco freno fijo (32), y cuya función es permitir que la componente vertical de la fuerza de arrastre, generada por una pluralidad de palas con perfil aerodinámico (50), pueda contrarrestar el peso de una turbina eólica (10) para funcionar en levitación, y por lo tanto reducir las pérdidas de rozamiento, y en caso de sobre-velocidad realizar un frenado, siendo el frenado más intenso cuanto mayor sea dicha sobre-velocidad.

Obsérvese que se permite el desplazamiento de un árbol exterior (4) sobre un árbol interior (21), para permitir el funcionamiento en levitación. Para ello se ha practicado una ranura (R4) en un árbol exterior (4) para permitir que unos tornillos (T4), roscados en un árbol interior (21) y que son los encargados de transmitir un par motriz ejercido por una turbina eólica (10) entre ambos árboles (21,4), puedan desplazarse en la dirección del eje.

Cuando la componente vertical de la fuerza de arrastre, generada como se ha dicho por una pluralidad de palas con perfil aerodinámico (50), es un poco mayor que la masa de una turbina eólica (10), ésta se eleva levitando. Si la fuerza vertical sigue aumentando, la elevación se ve contrarrestada por la influencia de un muelle (33) para evitar que se accione el freno en régimen nominal. Una vez superado el régimen nominal se vence la acción del muelle (33) y se inicia el frenado. Un extremo del muelle (33) va fijado directamente a un disco freno rotante (31) y el otro extremo a un cojinete (34) para permitir la rotación de un árbol exterior (4).

**Figura 11 (Fig.11).**- muestra un resultado gráfico de una simulación en ANSYS FLUENT de una pala con perfil aerodinámico (50), en **Fig.11A** de vectores de velocidad, y en **Fig.11B** de contornos de velocidad.

La admisión de aire se produce por una entrada del deflector (510) ubicada en la parte inferior del deflector (51), y la salida de aire por una salida del deflector (530) ubicada en la parte superior del deflector (53). El deflector convierte la componente horizontal del viento en componente vertical en la parte central del deflector, que es donde se ubica una pala con perfil aerodinámico (50). En dicha pala (50) se produce una fuerza horizontal de sustentación (hacia la izquierda de la figura), ver **Tab.01**, y una fuerza vertical de arrastre (hacia arriba de la figura), ver **Tab.02**.

| <i><b>Zone<br/>wall<br/>alabe</b></i> | <i><b>Forces (N)</b></i> |         |        | <i><b>Coefficients</b></i> |         |        |
|---------------------------------------|--------------------------|---------|--------|----------------------------|---------|--------|
|                                       | Pressure                 | Viscous | Total  | Pressure                   | Viscous | Total  |
|                                       | -11,08                   | -0,0031 | -11,09 | -18,09                     | -0,005  | -18,10 |

**Tabla.01 (Tab.01).** Resultado de fuerzas generadas en una pala con perfil aerodinámico (50) según el vector de dirección (100), es decir eje x

| Zone<br>wall<br>alabe | Forces (N) |         |       | Coefficients |         |       |
|-----------------------|------------|---------|-------|--------------|---------|-------|
|                       | Pressure   | Viscous | Total | Pressure     | Viscous | Total |
|                       | 1,35       | 0,11    | 1,46  | 2,20         | 0,18    | 2,38  |

**Tabla.02 (Tab.02).** Resultado de fuerzas generadas en una pala con perfil aerodinámico (50) según el vector de dirección (010), es decir eje y.

Según los resultados mostrados en cada pala (50) se produce:

- una fuerza horizontal de sustentación, a favor del movimiento angular de la turbina eólica (10), de 11,09 N, referenciado a la unidad de superficie de un m<sup>2</sup>;
- una fuerza vertical de arrastre, en contra de la dirección de la gravedad, de 1,46 N, referenciado a la unidad de superficie de un m<sup>2</sup>;

La fuerza total generada en una pluralidad de palas (50) se obtiene multiplicando el número de palas por la fuerza unitaria por pala.

La fuerza total generada en una turbina eólica (10) es la indicada en el párrafo anterior incrementada con la obtenida por la geometría exterior de la pluralidad de álabes compuestos (5), esta fuerza es horizontal de arrastre.

**Figura 12 (Fig.12).**- muestra un resultado gráfico de una simulación en ANSYS FLUENT de una pala con perfil aerodinámico (50), en **Fig.12A** de contornos de presión, y en **Fig.12B** de líneas de corriente de velocidad.

El estudio de presiones y líneas de corriente sirve para optimizar la geometría del modelo objeto de estudio.

## REIVINDICACIONES

1. Aerogenerador de eje de rotación vertical con turbina eólica de álabes compuestos (1), del tipo de los que incorporan una columna (7), un generador multiplicador (2), y una  
5 turbina eólica (10), que se **caracteriza** por constar de:
  - a. un freno dinámico (3) compuesto por: una carcasa (30), un disco freno rotante (31), un disco freno fijo (32), un muelle (33), y un cojinete (34), y cuya función es permitir que la componente vertical de la fuerza de arrastre pueda contrarrestar  
10 el peso de una turbina eólica (10) para funcionar en levitación, y por lo tanto reducir las pérdidas de rozamiento, y para que en caso de sobre-velocidad realizar un frenado, siendo el frenado más intenso cuanto mayor sea dicha sobre-velocidad;
  - 15 b. un árbol exterior (4), con eje de giro vertical, cuya función es sujetar una pluralidad de álabes compuestos (5) mediante una pluralidad de radios roscados (6) y recolectar la energía mecánica distribuida que le llega de cada uno de ellos y transmitirla hasta un árbol interior (21);
  - 20 c. una pluralidad de álabes compuestos (5), dispuestos en posición vertical, que están formados exteriormente por un anverso con superficie convexa y por un reverso con superficie cóncava, con la finalidad de generar una fuerza horizontal de arrastre que provoca un movimiento angular de una turbina eólica (10), y en cuyo interior cada álabe compuesto (5) dispone de una pluralidad de palas con perfil  
25 aerodinámico (50), dispuestas en posición horizontal, situadas en la parte central de una pluralidad de deflectores (52), cuya finalidad es generar una fuerza vertical de arrastre, opuesta a la dirección de la gravedad, y una fuerza horizontal de sustentación que favorece el citado movimiento angular;
  - 30 y porque las palas con perfil aerodinámico (50) presentan un ángulo de ataque ( $\alpha$ ) constante independientemente de la posición de rotación de la turbina eólica (10), sin entrar nunca en pérdida aerodinámica.
2. Aerogenerador de eje de rotación vertical con turbina eólica de álabes compuestos (1),  
35 según reivindicación 1, que se **caracteriza** por el hecho de que cada una de dichas palas con perfil aerodinámico (50) tienen una configuración geométrica en planta que presenta la forma de un arco circular y una sección transversal de perfil aerodinámico.

40

Fig.1

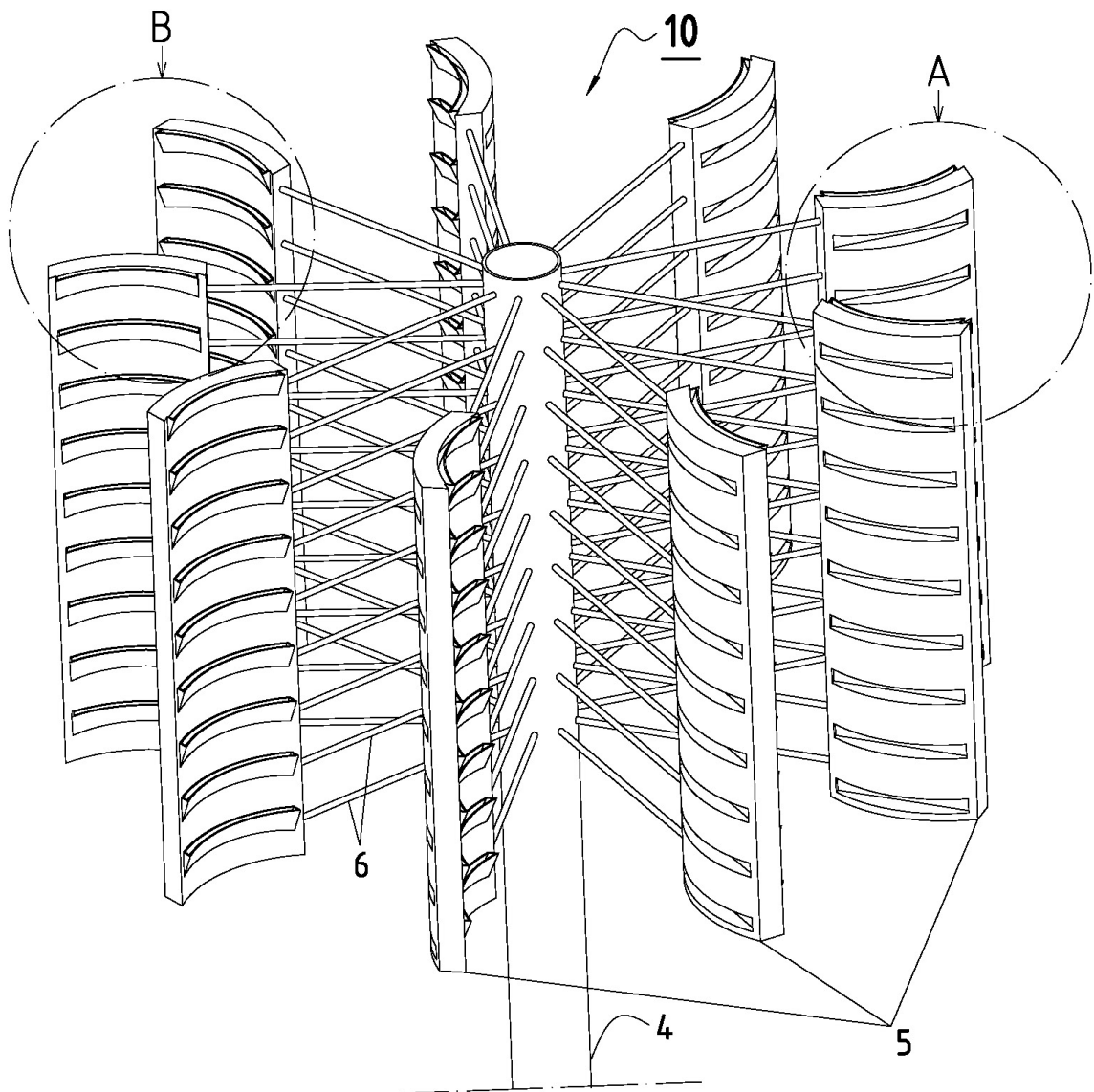


Fig.2A "A"

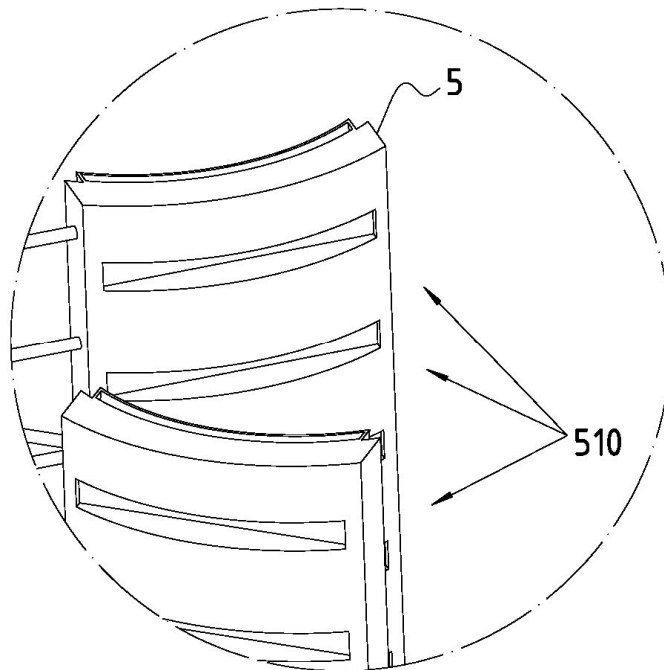


Fig.2A "B"

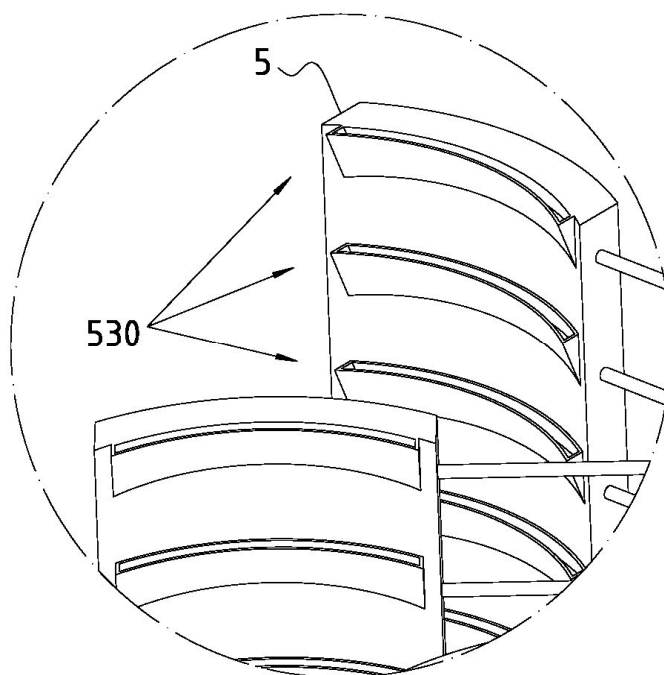


Fig.3

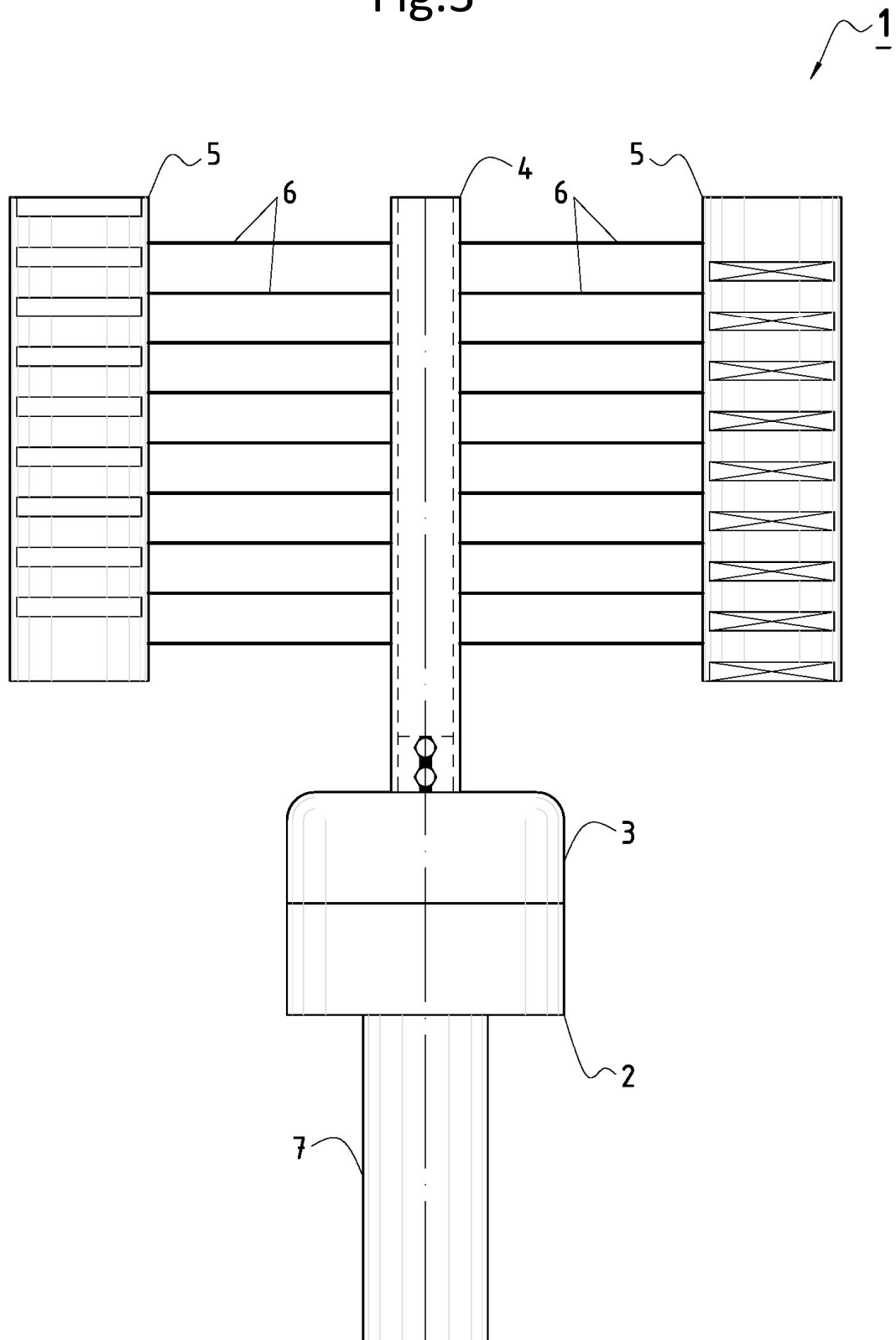


Fig.4

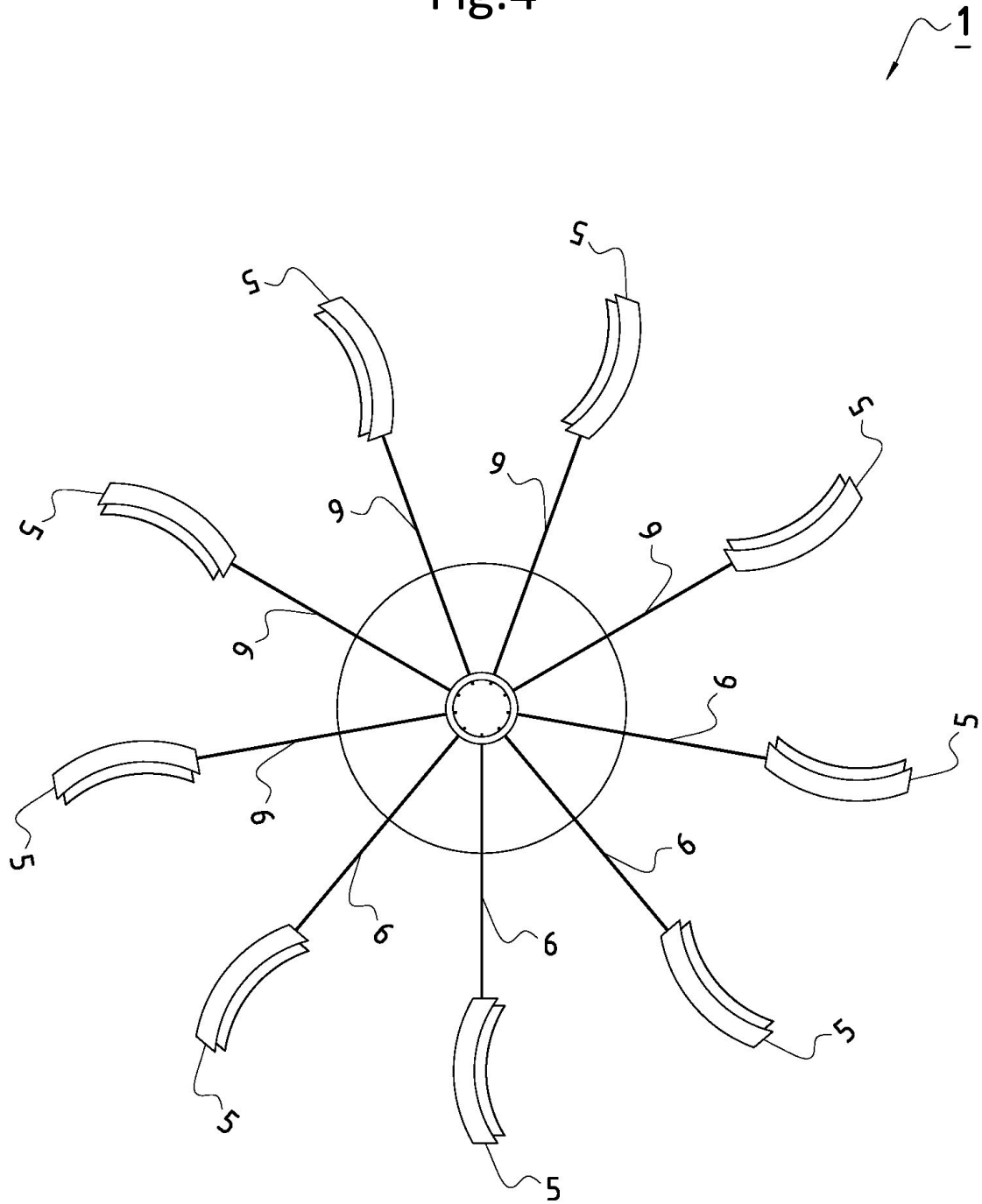
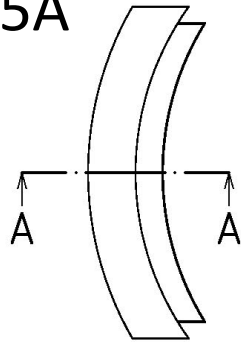


Fig.5A



5

Fig.5B

Fig.5C

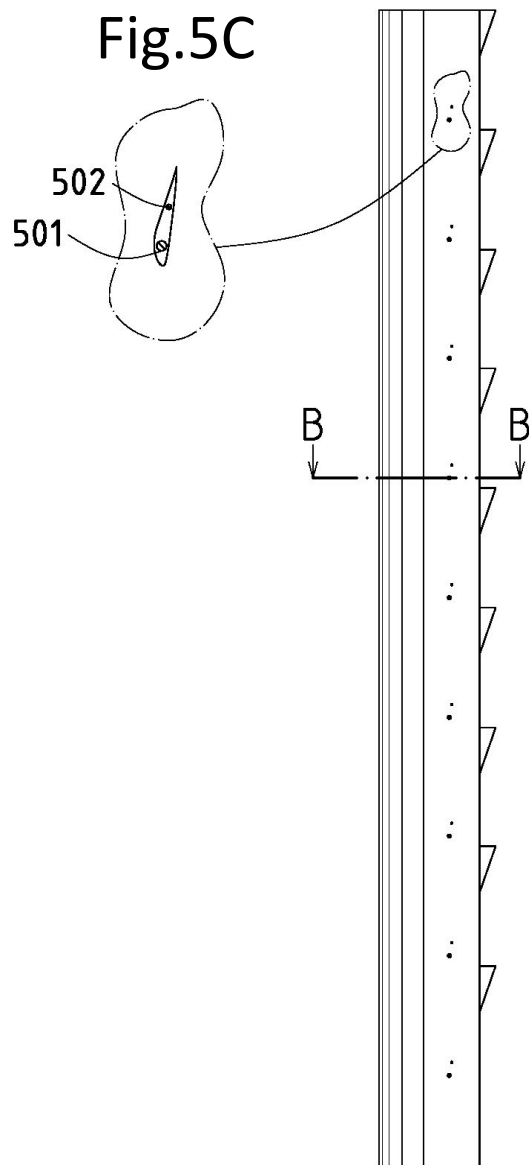


Fig.6A  
"A-A"

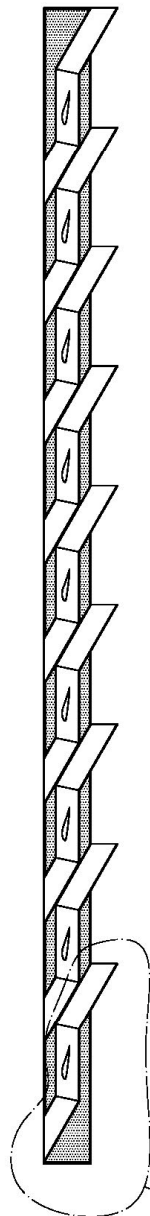


Fig.6B  
"B-B"

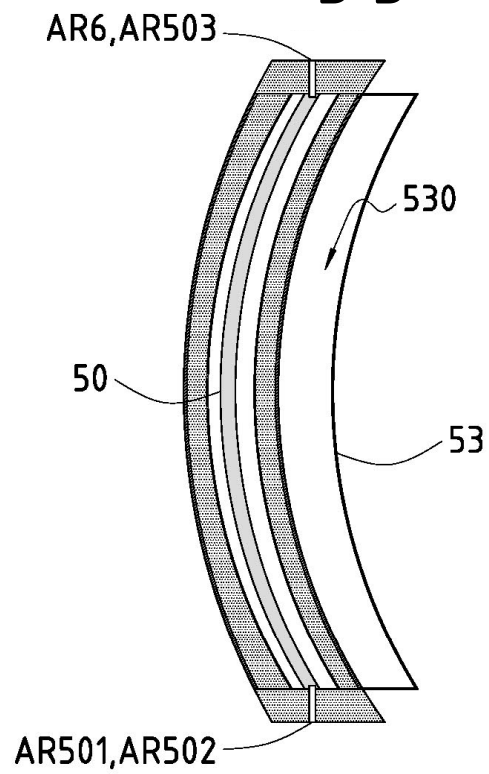


Fig.6C

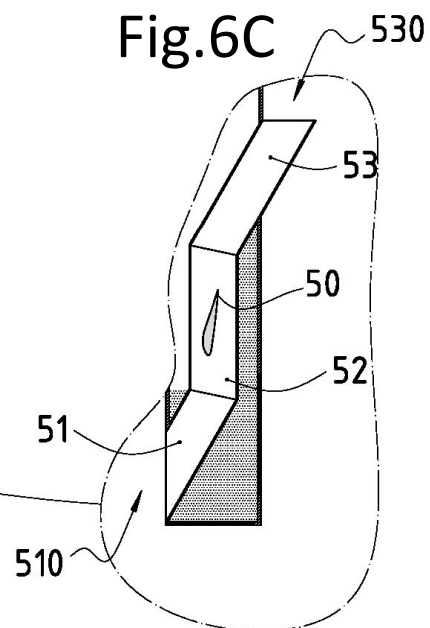
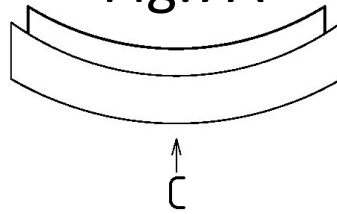


Fig.7A



5

Fig.7B "C"

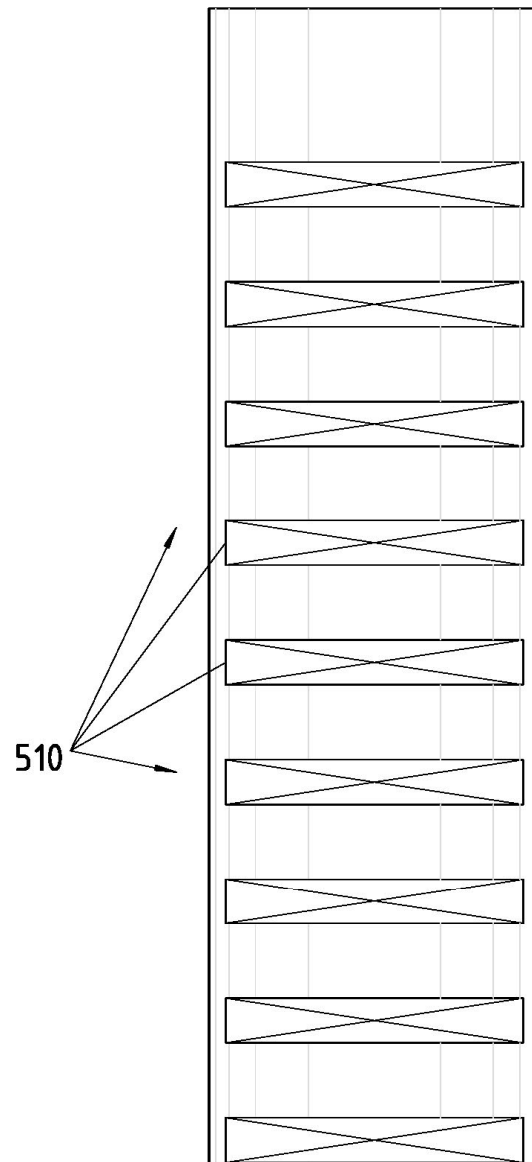
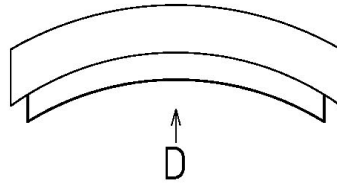
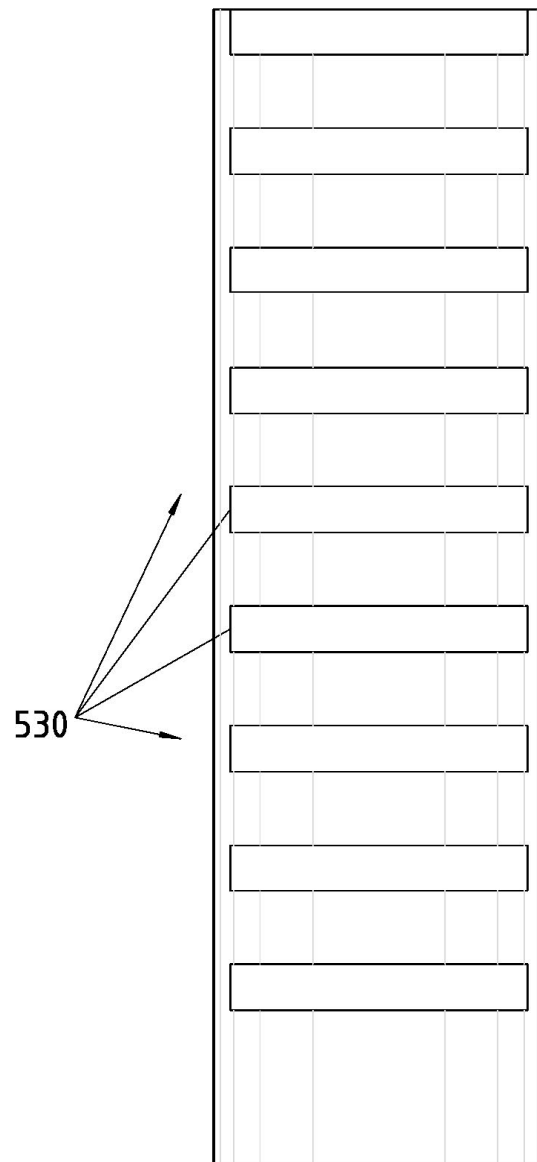


Fig.8A



5

Fig.8B "D"



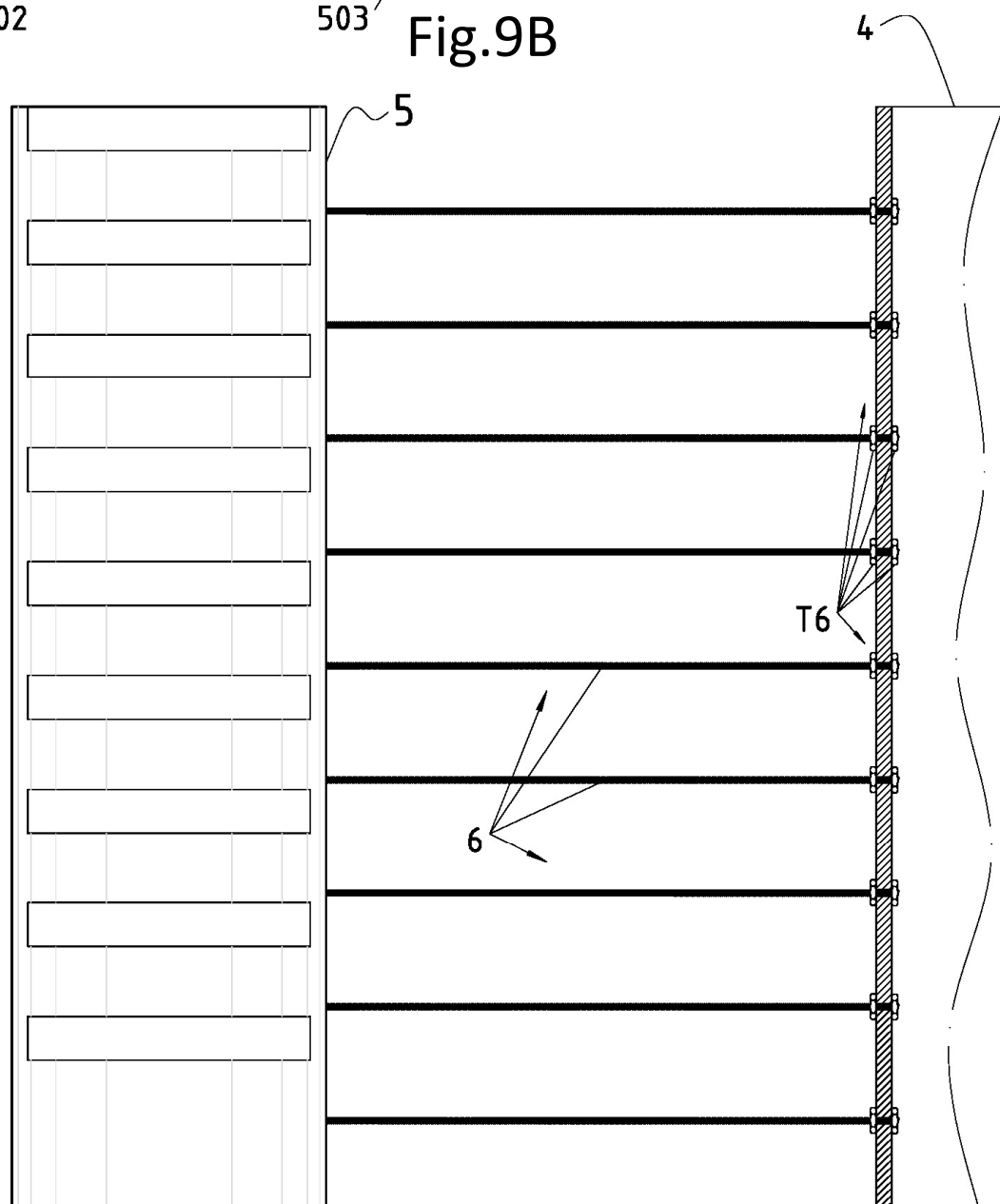
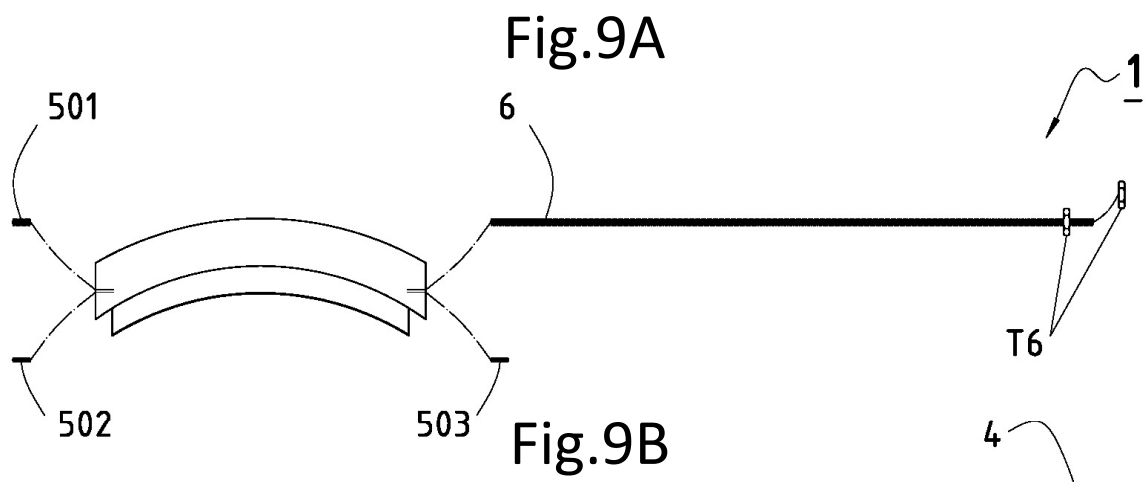


Fig.10A

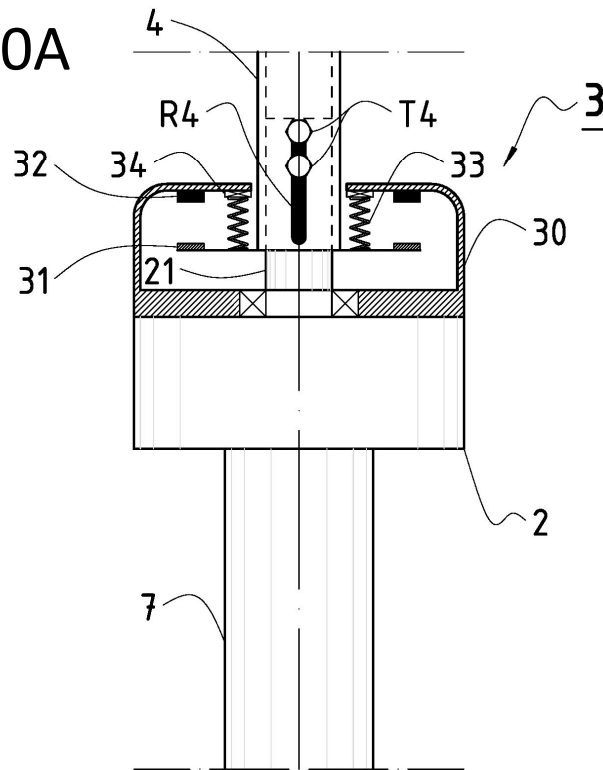


Fig.10B

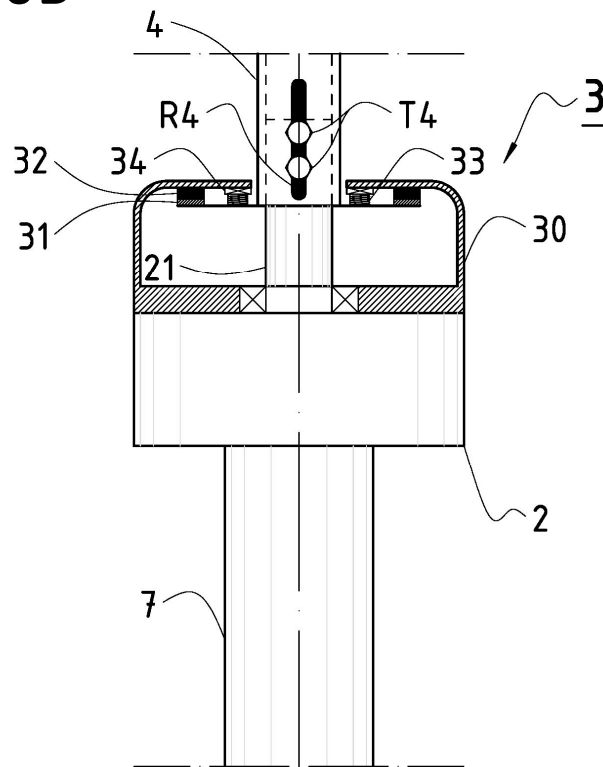


Fig.11A

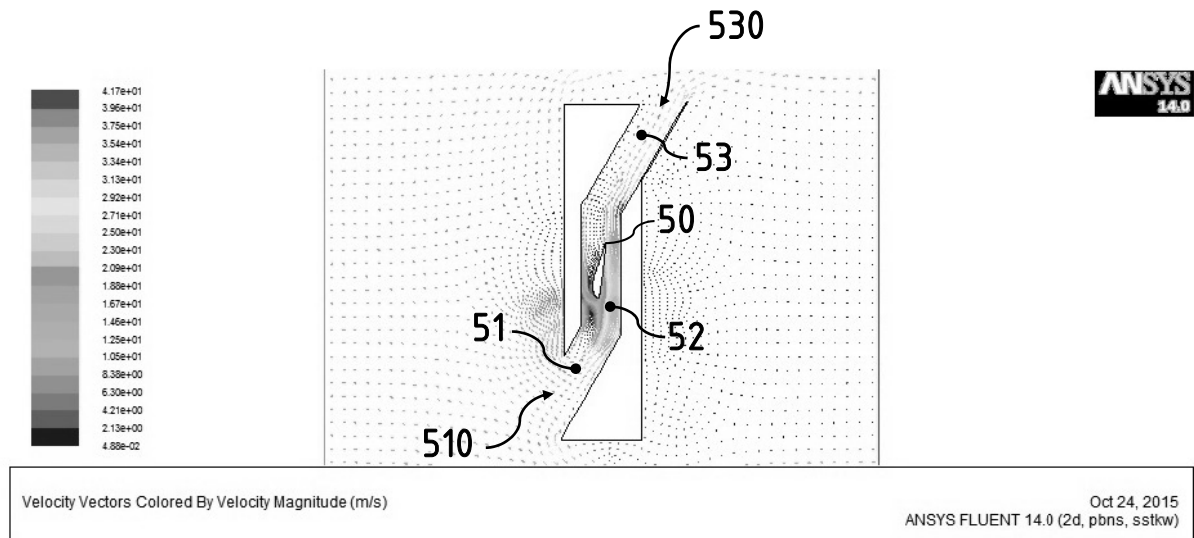


Fig.11B

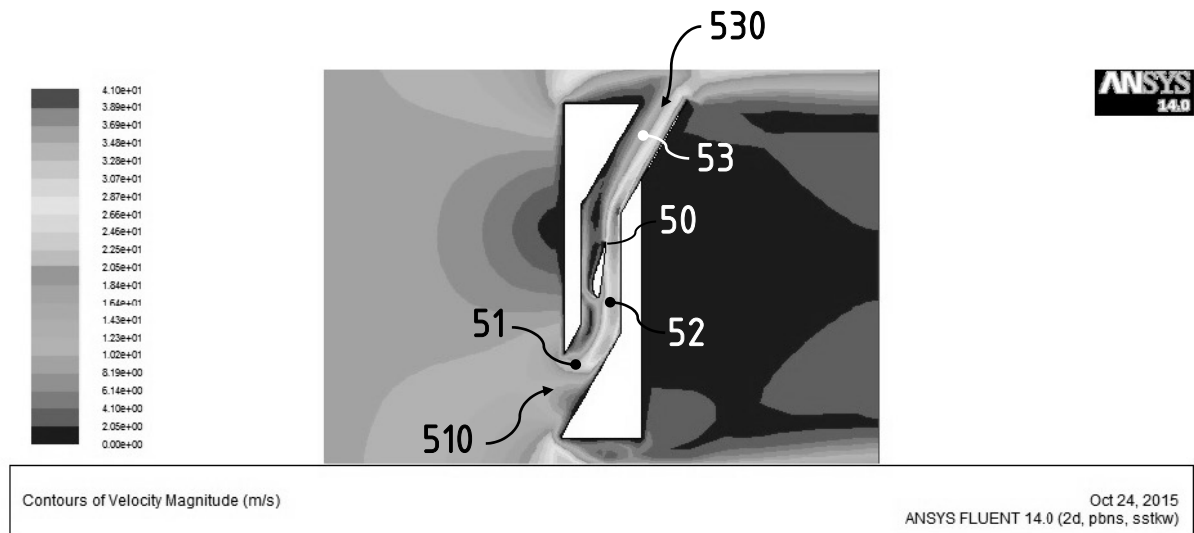


Fig.12A

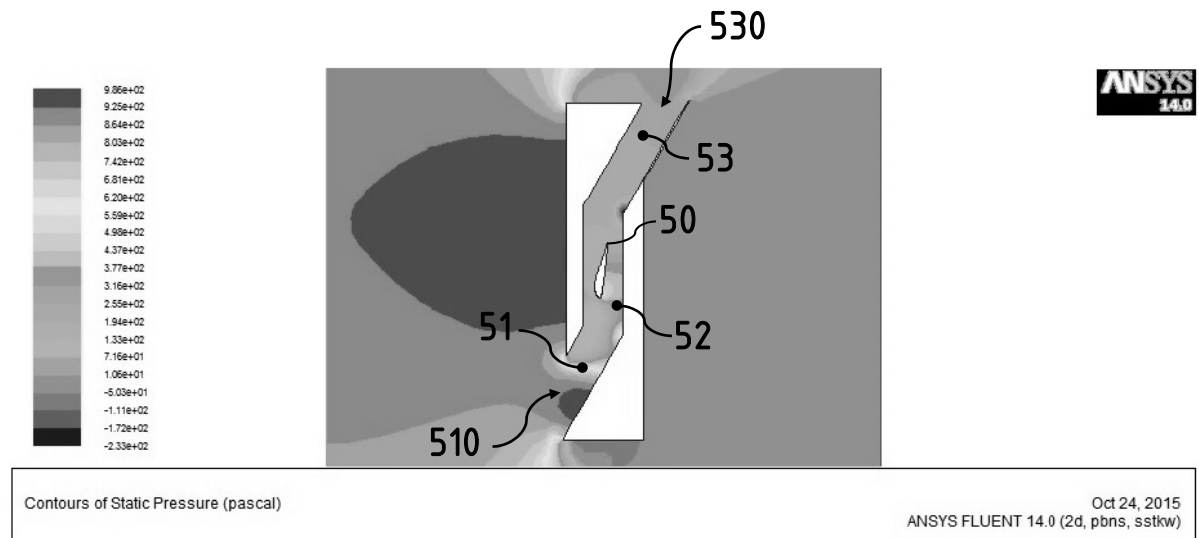
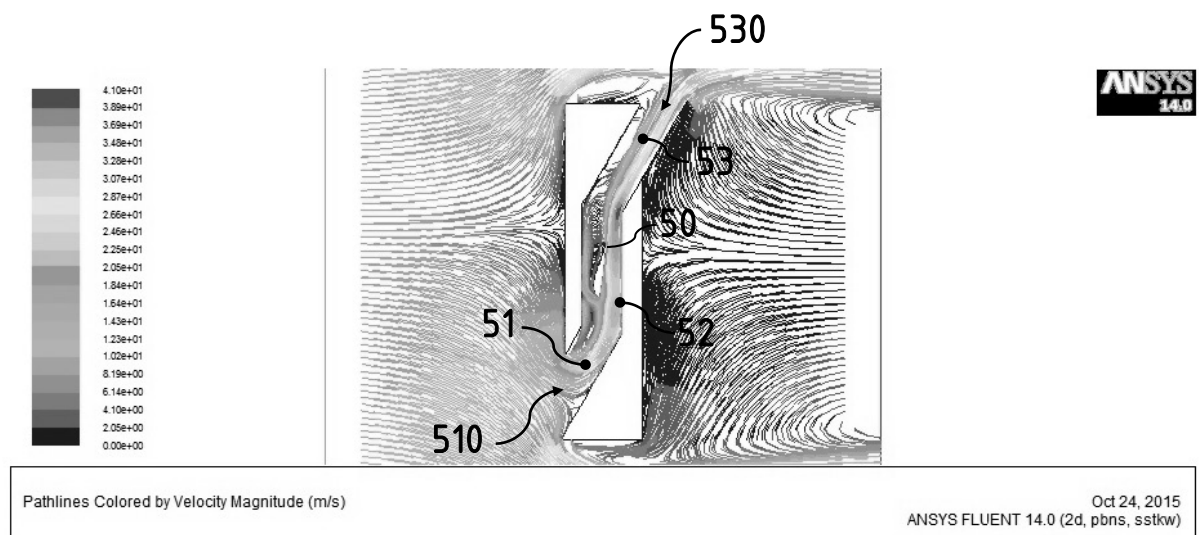


Fig.12B





OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201531929

②② Fecha de presentación de la solicitud: 29.12.2015

③② Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **F03D3/00** (2006.01)  
**F03D3/06** (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | ⑤⑥ Documentos citados                                                            | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| A         | US 2015345473 A1 (BARDIA JAIME MIGUEL) 03.12.2015, resumen; figuras.             | 1,2                        |
| A         | US 2011133474 A1 (HAAR JONATHAN) 09.06.2011, resumen; figuras.                   | 1,2                        |
| A         | US 2013028742 A1 (WATANABE KAHORU) 31.01.2013, párrafos [8-13]; figuras.         | 1,2                        |
| A         | US 2010135802 A1 (YEH DONG-HUA) 03.06.2010, párrafos [6-20]; figuras.            | 1,2                        |
| A         | EP 1857671 A1 (INTELLECTUAL PROPERTY BANK) 21.11.2007, párrafos [1-16]; figuras. | 1,2                        |

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
01.06.2016

Examinador  
M. A. López Carretero

Página  
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

F03D

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 01.06.2016

**Declaración**

|                                                 |                      |           |
|-------------------------------------------------|----------------------|-----------|
| <b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>            | Reivindicaciones 1-2 | <b>SI</b> |
|                                                 | Reivindicaciones     | <b>NO</b> |
| <b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b> | Reivindicaciones 1-2 | <b>SI</b> |
|                                                 | Reivindicaciones     | <b>NO</b> |

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

| Documento | Número Publicación o Identificación        | Fecha Publicación |
|-----------|--------------------------------------------|-------------------|
| D01       | US 2015345473 A1 (BARDIA JAIME MIGUEL)     | 03.12.2015        |
| D02       | US 2011133474 A1 (HAAR JONATHAN)           | 09.06.2011        |
| D03       | US 2013028742 A1 (WATANABE KAHORU)         | 31.01.2013        |
| D04       | US 2010135802 A1 (YEH DONG-HUA)            | 03.06.2010        |
| D05       | EP 1857671 A1 (INTELLECTUAL PROPERTY BANK) | 21.11.2007        |

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

La presente solicitud de patente en su reivindicación independiente 1 describe un aerogenerador de eje de rotación vertical con turbina eólica de álabes compuestos (1), del tipo de los que incorporan una columna (7), un generador multiplicador (2), y una turbina eólica (10), que se caracteriza por constar de:

- a) un freno dinámico (3) compuesto por: una carcasa (30), un disco freno rotante (31), un disco freno fijo (32), un muelle (33), y un cojinete (34), y cuya función es permitir que la componente vertical de la fuerza de arrastre pueda contrarrestar el peso de una turbina eólica (10) para funcionar en levitación, y por lo tanto reducir las pérdidas de rozamiento, y para que en caso de sobre-velocidad realizar un frenado, siendo el frenado más intenso cuanto mayor sea dicha sobre velocidad;
  - b) un árbol exterior (4), con eje de giro vertical, cuya función es sujetar una pluralidad de álabes compuestos (5) mediante una pluralidad de radios roscados (6) y recolectar la energía mecánica distribuida que le llega de cada uno de ellos y transmitirla hasta un árbol interior (21);
  - c) una pluralidad de álabes compuestos (5), dispuestos en posición vertical, que están formados exteriormente por un anverso con superficie convexa y por un reverso con superficie cóncava, con la finalidad de generar una fuerza horizontal de arrastre que provoca un movimiento angular de una turbina eólica (10), y en cuyo interior cada álabe compuesto (5) dispone de una pluralidad de palas con perfil aerodinámico (50), dispuestas en posición horizontal, situadas en la parte central de una pluralidad de deflectores (52), cuya finalidad es generar una fuerza vertical de arrastre, opuesta a la dirección de la gravedad, y una fuerza horizontal de sustentación que favorece el citado movimiento angular;
- y porque las palas con perfil aerodinámico (50) presentan un ángulo de ataque ( $\alpha$ ) constante independientemente de la posición de rotación de la turbina eólica (10), sin entrar nunca en pérdida aerodinámica.

Los documentos citados D01-D05 divulgan distintos aerogeneradores de eje vertical, que funcionan en levitación o que tienen diferentes perfiles de álabes para conseguir distintas fuerzas de arrastre y sustentación, pero ninguno de ellos muestra unos álabes compuestos como los descritos en la invención. Estos documentos muestran el estado de la técnica y por ello se puede considerar que la invención es nueva e implica actividad inventiva tal y como requieren los Arts. 6.1 y 8.1 de la Ley de Patentes 11/86.

La reivindicación 2 es dependiente de la reivindicación 1, por lo tanto es nueva y tiene actividad inventiva según los Art. 6.1 y 8.1 de la Ley de Patentes 11/86.