

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 477 115**

21 Número de solicitud: 201400456

51 Int. Cl.:

F03D 3/00 (2006.01)

F03D 3/06 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

22 Fecha de presentación:

30.05.2014

43 Fecha de publicación de la solicitud:

15.07.2014

Fecha de la concesión:

20.10.2014

45 Fecha de publicación de la concesión:

27.10.2014

73 Titular/es:

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA (100.0%)

**Avenida de la Paz 93
26006 Logroño (La Rioja) ES**

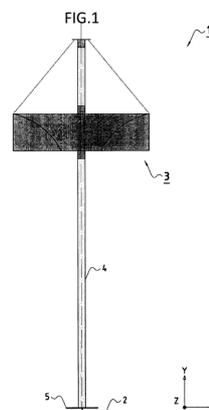
72 Inventor/es:

**SÁENZ-DÍEZ MURO, Juan Carlos;
JIMÉNEZ MACÍAS, Emilio ;
BLANCO FERNÁNDEZ, Julio ;
MARTÍNEZ CÁMARA, Eduardo;
AZOFRA ROJO, Diego y
GARCÍA ALCARAZ, Jorge Luis**

54 Título: **Generador eólico de eje vertical**

57 Resumen:

Generador eólico de eje vertical (1) compuesto por una turbina eólica (3) con eje de giro vertical y con una disposición en alternancia de una pluralidad de álabes tipo A (30A) con una pluralidad de álabes tipo B (30B), teniendo en planta todos los álabes (30A, 30B) una forma de curva plana convexa tipo de Bézier (300), siendo la funcionalidad de todos los álabes de arrastre, y estando dicha turbina eólica (3) dispuesta en una columna soporte (4) sobre una cimentación (5).



ES 2 477 115 B2

DESCRIPCIÓN

Generador eólico de eje vertical.

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

La presente invención se refiere a un generador eólico de eje vertical perteneciente al grupo denominado VAWT (*Vertical Axis Wind Turbine*) y funcionalmente de arrastre.

- 10 El objeto de la invención es un generador eólico de eje vertical de captación de viento omnidireccional según el eje x y especialmente diseñado para velocidades de viento muy bajas, como las que se dan en el espacio urbano en general y en las ciudades en particular.
- 15 La invención se sitúa en sector técnico de las energías renovables, y más concretamente en el relativo al aprovechamiento de la energía del viento con el fin de generar energía eléctrica.

Generalidades y estado de la técnica anterior más próximo

- 20 En la última década, (2000-2010), se ha impulsado el desarrollo de diferentes tipos de mini y micro generadores eólicos, existiendo dos grandes grupos, los HAWT (*Horizontal Axis Wind Turbine*) y los VAWT (*Vertical Axis Wind Turbine*). Los VAWT se han desarrollado de forma importante debido a su fácil construcción, baja
25 emisión de ruido, y por su captación de viento omnidireccional. El desarrollo actual de los VAWT se ha realizado para su emplazamiento urbano con velocidades medias de viento bajas, normalmente inferiores a 4 m/s y el de los HAWT dominan los emplazamientos rurales con velocidades medias de viento mínimas de 6 m/s.

- 30 Las ventajas de los VAWT versus HAWT son:

- No necesitan sistema alguno de orientación pues son de captación de viento omnidireccional;

- 35 - La velocidad tangencial periférica de los álabes es menor, por lo que el ruido generado es menor, así como las vibraciones;

- Son de más fácil construcción;

- 40 La desventaja fundamental de los VAWT versus HAWT es que su coeficiente de potencia es menor al coeficiente típico de los HAWT, de aproximadamente $C_p = 0,45$, por lo que se necesitará barrer mayor superficie para generar iguales potencias.

La potencia producida por una aeroturbina viene dada por la siguiente ecuación:

45

$$P = C_p(\lambda, \beta) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot v_{\infty}^3$$

donde: P es la potencia (W), C_p es el coeficiente de potencia dependiente de λ , relación de velocidad periférica (TSR), y β , que es el ángulo de paso (*pitch angle*), ρ es la densidad del aire (kg/m^3), S es el área característica (m^2) y v_{∞} es la velocidad del viento (m/s).

La relación de velocidad periférica (TSR) la obtenemos de la siguiente ecuación:

$$\lambda \text{ (TSR)} = \frac{\omega \cdot R}{v_{\infty}}$$

donde: λ , relación de velocidad periférica (TSR), ω es la velocidad de la turbina (rad/s), R es el radio de la turbina (m), siendo el producto $\omega \cdot R$ la velocidad periférica de la pala.

La velocidad de giro de una aeroturbina viene dado por:

$$n = \frac{60 \cdot \lambda \cdot v_{\infty}}{\pi \cdot D}$$

siendo: n la velocidad de rotación (rpm).

Podemos observar que a mayor diámetro, menor velocidad de giro.

Para una densidad del aire de $1,2 \text{ kg/m}^3$ y para un área barrida circular (HAWT) tendremos:

$$P = C_p(\lambda, \beta) \cdot 0,47 \cdot D^2 \cdot v_{\infty}^3$$

donde: D es el diámetro del rotor eólico (m).

Y para un área barrida rectangular (VAWT) tendremos:

$$P = C_p(\lambda, \beta) \cdot 0,6 \cdot H \cdot D \cdot v_{\infty}^3$$

donde: H es el altura del rotor eólico (m).

El coeficiente de potencia C_p puede alcanzar el valor teórico máximo de $16/27$ (0,59) que es el llamado límite de Betz, aunque en la práctica el máximo valor se da en las turbinas HAWT de dos palas siendo de hasta 0,47. El estado del arte se resume perfectamente en la figura 3.4 (titulada "Rotor efficiency vs. V_0/V ratio for rotors with different numbers of blades") de la referencia "Mukund R. Patel "Wind and Solar Power Systems: Design Analysis and Operation. 2nd ed." Florida (USA). CRC Press

Taylor & Francis Group. 2006.”. Dicha figura muestra las curvas características de C_p vs TSR para los diferentes tipos de aeroturbinas.

En el estado de la técnica son conocidos diferentes tipos de mini y micro-generadores eólicos tipo VAWT. Desde el punto de vista del funcionamiento del rotor eólico tenemos tres grupos: las que funcionan con fuerzas de arrastre, las que funcionan con fuerzas de sustentación, y las que funcionan con fuerzas mixtas. El ejemplo más representativo de rotor eólico de arrastre lo tenemos en el modelo Savonius, inventada por el ingeniero finlandés Sigurd J. Savonius en 1922. De rotor eólico de sustentación tenemos el modelo Darrieus, inventada por el ingeniero francés Georges Darrieus, quien patentó el diseño en 1931. Las más representativas de las mixtas son las que mezclan rotores Savonius en rotores Darrieus.

En el estado de la técnica más cercana tenemos los siguientes documentos:

En el documento de patente denominado **D01** con número de publicación **ES 2364828 A1** y fecha de presentación **02.03.2010** y titulado literalmente: "Rotor eólico de eje vertical" se describe un dispositivo constituido mediante un eje vertical, dos soportes horizontales y extremos, y establecidos entre dichos soportes una pluralidad de álabes, centra sus características en el hecho de que los álabes son de dos tipos, en disposición alternada, álabes preparados y configurados para constituir elementos de arrastre y alabes preparados para constituir elementos de sustentación, con la particularidad además de que éstos últimos entran en pérdida aerodinámica cuando sobrepasan una velocidad del viento pre-establecida, produciendo al rotor un efecto de freno.

En el documento de patente denominado **D02** con número de publicación **CN 201358887 Y** y fecha de presentación **24.04.2009**, titulado orientativamente: "Rotor eólico de eje vertical" se describe un dispositivo, constituido mediante un eje vertical, de una pluralidad de álabes, siendo los ubicados en su parte externa, de funcionamiento con fuerzas de sustentación, y los ubicados en su parte interna, de funcionamiento con fuerzas de arrastre.

En el documento de patente denominado **D03** con número de publicación **CN 101566126 A** y fecha de presentación **12.03.2009**, y titulado orientativamente: "Rotor eólico de eje vertical" se describe un dispositivo, constituido mediante un eje vertical, de una pluralidad de álabes de dos tipos, en disposición alternada, álabes preparados y configurados para constituir elementos de arrastre y alabes preparados para constituir elementos de sustentación.

40 Diferencias entre la técnica anterior más cercana y la invención reivindicada. Efecto de las diferencias y problema técnico que resuelven

El dispositivo descrito en D01 consta de una pluralidad de álabes, en disposición alternada, de arrastre y de sustentación. El problema técnico que se deriva de esta diferencia es que el dispositivo de D01 funciona con fuerzas de arrastre y con fuerzas

de sustentación, necesitando una velocidad de viento, de arranque y de generación, mayores que si todos los álabes funcionasen con fuerzas de arrastre.

El dispositivo descrito en D01 dispone de todos sus álabes constituidos con perfil aerodinámico. El problema técnico que se deriva de esta diferencia es que el dispositivo de D01 no puede construirse con álabes sin perfil aerodinámico, encareciéndose por tanto su construcción.

El dispositivo descrito en D02 consta de una pluralidad de álabes, unos interiores de arrastre y otros exteriores de sustentación. El problema técnico que se deriva de esta diferencia es que el dispositivo de D02 funciona con fuerzas de arrastre y con fuerzas de sustentación, necesitando una velocidad de viento, de arranque y de generación, mayores que si todos los álabes funcionasen con fuerzas de arrastre.

El dispositivo descrito en D02 dispone de unos álabes exteriores constituidos con perfil aerodinámico. El problema técnico que se deriva de esta diferencia es que el dispositivo de D02 no puede construirse con álabes sin perfil aerodinámico, encareciéndose por tanto su construcción.

El dispositivo descrito en D03 consta de una pluralidad de álabes, en disposición alternada, de arrastre y de sustentación. El problema técnico que se deriva de esta diferencia es que el dispositivo de D03 funciona con fuerzas de arrastre y con fuerzas de sustentación, necesitando una velocidad de viento, de arranque y de generación, mayores que si todos los álabes funcionasen con fuerzas de arrastre.

El dispositivo descrito en D03 dispone de unos álabes de sustentación constituidos con perfil aerodinámico. El problema técnico que se deriva de esta diferencia es que el dispositivo de D03 no puede construirse con álabes sin perfil aerodinámico, encareciéndose por tanto su construcción.

Justificación y ventaja técnica que aporta la invención

Determinación de la forma de las palas

El funcionamiento de un aerogenerador de arrastre se basa en las distintas fuerzas de resistencia al avance F_{xa} , F'_{xa} , que ejerce el viento sobre la diferente forma del anverso y del reverso de los álabes del rotor eólico.

La fuerza aerodinámica de resistencia al avance viene expresada por:

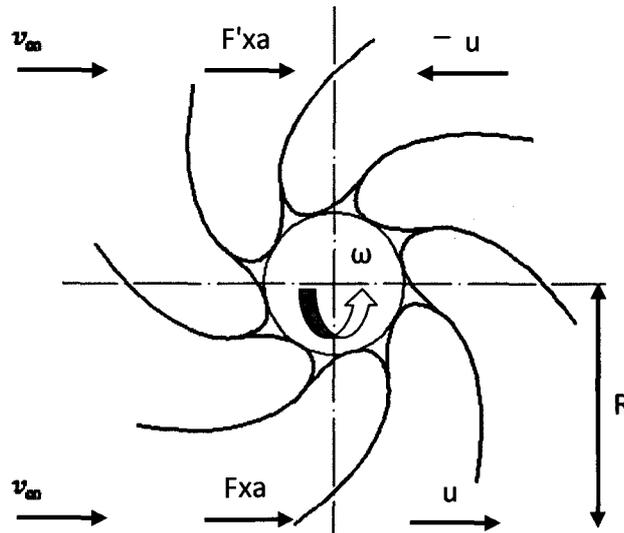
$$F_{xa} = C_{xa} \cdot q_{\infty} \cdot S$$

siendo C_{xa} el coeficiente de la fuerza de resistencia al avance, q_{∞} la presión dinámica y S el área característica.

Por lo tanto tendremos:

$$5 \quad F_{xa} = C_{xa} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho_{\infty} \cdot v_{\infty}^2 \cdot S$$

Aplicando la expresión anterior al anverso y reverso de los álabes del rotor eólico reivindicado tendremos:



10

$$F_{xa} = C_{xa} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho_{\infty} \cdot S \cdot (v_{\infty} - u)^2$$

$$F'_{xa} = C'_{xa} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho_{\infty} \cdot S \cdot (v_{\infty} + u)^2$$

siendo:

$$15 \quad u = \omega \cdot R$$

La potencia que desarrolla el viento sobre el rotor eólico será el producto del par por la velocidad angular:

$$P = (F_{xa} - F'_{xa}) \cdot R \cdot \omega = \frac{1}{2} \cdot \rho_{\infty} \cdot S \cdot u \cdot [C_{xa} (v_{\infty} - u)^2 - C'_{xa} (v_{\infty} + u)^2]$$

20

donde C_{xa} es el coeficiente de la fuerza de resistencia al avance del anverso del álabes, y C'_{xa} es el coeficiente de la fuerza de resistencia al avance del reverso del álabes.

Por lo tanto la potencia captada por el rotor eólico depende fundamentalmente de los citados coeficientes C_{xa} y C'_{xa} , siendo éstos dependientes de la forma y rugosidad de los álabes.

Es por tanto una necesidad hace tiempo buscada el disponer de unos álabes C_xa y C'_xa que mejoren el C_p de un rotor eólico, ya que los álabes con formas esféricas, cónicas, cilíndricas y otras, no han conseguido hasta ahora valores de C_p aceptables para competir con las turbinas HAWT.

5

Para la superación de dificultades no resolubles por las técnicas rutinarias para el diseño de los álabes, tanto en su número, forma, y colocación, se han empleado técnicas de dinámica de fluidos computacional sobre bocetos novedosos obtenidos con actividad inventiva.

10

La invención reivindicada produce un efecto inesperado en el valor del C_p del rotor eólico, siendo muy elevado, y ello es debido a la forma de los álabes basados en curvas geométricas de Bézier cuyos parámetros (vértices del polígono de control) se han optimizado, así como a la inclinación y disposición de los mismos para favorecer la

15 entrada y salida del flujo de aire en los álabes, así como a la sección complementaria formada por la alternancia de álabes tipo A y tipo B.

Descripción detallada de la invención

20 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

25

- | | |
|----------|-------------------------------------|
| (1) | Generador eólico de eje vertical. |
| (2) | Cable conexión eléctrica. |
| (3) | Turbina eólica. |
| (30A) | Álabe tipo A. |
| 30 (30B) | Álabe tipo B. |
| (31) | Soporte cojinete superior. |
| (32) | Eje de transmisión. |
| (33) | Soporte cojinete intermedio. |
| (34) | Multiplicador. |
| 35 (35) | Generador eléctrico. |
| (36) | Carcasa. |
| (37) | Soporte cojinete inferior. |
| (38A) | Tirante álabe tipo A. |
| (38B) | Tirante álabe tipo B. |
| 40 (300) | Curva plana convexa tipo Bézier. |
| (300E) | Circunferencia generatriz exterior. |
| (300I) | Circunferencia generatriz interior. |
| (301) | Vértice 1. |
| (302) | Vértice 2. |
| 45 (303) | Vértice 3. |

	(304)	Vértice 4.
	(305)	Vértice 5.
	(306)	Vértice 6.
	(307)	Vértice 7.
5	(308)	Vértice 8.
	(309)	Vértice 9.
	(30NA)	Vértice N del álabe tipo A.
	(30NB)	Vértice N del álabe tipo B.
	(310)	Borde del álabe.
10	(4)	Columna soporte.
	(5)	Cimentación.

Glosario de símbolos

15	X	Eje X.
	Y	Eje Y.
	Z	Eje Z.

Breve descripción de las figuras

20

Figura 1 (Fig.1).- muestra una vista en alzado del generador eólico de eje vertical (1).

Figura 2 (Fig.2).- muestra una vista en planta de una turbina eólica (3) con la disposición de una pluralidad de álabes tipo A (30A) y de una pluralidad de álabes tipo B (30B).

Figura 3 (Fig.3).- muestra una vista en corte longitudinal de una turbina eólica (3) del generador eólico de eje vertical (1).

30 **Figura 4 (Fig.4).**- muestra una vista esquemática simplificada en planta del generador eólico de eje vertical (1), donde se pueden apreciar la disposición de los vértices (301A, 309A) sobre las circunferencias generatriz interior (300I) y exterior (300E).

35 **Figura 5 (Fig.5).**- muestra una vista esquemática en planta, según el plano XZ, de la forma del alabeado de los álabes tipo A (30A) idénticos a los álabes tipo B (30B), del generador eólico de eje vertical (1).

40 **Figura 6 (Fig.6).**- muestra una vista parcial en alzado de la turbina eólica (3), donde se puede apreciar la forma, según el plano XY, de un álabe tipo A (30A) y de un álabe tipo B (30B); en este caso el borde del álabe (310) del álabe tipo A (30A) es cóncavo y el borde del álabe (310) del álabe tipo B (30B) es convexo.

Figura 7 (Fig.7).- muestra una vista parcial en alzado de la turbina eólica (3), donde se puede apreciar la forma, según el plano XY, de un álabe tipo A (30A) y de un álabe

tipo B (30B); en éste caso el borde del álabe (310) del álabe tipo A (30A) es recto y el borde del álabe (310) del álabe tipo B (30B) es recto.

Figura 8 (Fig.8).- muestra una vista parcial en alzado de la turbina eólica (3), dónde se puede apreciar la forma, según el plano XY, de un álabe tipo A (30A) y de un álabe tipo B (30B); en este caso el borde del álabe (310) del álabe tipo A (30A) es convexo y el borde del álabe (310) del álabe tipo B (30B) es cóncavo.

Figura 9 (Fig.9).- muestra una vista parcial en alzado de la turbina eólica (3), donde se puede apreciar la forma, según el plano XY, de un álabe tipo A (30A) y de un álabe tipo B (30B); en este caso el borde del álabe (310) del álabe tipo A (30A) es en forma de escuadra recta y el borde del álabe (310) del álabe tipo B (30B) es en forma de escuadra recta.

Figura 10 (Fig.10).- muestra una vista parcial en alzado de la turbina eólica (3), donde se puede apreciar la forma, según el plano XY, de un álabe tipo A (30A) y de un álabe tipo B (30B); en este caso todos los álabes son iguales.

Figura 11 (Fig.11).- muestra una vista en boceto isométrico de los álabes (30A, 30B) de una turbina eólica (3) según la configuración de la Fig.10.

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.

Figura 1 (Fig.1).- muestra una vista en alzado del generador eólico de eje vertical (1). Se puede apreciar un cable de conexión eléctrica (2) que es por donde se dará salida a la energía eléctrica generada; una turbina eólica (3); una columna soporte (4) con el fin de elevar la turbina del suelo lo que se desee; y una cimentación (5) con el fin de sujetar la columna al suelo.

Figura 2 (Fig.2).- muestra una vista en planta de una turbina eólica (3) con la disposición de una pluralidad de álabes tipo A (30A) y de una pluralidad de álabes tipo B (30B). Dicho rotor está configurado en base a un eje de giro vertical en cuyo eje se sitúa una carcasa (36), y en el que se sitúan una pluralidad de álabes, los cuales se fijan por un punto al anterior álabe, por un punto a la carcasa (36), por un punto al siguiente álabe y por su extremo a un tirante (38). Los álabes tienen una funcionalidad de arrastre y se sitúan alternativamente los de tipo A (30A) y los de tipo B (30B).

Figura 3 (Fig.3).- muestra una vista en corte longitudinal de una turbina eólica (3) del generador eólico de eje vertical (1). La turbina eólica (3) consta de de una turbina eólica (3) compuesta por una carcasa (36), con forma cilíndrica, que soporta una pluralidad de álabes tipo A (30A) y una pluralidad de álabes tipo B (30B) pudiendo

rotar libremente respecto de una columna soporte (4) mediante un soporte cojinete intermedio (33) y un soporte cojinete inferior (37), y porque los álabes tipo A (30A) se sitúan en alternancia con los álabes tipo B (30B), careciendo todos los álabes de perfil aerodinámico porque están configurados para ser impulsados por fuerzas
 5 aerodinámicas de resistencia al avance o arrastre, y porque en planta todos los álabes (30A, 30B) tienen forma de curva plana convexa tipo de Bézier (300), y porque en alzado los álabes tipo (A) están formados por una placa plana cortada por su parte inferior con un borde del álabe (310) siguiendo una curva geométrica, y porque en
 10 alzado los álabes tipo (B) están formados por una placa plana cortada por su parte superior con un borde del álabe (310) siguiendo la misma curva geométrica, de tal forma que la superficie de ambos es complementaria formando un plano completo, y porque un eje de transmisión (32) que parte de un soporte cojinete superior (31) y pasa por un soporte cojinete intermedio (33) está solidariamente unido a un multiplicador (34) y a un generador eléctrico (35) transmitiendo a dicho generador la energía del
 15 viento captada por los álabes.

Figura 4 (Fig.4).- muestra una vista esquemática simplificada en planta del generador eólico de eje vertical (1), donde se puede apreciar que la disposición de los vértices se caracteriza porque los vértices (301) de control están dispuestos sobre una
 20 circunferencia generatriz exterior (300E) cuyo radio está comprendido en el rango 125-130% de la cuerda y los vértices (309) están dispuestos sobre una circunferencia generatriz interior (300I) cuyo radio está comprendido en el rango 60-65% de la cuerda y porque el radio de la carcasa (36) está comprendido en el rango 35-40% de la cuerda.

Figura 5 (Fig.5).- muestra una vista esquemática en planta, según el plano XZ, de la forma del alabeado de los álabes tipo A (30A) idénticos a los álabes tipo B (30B), del generador eólico de eje vertical (1) caracterizándose los álabes porque en planta todos los álabes (30A, 30B) tienen forma de curva plana convexa tipo de Bézier (300) de
 30 grado 8 y su polígono de control tiene 9 vértices (301-309), y porque si definimos en la curva de Bézier (300) una cuerda comprendida por un arco formado por un tramo de la curva que va desde el primer punto de la curva, coincidente con el primer vértice (301), hasta un punto de la curva cuya recta tangente, es perpendicular a la cuerda, y porque si referenciamos la longitud de dicha cuerda por el 100%, entonces tendremos que respecto de un eje (Z) perpendicular a la cuerda:

- 35
- un primer vértice (301) tiene una amplitud de un 0%, siendo nula por ser el vértice de control;
 - un segundo vértice (302) tiene una amplitud comprendida entre un
 40 5% y un 10%, siendo positiva por situarse debajo de la cuerda;
 - un tercer vértice (303) tiene una amplitud comprendida entre un
 15% y un 20%, siendo positiva por situarse debajo de la cuerda;
 - un cuarto vértice (304) tiene una amplitud comprendida entre un
 20% y un 25%, siendo positiva por situarse debajo de la cuerda;
 - un quinto vértice (305) tiene una amplitud comprendida entre un
 45 15% y un 20%, siendo positiva por situarse debajo de la cuerda;

- un sexto vértice (306) tiene una amplitud de un 0 %, siendo nula por situarse alineado con el vértice de control;
- un séptimo vértice (307) tiene una amplitud comprendida entre un - 20% y un -22,5%, siendo negativa por situarse encima de la cuerda;
- 5 - un octavo vértice (308) tiene una amplitud comprendida entre un - 22,5% y un -25%, siendo negativa por situarse encima de la cuerda;
- un noveno vértice (309) tiene una amplitud comprendida entre un - 25% y un -30%, siendo negativa por situarse encima de la cuerda;

10 **Figura 6 (Fig.6).**- muestra una vista parcial en alzado de la turbina eólica (3), donde se puede apreciar la forma, según el plano XY, de un álabe tipo A (30A) y de un álabe tipo B (30B); en este caso el borde del álabe (310) inferior del álabe tipo A (30A) sigue una curva geométrica cóncava y el borde del álabe (310) superior del álabe tipo B (30B) una curva geométrica convexa. En el plano XY el álabe es plano con la forma del borde del álabe (310) indicada, pero en el plano XZ el álabe tiene forma alabeada según una curva plana convexa tipo Bézier (300).

20 **Figura 7 (Fig.7).**- muestra una vista parcial en alzado de la turbina eólica (3), donde se puede apreciar la forma, según el plano XY, de un álabe tipo A (30A) y de un álabe tipo B (30B); en este caso el borde del álabe (310) inferior del álabe tipo A (30A) sigue una curva geométrica recta inclinada y el borde del álabe (310) superior del álabe tipo B (30B) sigue una curva geométrica recta inclinada. En el plano XY el álabe es plano con la forma del borde del álabe (310) indicada, pero en el plano XZ el álabe tiene forma alabeada según una curva plana convexa tipo Bézier (300).

25 **Figura 8 (Fig.8).**- muestra una vista parcial en alzado de la turbina eólica (3), donde se puede apreciar la forma, según el plano XY, de un álabe tipo A (30A) y de un álabe tipo B (30B); en este caso el borde del álabe (310) inferior del álabe tipo A (30A) sigue una curva geométrica convexa y el borde del álabe (310) superior del álabe tipo B (30B) sigue una curva geométrica cóncava. En el plano XY el álabe es plano con la forma del borde del álabe (310) indicada, pero en el plano XZ el álabe tiene forma alabeada según una curva plana convexa tipo Bézier (300).

35 **Figura 9 (Fig.9).**- muestra una vista parcial en alzado de la turbina eólica (3), donde se puede apreciar la forma, según el plano XY, de un álabe tipo A (30A) y de un álabe tipo B (30B); en este caso el borde del álabe (310) inferior del álabe tipo A (30A) sigue una curva geométrica recta horizontal y el borde del álabe (310) superior del álabe tipo B (30B) sigue una curva geométrica recta horizontal. En el plano XY el álabe es plano con la forma del borde del álabe (310) indicada, pero en el plano XZ el álabe tiene forma alabeada según una curva plana convexa tipo Bézier (300).

45 **Figura 10 (Fig.10).**- muestra una vista parcial en alzado de la turbina eólica (3), donde se puede apreciar la forma, según el plano XY, de un álabe tipo A (30A) y de un álabe tipo B (30B); en este caso todos los álabes son iguales, ocupando en alzado cada uno de ellos un plano completo.

Figura 11 (Fig.11).- muestra una vista en boceto isométrico de los álabes (30A, 30B) de una turbina eólica (3) según la configuración de la Fig.10.

5

REIVINDICACIONES

1. Generador eólico de eje vertical (1), del tipo de los que incorporan una turbina eólica sobre una columna soporte, disponiendo la turbina eólica de una pluralidad de álabes alineados circunferencialmente alrededor de un eje de giro vertical, que se **caracteriza** por constar de una turbina eólica (3) compuesta por una carcasa (36), con forma cilíndrica, que soporta una pluralidad de álabes tipo A (30A) y una pluralidad de álabes tipo B (30B), pudiendo rotar libremente respecto de una columna soporte (4) mediante un soporte cojinete intermedio (33) y un soporte cojinete inferior (37), y porque los álabes tipo A (30A) se sitúan en alternancia con los álabes tipo B (30B), caracterizándose todos los álabes de perfil aerodinámico porque están configurados para ser impulsados por fuerzas aerodinámicas de resistencia al avance o arrastre, y porque en planta todos los álabes (30A, 30B) tienen forma de curva plana convexa tipo de Bézier (300), y porque en alzado los álabes tipo (A) están formados por una placa plana cortada por su parte inferior con un borde del álabe (310) siguiendo una curva geométrica, y porque en alzado los álabes tipo (B) están formados por una placa plana cortada por su parte superior con un borde del álabe (310) siguiendo la misma curva geométrica, de tal forma que la superficie de ambos es complementaria formando un plano completo, y porque un eje de transmisión (32) que parte de un soporte cojinete superior (31) y pasa por un soporte cojinete intermedio (33) está solidariamente unido a un multiplicador (34) y a un generador eléctrico (35) transmitiendo a dicho generador la energía del viento captada por los álabes.
2. Generador eólico de eje vertical (1), según reivindicación 1, **caracterizado** porque en planta todos los álabes (30A, 30B) tienen forma de curva plana convexa tipo de Bézier (300) de grado 8 y su polígono de control tiene 9 vértices (301-309), y porque si definimos en la curva de Bézier (300) una cuerda comprendida por un arco formado por un tramo de la curva que va desde el primer punto de la curva, coincidente con el primer vértice (301), hasta un punto de la curva cuya recta tangente es perpendicular a la cuerda y si referenciamos la longitud de dicha cuerda por el 100%, entonces tendremos que respecto de un eje (Z) perpendicular a la cuerda:
- un primer vértice (301) tiene una amplitud de un 0%, siendo nula por ser el vértice de control;
 - un segundo vértice (302) tiene una amplitud comprendida entre un 5% y un 10%, siendo positiva por situarse debajo de la cuerda;
 - un tercer vértice (303) tiene una amplitud comprendida entre un 15% y un 20%, siendo positiva por situarse debajo de la cuerda;
 - un cuarto vértice (304) tiene una amplitud comprendida entre un 20% y un 25%, siendo positiva por situarse debajo de la cuerda;
 - un quinto vértice (305) tiene una amplitud comprendida entre un 15% y un 20%, siendo positiva por situarse debajo de la cuerda;

- un sexto vértice (306) tiene una amplitud de un 0 %, siendo nula por situarse alineado con el vértice de control;
 - un séptimo vértice (307) tiene una amplitud comprendida entre un - 20% y un -22,5%, siendo negativa por situarse encima de la cuerda;
 - 5 - un octavo vértice (308) tiene una amplitud comprendida entre un - 22,5% y un -25%, siendo negativa por situarse encima de la cuerda;
 - un noveno vértice (309) tiene una amplitud comprendida entre un - 25% y un -30%, siendo negativa por situarse encima de la cuerda;
- 10 y porque los vértices (301) de control están dispuestos sobre una circunferencia generatriz exterior (300E) cuyo radio está comprendido en el rango 125-130% de la cuerda y los vértices (309) están dispuestos sobre una circunferencia generatriz interior (300I) cuyo radio está comprendido en el rango 60-65% de la cuerda y porque el radio de la carcasa (36) está comprendido en el rango 35-
- 15 40% de la cuerda.
3. Generador eólico de eje vertical (1), según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque en el álabe tipo A (30A) su borde de álabe (310) inferior sigue una curva geométrica cóncava y en el álabe tipo B (30B) su borde de
20 álabe (310) superior sigue una curva geométrica convexa.
 4. Generador eólico de eje vertical (1), según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque en el álabe tipo A (30A) su borde de álabe (310) inferior sigue una curva geométrica recta inclinada y en el álabe tipo B (30B) su borde
25 de álabe (310) superior sigue una curva geométrica recta inclinada.
 5. Generador eólico de eje vertical (1), según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque en el álabe tipo A (30A) su borde de álabe (310) inferior sigue una curva geométrica convexa y en el álabe tipo B (30B) su borde de
30 álabe (310) superior sigue una curva geométrica cóncava.
 6. Generador eólico de eje vertical (1), según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque en el álabe tipo A (30A) su borde de álabe (310) inferior sigue una curva geométrica recta horizontal y en el álabe tipo B (30B) su borde
35 de álabe (310) superior sigue una curva geométrica recta horizontal.
 7. Generador eólico de eje vertical (1), según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el álabe tipo A (30A) es idéntico al álabe tipo B (30B) ocupando en alzado cada uno de ellos un plano completo.
40

FIG.1

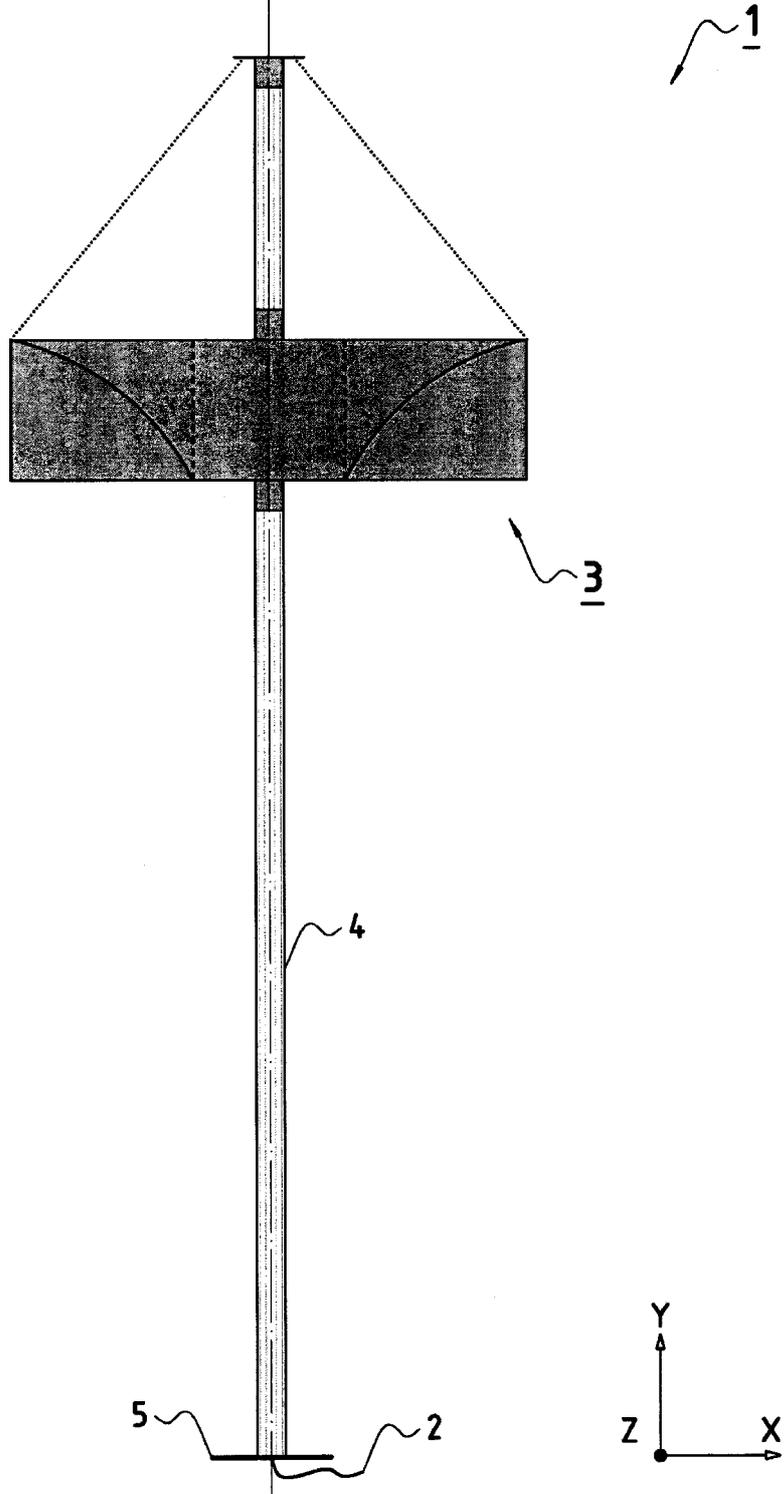


FIG.2

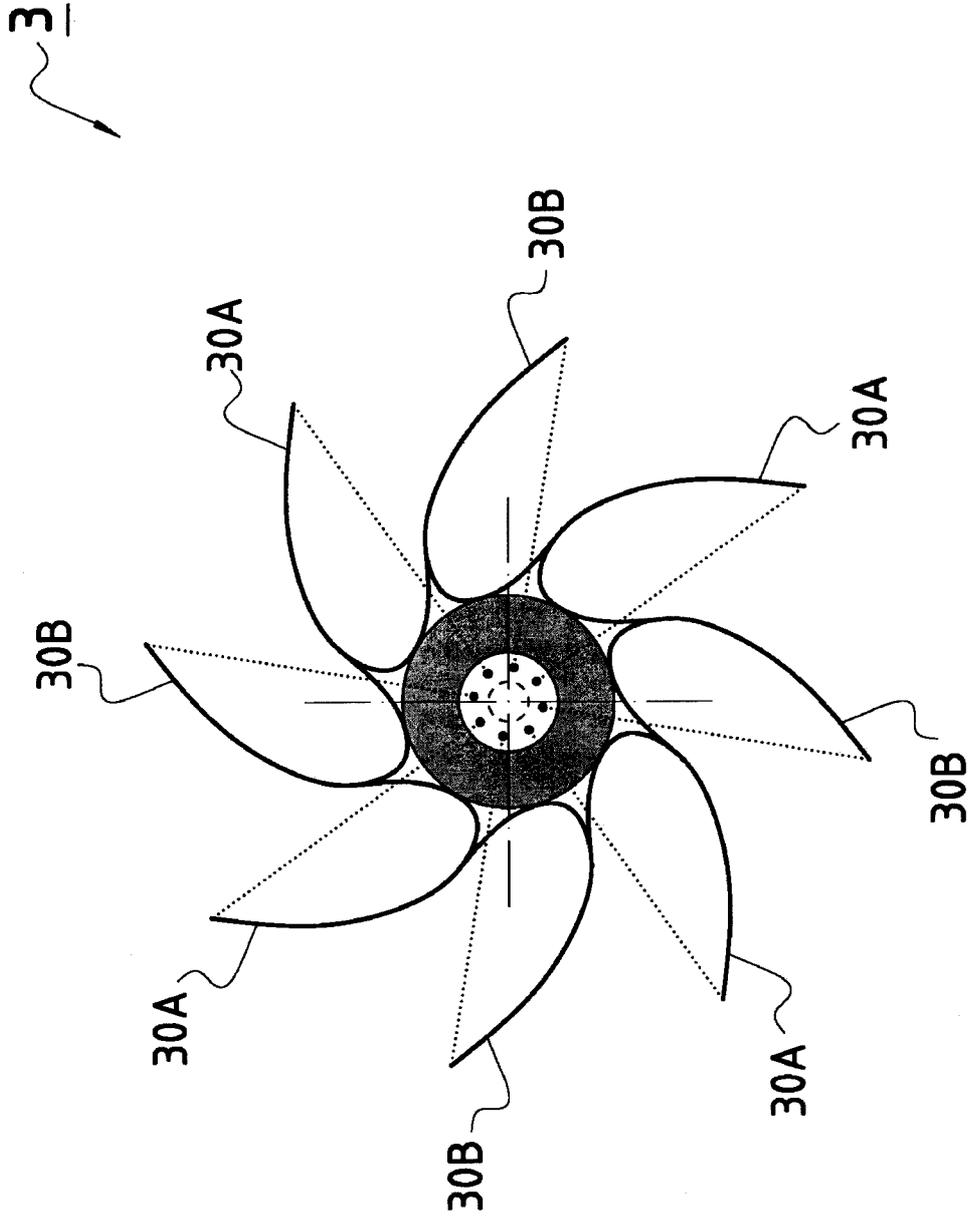


FIG.3

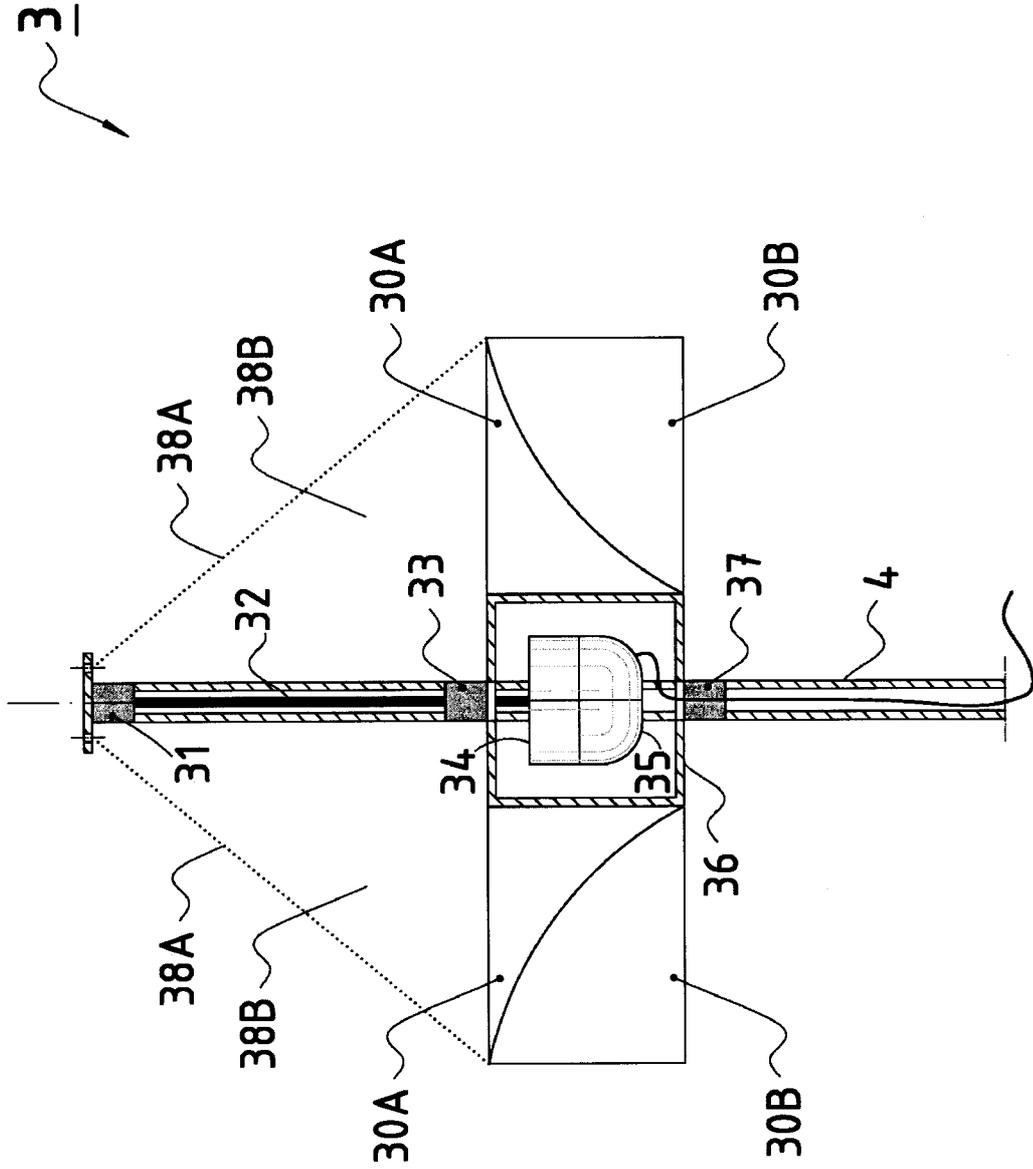


FIG.4

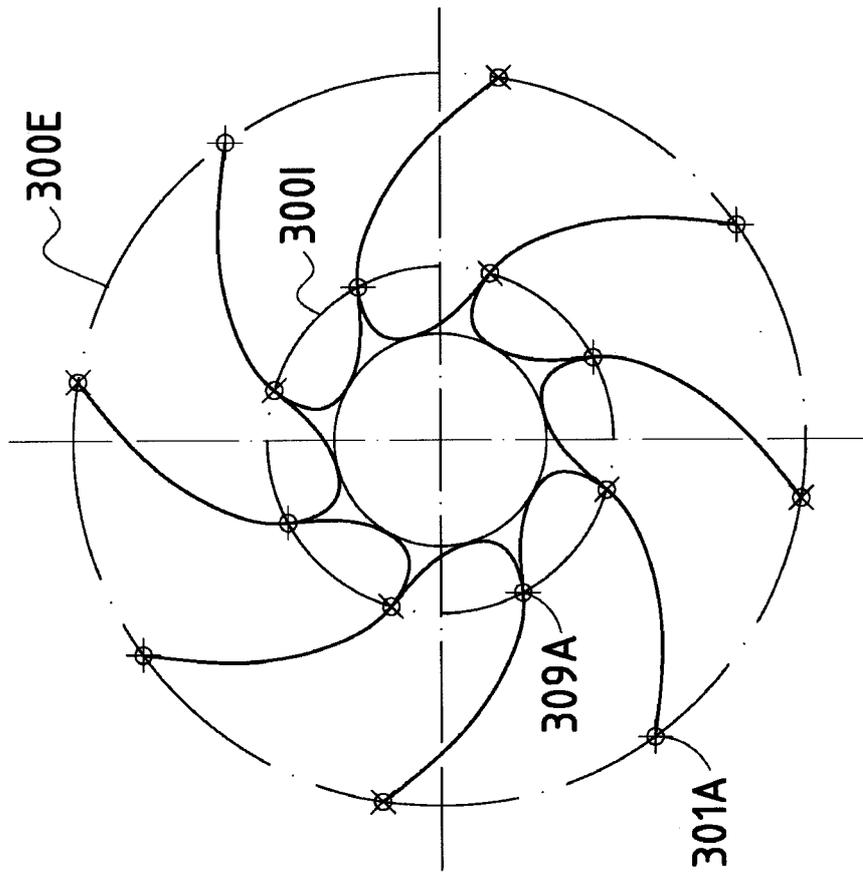


FIG.5

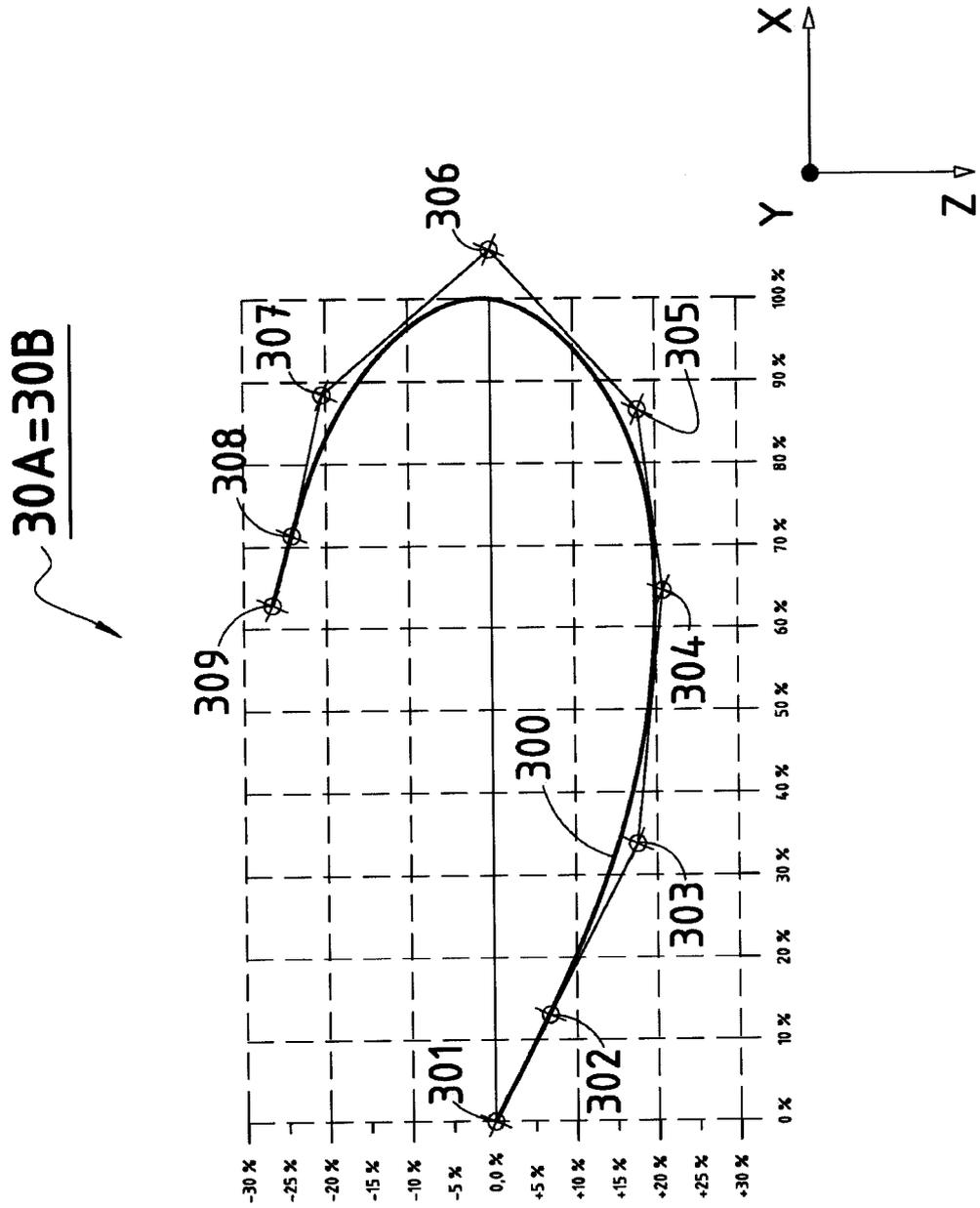


FIG.6

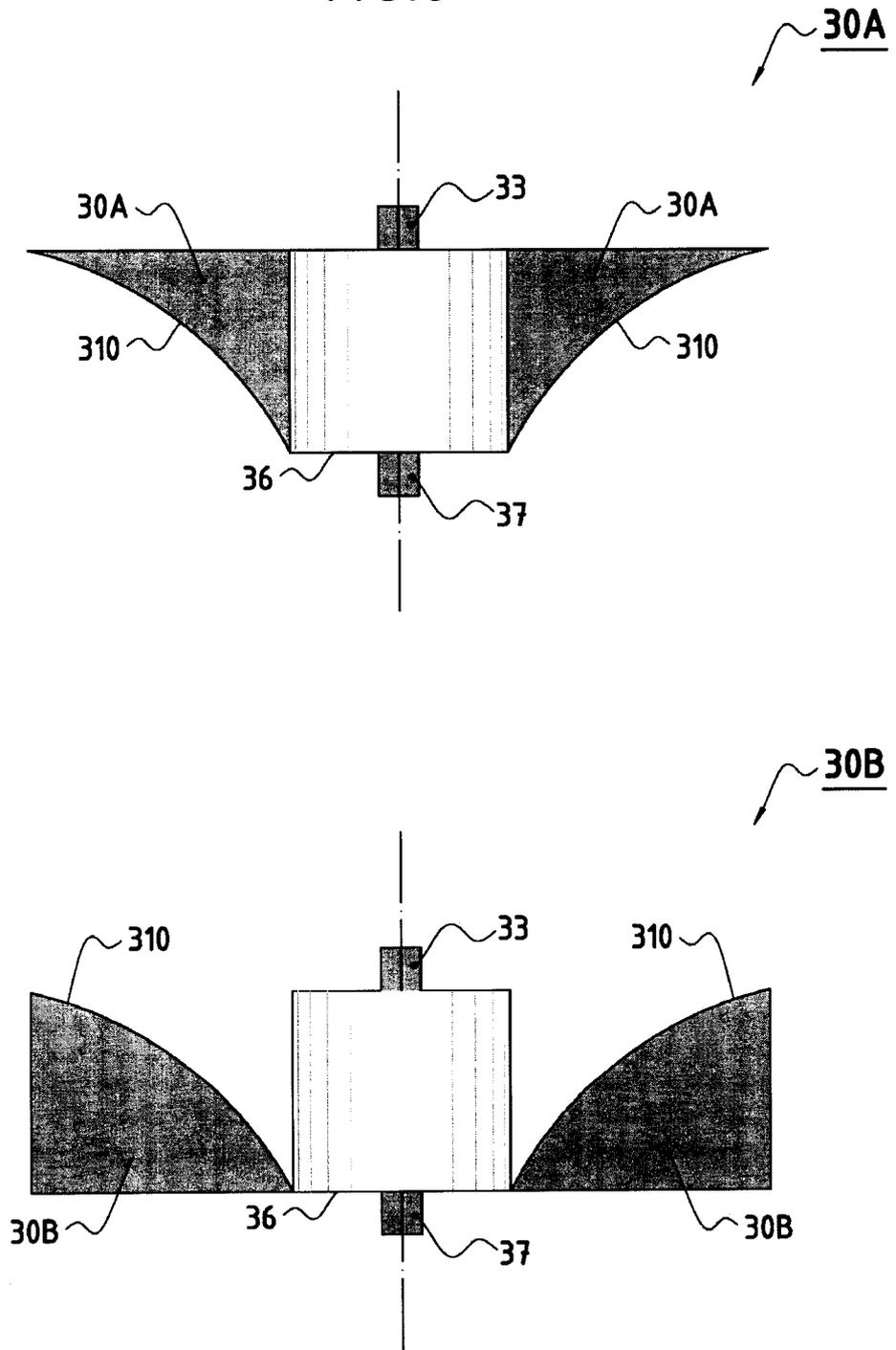


FIG.7

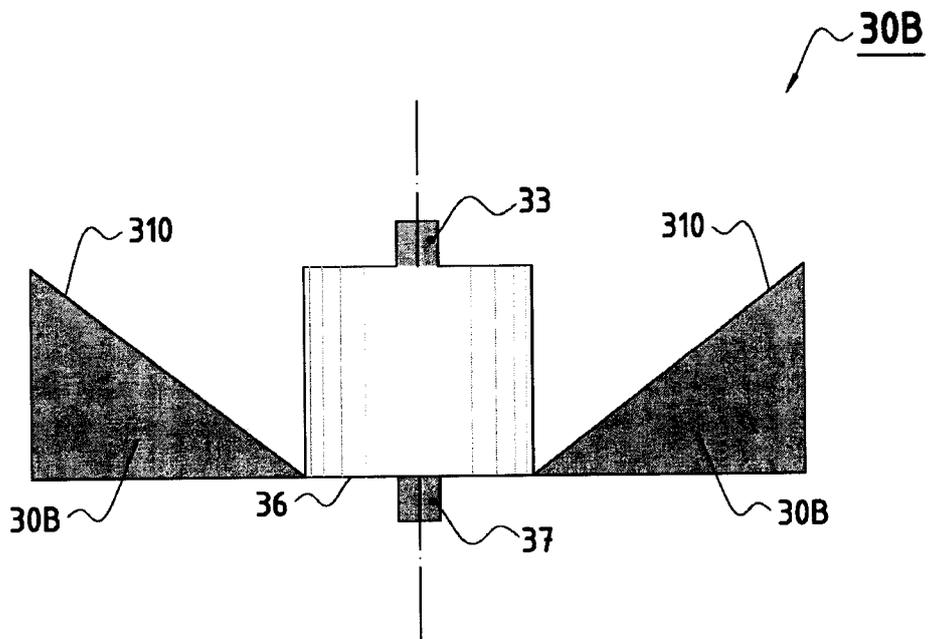
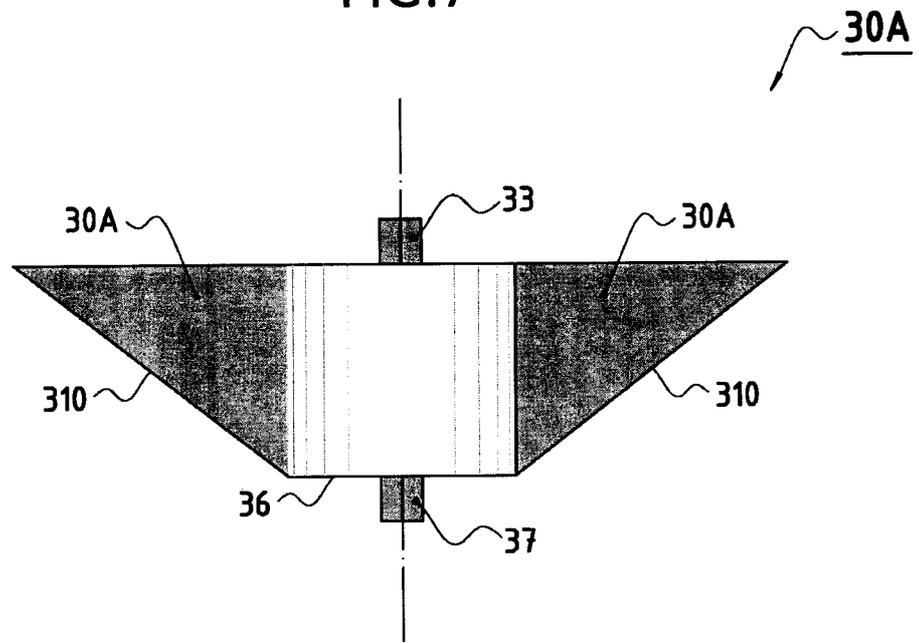


FIG.8

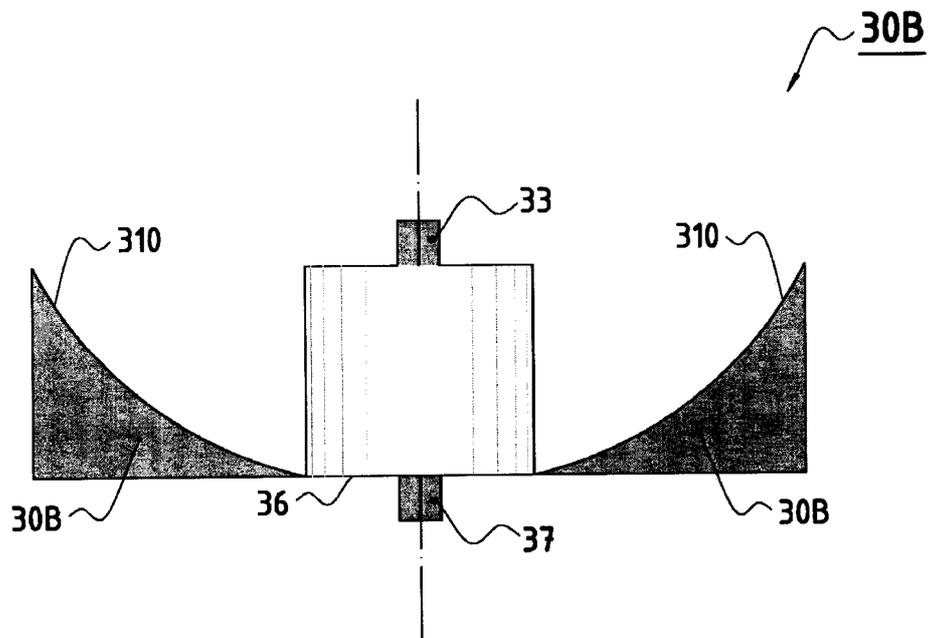
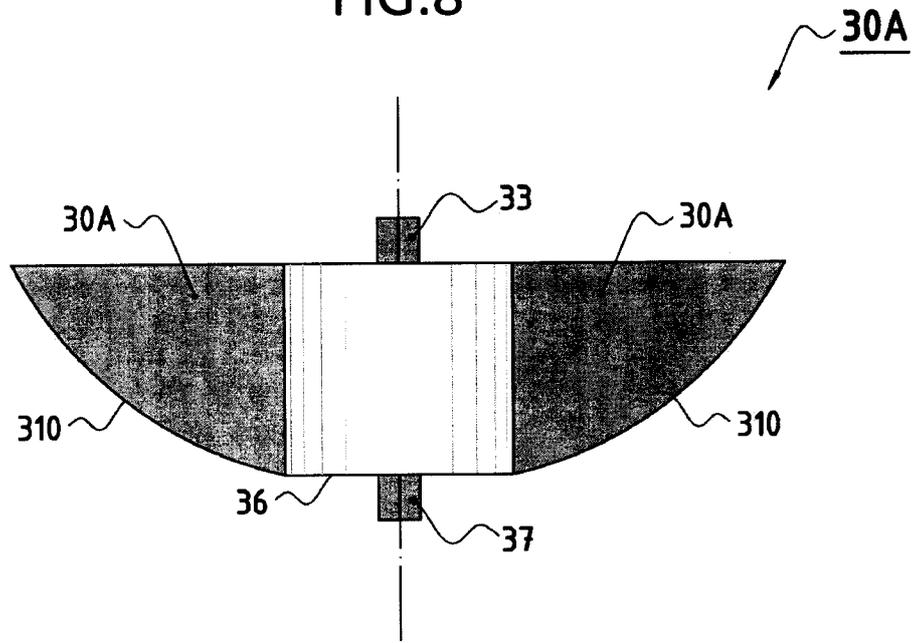


FIG.9

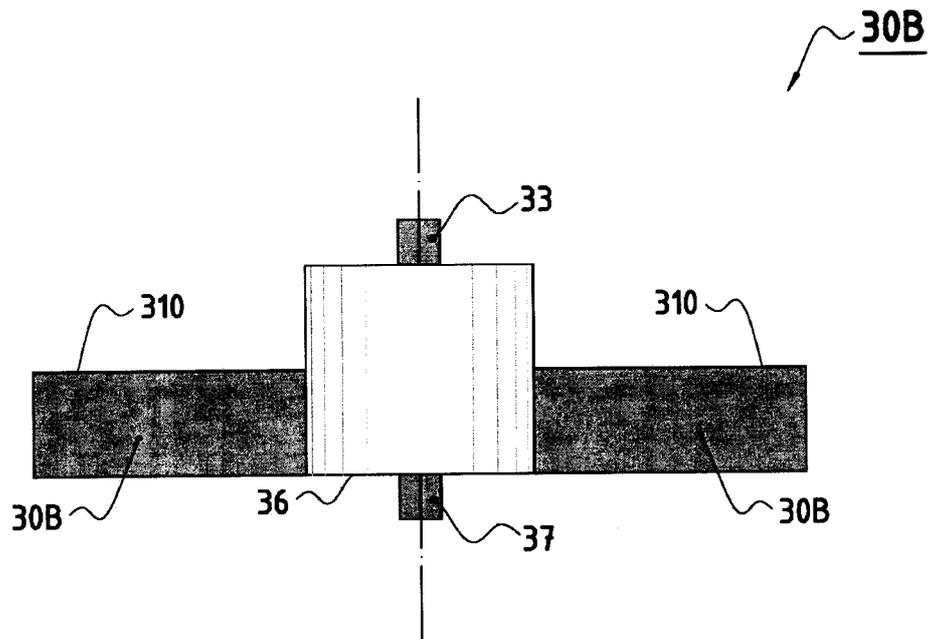
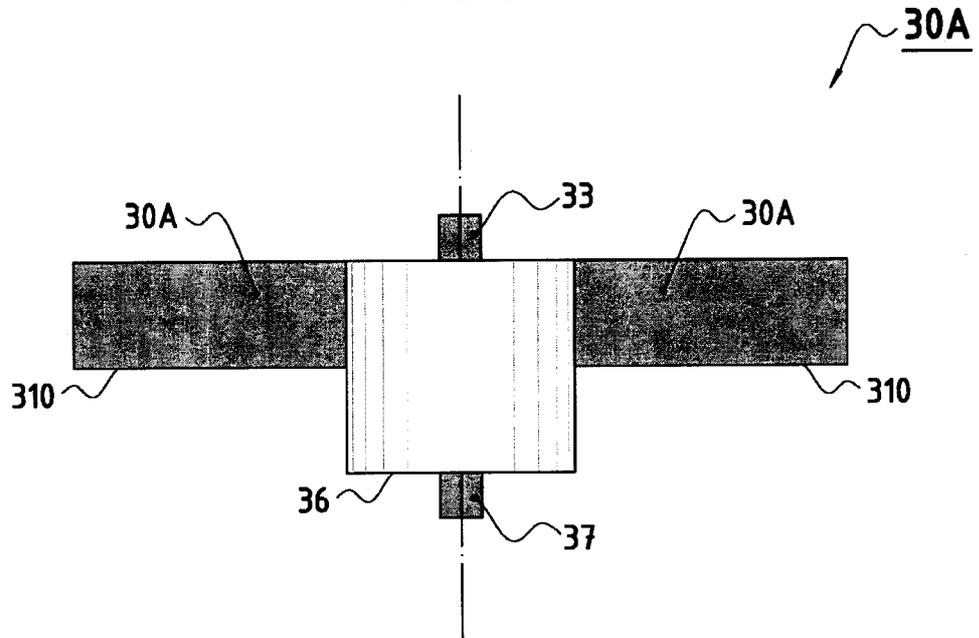


FIG.10

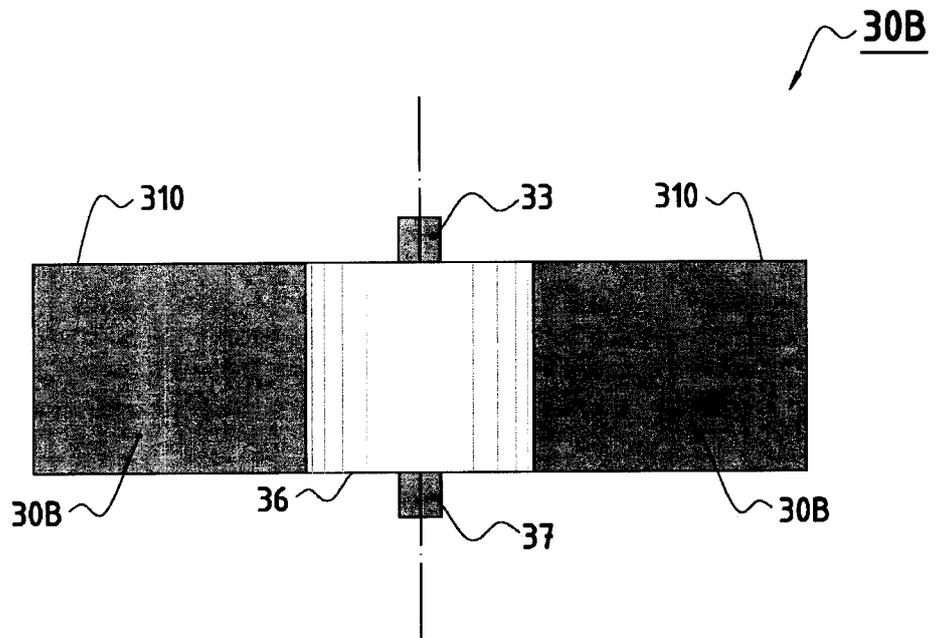
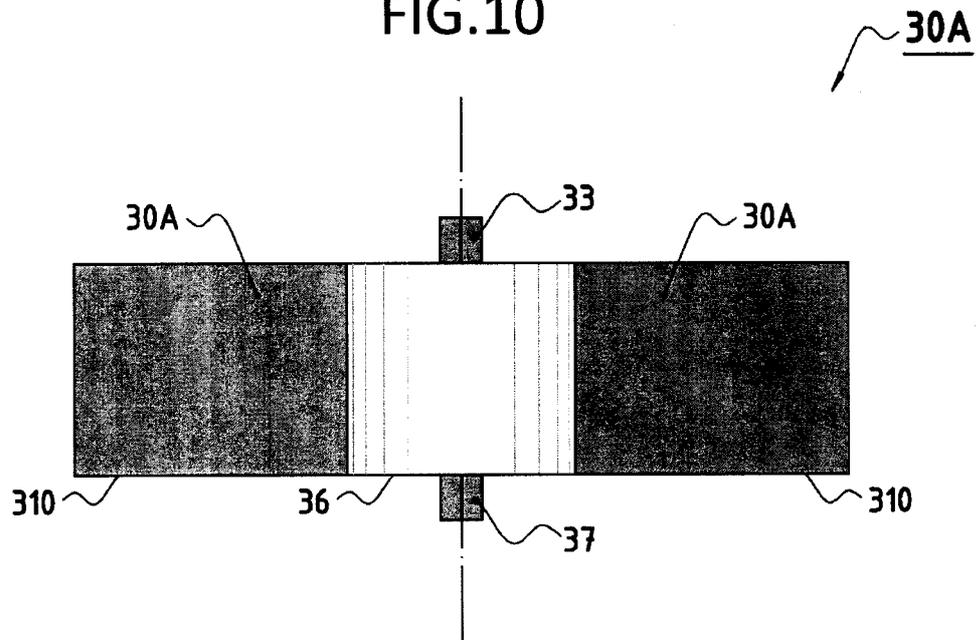
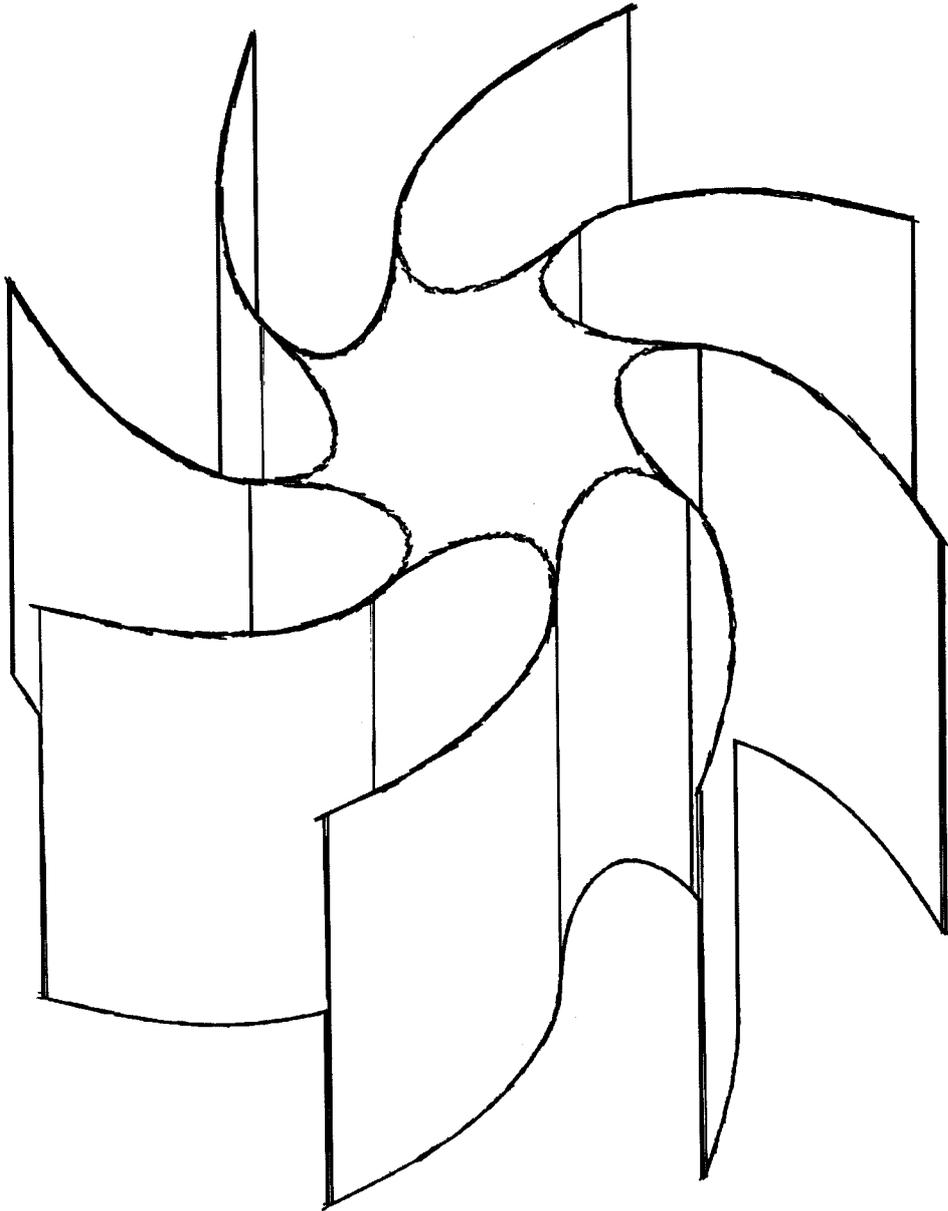


FIG.11





- ②① N.º solicitud: 201400456
②② Fecha de presentación de la solicitud: 30.05.2014
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

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

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	GB 2498973 A (BLOOMFIELD MARK) 07.08.2013, resumen; figuras.	1
A	CA 2662404 A1 (BUKTUKOV NIKOLAY) 13.03.2008, resumen; figuras.	1
A	WO 2012177111 A2 (UNIV HASSAN II CASABLANCA et al.) 27.12.2012, resumen; figuras.	1
A	US 2008191487 A1 (MORGAN KEN et al.) 14.08.2008, resumen; figuras.	1

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
07.07.2014

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: 07.07.2014

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-7	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-7	SI
	Reivindicaciones	NO

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	GB 2498973 A (BLOOMFIELD MARK)	07.08.2013
D02	CA 2662404 A1 (BUKTUKOV NIKOLAY)	13.03.2008
D03	WO 2012177111 A2 (UNIV HASSAN II CASABLANCA et al.)	27.12.2012
D04	US 2008191487 A1 (MORGAN KEN et al.)	14.08.2008

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 generador eólico de eje vertical, del tipo de los que incorporan una turbina eólica sobre una columna soporte, disponiendo la turbina eólica de una pluralidad de álabes alineados circunferencialmente alrededor de un eje de giro vertical, que se caracteriza por constar de una turbina eólica compuesta por una carcasa, con forma cilíndrica, que soporta una pluralidad de álabes tipo A y una pluralidad de álabes tipo B, pudiendo rotar libremente respecto de una columna soporte mediante un soporte cojinete intermedio y un soporte cojinete inferior, y porque los álabes tipo A se sitúan en alternancia con los alabes tipo B, caracterizándose todos los álabes de perfil aerodinámico porque están configurados para ser impulsados por fuerzas aerodinámicas de resistencia al avance o arrastre, y porque en planta todos los álabes, (tipo A y B) tienen forma de curva plana convexa tipo de Bézier, y porque en alzado los alabes tipo A están formados por una placa plana cortada por su parte inferior con un borde del álabe siguiendo una curva geométrica, y porque en alzado los alabes tipo B están formados por una placa plana cortada por su parte superior con un borde del alabe siguiendo la misma curva geométrica, de tal forma que la superficie de ambos es complementaria formando un plano completo, y porque un eje de transmisión que parte de un soporte cojinete superior y pasa por un soporte cojinete intermedio esta solidariamente unido a un multiplicador y a un generador eléctrico transmitiendo a dicho generador la energía del viento captada por los álabes.

Los documentos citados D1-D4 muestran distintos generadores de energía eólica de eje vertical. Ninguno de los documentos anteriores muestra unos álabes de distinto tipo, en alternancia, que tengan un perfil aerodinámico en planta de acuerdo con una curva plana convexa tipo Bézier, y en alzado formen una superficie complementaria tal y como se detalla en la invención; mostrando en definitiva el estado de la técnica. Por lo tanto 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.