(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
Oficina internacional

(43) Fecha de publicación internacional
25 de febrero de 2021 (25.02.2021)

WIPO | PCT

(10) Número de publicación internacional
WO 2021/034203 A1

(51) Clasificación internacional de patentes:
F03D 1/04 (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/PE2019/050001

(22) Fecha de presentación internacional:
20 de agosto de 2019 (20.08.2019)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(72) Inventor; y
(71) Solicitante: **CALLE MADRID, Alfredo Raúl** [PE/PE]; Av. Bernard Balaguer s/n, Condominio Las Condes, Casa E-6, Ñaña, Lurigancho, Lima 15, Lima, Lima 15 (PE).

(74) Mandatario: **MÉRCHOR VALDERRAMA, Bruno** et al.; Calle Las Begonias N° 475, Piso 6, San Isidro, Lima 27, Lima, Lima 27 (PE).

(81) Estados designados *(a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

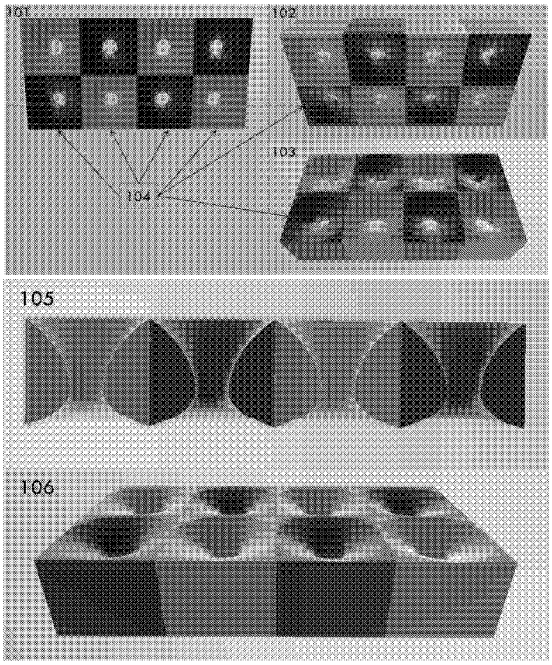
(84) Estados designados *(a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:
— *con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))*

(54) **Title:** WIND WALL

(54) **Título:** MURO EÓLICO

FIGURA 1



(57) **Abstract:** The invention relates to a wind wall, which is a solid structure made up of one or more wind cells, organised adjacent to one another in a modular manner, where each wind cell has an inlet opening and an outlet opening, where the internal surface comprised from the inlet opening to the outlet opening has the shape of an upper wing profile in revolution, and where the inlet opening and the outlet opening have equal or substantially equal dimensions. Thus, the one or more wind cells make it possible to increase the wind speed within a critical space and, therefore, to increase the wind power available to be used by the rotor of a windmill.

(57) **Resumen:** El muro eólico es una estructura sólida compuesta por una o más celdas eólicas, organizadas adyacentemente, de manera modular, donde cada celda eólica tiene una abertura de entrada y una abertura de salida, donde la superficie interna comprendida desde la abertura de entrada hasta la abertura de salida tiene la forma de un perfil alar extradós en revolución, y donde la abertura de entrada y la abertura de salida tienen iguales dimensiones o sustancialmente iguales dimensiones. Así, la unas o más celdas eólicas permiten incrementar la velocidad del viento dentro de un espacio crítico y, por ende, aumentar la potencia eólica disponible para ser aprovechada por el rotor de un molino eólico.

WO 2021/034203 A1

MURO EÓLICO

CAMPO TÉCNICO

El campo técnico en el que corresponde aplicar la innovación desarrollada es el relacionado a la energía eólica, cuyos principales atributos se relacionan al incremento y mejoramiento del proceso de conversión de la energía cinética del viento en energía mecánica para su posterior aprovechamiento y conversión en energía eléctrica.

La presente invención, la cual llamaremos a partir de este momento "Muro Eólico", se refiere a un nuevo sistema eólico en sí mismo, el cual expone una eficiencia productiva muy superior a la eficiencia de los sistemas eólicos convencionales (parques eólicos) en términos del aprovechamiento de la energía cinética del viento existente en la naturaleza. En este sentido, el campo de aplicación del Muro Eólico tiene un significativo potencial en el aumento del desempeño, eficiencia, potencia y, por ende, capacidad de generación de energía eléctrica proveniente de la energía eólica.

ESTADO DE LA TÉCNICA

Fundamentos de los sistemas eólicos

A) La energía cinética del viento: el viento es una masa de aire en movimiento que se mueve principalmente en dirección horizontal desde un área de alta presión hacia un área de baja presión. Todo elemento de masa en movimiento posee una cierta cantidad de energía cinética (Ec), que es proporcional al cuadrado de su velocidad (V) y a su masa (*m*) respectivamente.

$$Ec = \tfrac{1}{2}.\ m.\ (V)^2$$

B) La fuerza del viento: la fuerza del viento es medida no solamente por la energía cinética presente en el viento, sino también por el área proyectada y aerodinámica del cuerpo o elemento que se interpone en el movimiento del viento y le resta energía cinética correspondientemente. La ecuación que gobierna la Fuerza del viento es la siguiente:

F = (Presión Dinámica) . (Área Proyectada) . (Coeficiente Aerodinámico)

$$F = \tfrac{1}{2}.p.(V^2).A.Cd$$

Donde:

F = Fuerza del viento

p= Densidad del aire

V= Velocidad del viento

A= Superficie de referencia o área proyectada del objeto enfrentado contra el viento

Cd= Coeficiente aerodinámico de resistencia (arrastre)

La Fuerza del viento es expresada físicamente como kilogramos-metros/segundo al cuadrado, o Newtons.

C) Potencia máxima extraíble del viento: la energía cinética que atraviesa una superficie de referencia (A) en una unidad de tiempo es la potencia (P). Considerando que el viento es un fluido con energía cinética, si se interpone un elemento en medio del viento, el viento después de atravesarlo tendrá una velocidad V2 menor a la V1 que traía originalmente (disminución de energía cinética). El cambio de la velocidad del flujo implica que ha habido una fuerza sobre el elemento interpuesto o, en otras palabras, se ha extraído energía del sistema a través del elemento interpuesto.

Considérese un flujo de viento que atraviesa un cuerpo cilíndrico, la variable que se interpone en el movimiento de dicho flujo se compone de un disco de rotor o hélice que se sitúa perpendicularmente a la dirección del viento incidente, el cual tiene una velocidad V1. El aire que se desplaza por el

cuerpo cilíndrico atraviesa el rotor, cediéndole parte de su energía cinética, reduciendo su velocidad a V2 y estableciendo la correspondiente diferencia de presiones a ambos lados del cuerpo cilíndrico.

La potencia máxima extraíble del viento es expresada de la siguiente manera, siendo su expresión física Newtons-metro por segundo, o Watts:

$$P = \frac{1}{2}.p.A.(V^3)$$

Donde:

P = Potencia máxima extraíble del viento

p= Densidad del aire

V= Velocidad del viento

A= Área proyectada del objeto enfrentado contra el viento

Siendo que la potencia máxima extraíble (P) por metro cuadrado o área proyectada (A) es expresada de la siguiente forma:

$$P / A = \frac{1}{2}.p.(V^3)$$

Sistemas eólicos convencionales:

En la actualidad, los sistemas eólicos convencionales están compuestos por un conjunto de molinos eólicos abiertos, distribuidos y separados entre sí sobre un terreno con las condiciones eólicas adecuadas para la cosecha de la energía eólica (parques eólicos). Los molinos eólicos convencionales (aerogeneradores) están diseñados para el aprovechamiento de la energía cinética del viento encontrada en la naturaleza, transformando dicha energía cinética en energía eléctrica, lo cual es logrado mediante ingeniería compleja constituida por hélices aerodinámicas, rotores, ejes de baja y alta velocidad, multiplicadores de revoluciones, frenos hidráulicos y mecánicos, generadores eléctricos, transformadores de voltajes, unidad de refrigeración, sensores y controladores electrónicos, sistemas de orientación del viento, los sistemas de regulación de

velocidad y los sistemas reguladores de potencia, entre otros elementos técnicos.

A) Transformación energética de los sistemas eólicos: en los sistemas eólicos convencionales el elemento captador consiste en un rotor que transforma la energía cinética del viento en energía mecánica que es transmitida a un generador eléctrico para su transformación en energía eléctrica. El principal elemento del rotor (o hélice) es la pala (o aspa).

El diseño de un sistema eólico es una tarea compleja que requiere integrar los conocimientos de diferentes disciplinas para convertir la energía cinética del viento en un empuje aerodinámico y posterior momento rotacional con la menor energía residual del aire posible. Además de la aerodinámica, se debe tener en cuenta aspectos estructurales (estáticos y dinámicos) relacionados a la eficiencia, eficacia, rendimiento, ruido, vibraciones, vida útil, entre otros. Como primera aproximación se necesita saber cuánta potencia puede generar el rotor, la velocidad de arranque, la máxima velocidad permisible, los sistemas de orientación de la dirección del viento, los sistemas de regulación de velocidad y potencia, etcétera.

B) Niveles de aprovechamiento de los sistemas eólicos y la potencia efectivamente extraíble del viento: las leyes de la física impiden que se pueda aprovechar la totalidad de la energía cinética del viento. La máxima potencia eólica extraíble es definida por el Límite de Betz, el cual indica que una turbina eólica puede convertir en energía mecánica como máximo el 59.26% de la energía cinética del viento que incide sobre la misma.

La energía eólica captada por el rotor del sistema eólico se conoce como energía eólica aprovechada. El rendimiento de conversión se describe como Coeficiente de Conversión (Cc) definido como la relación entre la energía eólica aprovechada y la energía cinética disponible. Es decir, solamente una fracción de la energía cinética del viento es convertida en energía eléctrica.

Las variables incidentes en el Coeficiente de Conversión no solamente se circunscriben al Límite de Betz, sino también a las pérdidas aerodinámicas, la distribución Weibull del viento, las pérdidas mecánicas de conversión, las pérdidas del generador de electricidad, los parámetros de funcionamiento, entre otros. No obstante, los avances obtenidos, vinculados a aprovechar la energía cinética de viento y limitar las pérdidas del sistema eólico en sí mismo, la energía cinética aprovechable por el estado de la técnica se encuentra en alrededor del 40%.

De esta manera se tiene que la potencia efectivamente extraíble del viento o Potencia Efectiva del sistema eólico (PE) es una fracción, igual al Coeficiente de Conversión, de la función relacionada a la potencia máxima extraíble del viento, siendo la formulación de la Potencia Efectiva del viento la siguiente:

$$PE = \tfrac{1}{2}.p.A.(V^3).Cc$$

Donde:

PE= Potencia efectivamente extraíble del viento o Potencia efectiva del sistema eólico

p= Densidad del aire

V= Velocidad del viento

A= Área proyectada del objeto enfrentado contra el viento

Cc= Coeficiente de Conversión

C) Aspectos Técnicos de los Sistemas Eólicos:

- Sistema de regulación de la velocidad: la mayoría de los aerogeneradores actuales son de velocidad constante: la velocidad de giro de su rotor debe permanecer casi constante a pesar de la variación de la velocidad del viento. Además, algún dispositivo debe limitar la potencia y proteger al aerogenerador de sobreesfuerzos en caso de

fuertes vientos. Estas funciones las asume el sistema de regulación de velocidad.

Los sistemas eólicos convencionales tienen un sistema de regulación de velocidad orientable mediante el cual el ángulo de paso está cambiando constantemente; la mayoría de los sistemas consideran a las palas fijas en un ancho margen de viento. Estos métodos tienen múltiples ventajas: ayudan a arrancar el rotor, posicionan el ángulo de ataque de la pala de forma que esté en el punto de operación óptimo, efectúan el control de vueltas para que no se sobrecargue el generador y protegen a todo el sistema frente a daños debidos a una alta velocidad del viento.

- Regulación de la potencia: desde el punto de vista de la potencia existen dos apartados: uno es la conexión del generador a la red cuando las vueltas del mismo están a velocidad de sincronismo. Esta condición se da cuando no hay exceso de par y la potencia generada es constante. La otra es el control de velocidad del rotor, el cual evita la sobre-carga en el generador y la ocurrencia de daños en el sistema eólico.

Diferencias entre un dispositivo eólico difusor y un dispositivo eólico amplificador:

- El difusor es un elemento físico con una abertura de entrada del viento menor a la abertura de salida del viento. En términos de presión, el difusor se caracteriza por generar un área de alta presión alrededor de su estructura y área de baja presión en la salida del viento. En términos de la dinámica de fluidos, un difusor genera un ambiente de baja presión que succiona el aire y, por ende, eleva la velocidad del viento a través de su estructura. En términos de turbulencia, un difusor crea ambientes de elevada turbulencia a la altura de los ambientes de baja presión que genera.
- Por otra parte, el amplificador es un elemento físico con una abertura de entrada del viento mayor a la abertura de salida del viento. En términos de presión, el amplificador se caracteriza por generar un área de alta presión en la entrada del viento y un área de baja presión en la salida del viento y, sobretodo,

alrededor de la estructura del amplificador. En términos de dinámica de fluidos, un amplificador genera un ambiente que empuja el aire y, por ende, eleva la velocidad del viento a través de su estructura. En términos de turbulencia, un amplificador (al igual que el difusor) crea ambientes de elevada turbulencia a la altura de los ambientes de baja presión que genera.

Para el caso de cada celda eólica del muro eólico de la presente invención, ésta no se puede definir dentro de las categorías de un difusor o un amplificador, puesto que tiene como condición previa que tanto la abertura de entrada del viento como la abertura de salida del viento sean iguales. Otra diferencia sustancial es que la configuración de la celda eólica de la presente invención genera un ambiente de muy baja presión al interior de su propia estructura y, además, con muy baja turbulencia.

Antecedentes sobre sistemas eólicos no convencionales:

Para fines del desarrollo de este punto, vamos a centrar la discusión en aquellos antecedentes del estado de la técnica relacionados a los sistemas eólicos no convencionales vinculados a sistemas de amplificación de la energía eólica.

US 2012/0261925 A1, "Sistema de turbina de viento y sistema de turbina de viento usando el protector". Se trata de un sistema eólico que utiliza un cuerpo cilíndrico difusor de forma circular el cual rodea el rotor del molino eólico. La acción del difusor genera una caída de la presión estática a la salida del flujo del aire, lo cual generaría un incremento en la velocidad del viento. En términos de rendimientos, la invención postula que lograría incrementar la velocidad del viento en un 30-35% aproximadamente en las secciones más próximas a las paredes del cuerpo cilíndrico del difusor en forma circular. La invención no expone resultados relacionados a la amplificación de energía eólica obtenida a lo largo del área proyectada completa del molino eólico.

US 2010/0187828 A1, "Equipos, sistemas, métodos y mejoras para el aprovechamiento de la energía eólica". Se trata de un sistema que propone mejoras a parques eólicos mediante la incorporación de turbinas eólicas

secundarias (colocadas en ubicaciones particulares dentro del parque eólico) para la generación de energía eléctrica adicional a través del uso de túneles de Venturi que rodeen cada turbina eólica secundaria. La acción de los túneles de Venturi, construida con una forma geométrica muy específica (curva polinómica de quinto grado), tendría el efecto de incrementar la velocidad del viento sobre la turbina eólica secundaria (de tipo horizontal o Savonius). En términos de rendimientos, la invención postula que lograría incrementar la capacidad instalada de un parque eólico nuevo o existente, mediante la colocación de turbinas eólicas secundarias detrás de las turbinas eólicas primarias, pero a una menor altitud. La invención no expone resultados relacionados al incremento de la velocidad o diferencial de presiones producida por la línea geométrica específica de los túneles de Venturi, ni tampoco expone resultados relacionados al efecto de la estela y la turbulencia generada por las turbinas eólicas primarias sobre las turbinas eólicas secundarias.

WO 2010/005289 A2, “Turbina de viento con difusor”. Se trata de una turbina eólica comprendida por un rotor eólico de eje horizontal envuelto por un difusor de particulares características cuya función es aumentar los rendimientos de la turbina eólica y reducir el ruido causado por el funcionamiento del rotor. El diámetro de la abertura de salida (del viento) del difusor debe ser un 8% mayor al diámetro de la abertura de entrada (del viento). Opcionalmente el difusor es integrado a un dispositivo reductor de ruidos el cual es situado a la altura de las puntas de las aspas. En términos de rendimientos, la invención postula que la particular configuración del difusor logra reducir la contaminación sonora mejor que otros difusores existentes. Adicionalmente, la invención postula que la mayor ventaja, en términos de costo y eficiencia productiva, es lograda con difusores de menor envergadura (diámetros menores a 15 metros) por lo que la invención sería aplicable para molinos eólicos con una capacidad instalada menor a 100 kW (preferiblemente 5kW). Este antecedente no expone resultados relacionados al incremento de la velocidad o diferencial de presiones producida por la línea geométrica del difusor.

US 2013/0266446 A1, "Perfil anillado con elementos mezcladores", se trata de una turbina eólica envuelto por un difusor anillado el cual presenta a lo largo de su estructura aberturas intercaladas con el propósito de configurar una mezcla de flujos de aire: un flujo de aire adyacente a la parte externa del difusor que luego ingresa hacia la parte interna del mismo y un flujo de aire atraviesa el rotor en la dirección del viento a través de la apertura de entrada del difusor. En términos de rendimientos, la invención postula que mejora los medios para extraer energía del viento mediante el diferencial de presión generado por el difusor y la mezcla de fluidos generado por las aberturas que atraviesan el perfil del difusor. Ambos efectos producen una mayor producción de energía del sistema de turbinas. La invención no expone resultados relacionados al incremento de la velocidad o diferencial de presiones producida por la línea geométrica del difusor.

WO 2018/117875 A1, "Amplificador de energía eólica con forma de hiperboloide de una hoja". Se trata de un amplificador eólico con forma de hiperboloide de una hoja, el cual amplifica la velocidad del viento sobre las aspas del sistema eólico, mediante el incremento de la presión y velocidad del viento ambiental mediante la continua canalización del flujo a través de la estructura del amplificador eólico. En términos de rendimientos, este antecedente hace posible el incremento de la velocidad del viento solo en 0.3 veces y, consecuentemente, el aumento de la fuerza y energía cinética del viento. Los potenciales beneficios relacionados a la invención se relacionan a cualquier sistema que pretenda aprovechar la energía eólica para cualquier propósito, sin limitarse a la generación de electricidad. Sin embargo, el incremento de 0.3 veces se ha visto que es muy reducido en comparación con otras disposiciones y formas geométricas que permitirían incrementar la velocidad del viento en 3.5 veces. La forma geométrica del antecedente WO 2018/117875 A1 se basa en un hiperboloide inconcluso en el origen, mientras el Muro Eólico de la invención propuesta maneja una geometría completa, con dos hiperboloides inconclusos en el origen, cada uno para la entrada y salida del viento, respectivamente; asimismo, este antecedente no está encerrado bajo ninguna estructura, mientras que el Muro Eólico tiene una estructura que encierra las figuras geométricas de

la Cámara Interna Aerodinámica. Adicionalmente a lo anterior, WO 2018/117875 A1 presenta un supresor de turbulencia relativamente de baja efectividad, mientras que la presente invención logra controlar el flujo laminar y eliminar la turbulencia de la salida del viento de manera efectiva mediante el Espacio Supresor de Turbulencia propuesto. Así, este antecedente no expone resultados relacionados al incremento de la velocidad o diferencial de presiones producida por la línea geométrica del amplificador, ni tampoco expone los efectos generados por el invento en términos de un flujo turbulento. Por otra parte, el amplificador eólico con forma de hiperboloide de una hoja del antecedente, por su propia aerodinámica, no tiene la capacidad de interactuar con fuerzas de sustentación del tipo producido por un perfil alar. Es decir, lo único que se compartiría entre el amplificador eólico, con forma de hiperboloide de una hoja, y el Muro Eólico es una similitud en sus coeficientes de resistencia. Sin embargo, mientras que el Muro Eólico presenta coeficientes de sustentación relevantes, gracias a sus Celdas Eólicas con perfil aerodinámico, el amplificador eólico, con forma de hiperboloide de una hoja, presenta coeficientes de sustentación despreciables.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

Como solución a los limitados avances enfocados en amplificar la energía cinética del viento con mayor eficiencia, el presente invento resuelve dicha falencia del estado de la técnica mediante un nuevo sistema eólico basado en una estructura física, modular y aerodinámica, denominada en adelante “Muro Eólico”, la cual tiene la cualidad de amplificar la energía eólica disponible en la naturaleza de manera eficiente, elevando la velocidad del viento dentro de un Espacio Crítico (504), mediante la creación deliberada de ambientes con diferenciales de presión elevados y flujo laminar estables. En este sentido, dada una determinada energía eólica encontrada en la naturaleza, el Muro Eólico (101) permite obtener un aumento conducido de la intensidad de la energía cinética del viento y, consecuentemente, un incremento aprovechable de la densidad de potencia eólica.

Además, debe entenderse por Muro Eólico (101) como aquella estructura sólida compuesta enteramente por un número finito de unidades individuales y aerodinámicas (denominadas en adelante "Celdas Eólicas"), dispuestas de manera colindante entre ellas, una al lado de la otra, de manera ordenada y simétrica, y de forma tal que en su conjunto forman una estructura continua de Celdas Eólicas (104), sostenible en sí misma y modulable a lo largo de las tres dimensiones físicas en términos de altura, largo y ancho. Es decir, mediante la utilización de las Celdas Eólicas (104) es posible construir un Muro Eólico (101) de dimensiones completamente modulares de forma tal que la estructura aerodinámica resultante sea una estructura optimizada para determinadas condiciones ambientales, técnicas y económicas.

Complementariamente, debe entenderse por Celda Eólica como aquella estructura aerodinámica e individual, funcional en sí misma, formada por una Sección Externa Adyacente (404) y, por otra parte, formada por una Cámara Interna Aerodinámica (501), compuesta a su vez por una sección frontal, una sección media y una sección anterior.

La Sección Externa Adyacente, o Cuerda Cerrada Compartida (404), es la sección adyacente o colindante que comparte cada Celda Eólica (104) con las celdas eólicas situadas en la inmediación. En otras palabras, cada Sección Externa Adyacente (404) es el límite físico que comparte cada una de las Celdas Eólicas (104) que conforman el Muro Eólico (101).

La Cámara Interna Aerodinámica (501) es la sección interna de una Celda Eólica (104) correspondiente al espacio interior donde se generan los diferenciales de presión y las fuerzas de sustentación y resistencia creadas por un perfil alar extradós en revolución.

El perfil alar extradós de la cámara interna aerodinámica, visto desde un corte transversal paralelo al eje de simetría, está basada parcialmente en el perfil extradós de la superficie de sustentación de un perfil aerodinámico (airfoil)

simétrico. El perfil utiliza el extradós (cara superior) del perfil alar como la cara interna de la Cámara Interna Aerodinámica (501).

En una modalidad preferente y más específica, el perfil alar extradós en revolución comprende la forma de un perfil hiperboloide doble, siendo que el perfil hiperboloide doble comprende un hiperboloide de entrada (506) que se enfrenta a la dirección del viento, dispuesto de forma adyacente y perpendicular a la abertura de entrada del viento (406), y un hiperboloide de salida (507) que no se enfrenta a la dirección del viento, dispuesto de forma adyacente y perpendicular a la abertura de salida del viento (407); donde las formas geométricas del hiperboloide de entrada (506) y del hiperboloide de salida (507) de una misma celda eólica son distintas entre sí, siendo la envergadura o volumen interno del hiperboloide de entrada (506) menor a la envergadura o volumen interno del hiperboloide de salida (507); donde el hiperboloide de entrada (506) y el hiperboloide de salida (507) son de una hoja inconclusos y unidos en el origen mediante círculos idénticos de tal forma que el empalme entre ambas figuras geométricas es continuo, es decir, que el hiperboloide de entrada (506) y el hiperboloide de salida (507) conformen conjuntamente una figura geométrica con una simetría de revolución axial continua.

La Cámara Interna Aerodinámica (501), siendo un todo en su conjunto sin importar el nivel de especificación del perfil utilizado, configura tres áreas diferenciables, las cuales presentan magnitudes físicas observables muy distintas. Dichas áreas diferenciables son, en el orden de la dirección del viento: i) la sección frontal o espacio generador de presión (503), ii) la sección media o espacio crítico (504); y (iii) una sección anterior o espacio supresor de turbulencia (505). El Espacio Generador de Presión (503) es aquel espacio cuyo eje axial se alinea a la dirección viento y cuya superficie de referencia se enfrenta a la dirección del viento, siendo un espacio caracterizado por soportar la mayor fuerza de resistencia del viento y presentar los mayores niveles de presión. El Espacio Crítico (504) es aquel espacio situado entre el Espacio Generador de Presión (503) y el Espacio Supresor de Turbulencia (505), caracterizado por presentar los mayores registros de la velocidad del viento y presión dinámica del

sistema. En este sentido, el Espacio Crítico (504) constituye aquel espacio en donde el rotor del molino eólico deberá estar situado. El Espacio Supresor de Turbulencia (505) es aquel espacio cuyo eje axial se alinea a la dirección del viento, pero cuya superficie de referencia no enfrenta a la dirección del viento, caracterizado por presentar un espacio conducido al mantenimiento del flujo laminar y a la nivelación de la velocidad del viento y presión con respecto al medio ambiente circundante.

Es importante indicar que el área cubierta por el plano de la Abertura de Entrada del Viento (406) ubicada en el Espacio Generador de Presión (503) de la Cámara Interna Aerodinámica (501) deberá ser igual dimensión, o de preferencia con dimensiones sustancialmente iguales, al área del plano de la Abertura de Salida del Viento (407) ubicada en el Espacio Supresor de Turbulencia (505) de la misma Cámara Interna Aerodinámica (501). Lo anterior es una diferencia importante que permite deslindarse de las desventajas propias de un dispositivo eólico difusor o amplificador.

Lo anterior supone una mejora en el estado de la técnica ya que el Muro Eólico (101) logra superar los rendimientos de un sistema eólico convencional lo cual es logrado a través de un significativo incremento de la velocidad del viento y, por ende, un aumento de la intensidad de la energía cinética dentro de un Espacio Crítico (504) de la Cámara Interna Aerodinámica (501) de la Celda Eólica (104), lo cual se traduce en un aumento de la densidad de potencia del sistema eólico.

Según las simulaciones Computational Fluid Dynamics (CFD) realizadas, el Muro Eólico permitiría incrementar la velocidad del viento, dentro del Espacio Crítico (504), en alrededor de 3.5 veces, siendo que la máxima amplificación de la velocidad del viento alcanzable es indeterminada (pero no infinita), puesto que dependerá de las configuraciones respectivas del área proyectada y de los coeficientes aerodinámicos del Muro Eólico en su conjunto.

BREVE DESCRIPCION DE LAS FIGURAS

FIGURA 1: Vista sólida del muro eólico

101 Vista frontal del Muro Eólico compuesto por Celdas Eólicas

102 Vista frontal del Muro Eólico compuesto por Celdas Eólicas con enfoque superior

103 Vista frontal del Muro Eólico compuesto por Celdas Eólicas con enfoque inferior

104 Celdas Eólicas componentes del Muro Eólico

105 Vista oblicua del Muro Eólico compuesto por Celdas Eólicas

106 Vista superior del Muro Eólico compuesto por Celdas Eólicas

107 Vista inferior del Muro Eólico compuesto por Celdas Eólicas

FIGURA 2: Vista transparente del muro eólico

201 Vista frontal del Muro Eólico transparente

202 Vista oblicua del Muro Eólico transparente desde un costado

203 Vista superior del Muro Eólico transparente

204 Vista oblicua del Muro Eólico transparente desde arriba

FIGURA 3: Celda eólica

301 Vista frontal de la Celda Eólica

302 Vista oblicua de la Celda Eólica desde atrás

303 Vista frontal de la Celda Eólica con el plano de simetría

304 Vista oblicua de la Celda Eólica con el plano de simetría

305 Vista oblicua y transparente de la Celda Eólica

306 Vista transversal y transparente de la Celda Eólica

FIGURA 4: Secciones de la Celda Eólica

401 Vista frontal de una Celda Eólica

402 Vista transparente y lateral de una Celda Eólica

403 Vista transparente, resaltada y lateral de una Celda Eólica

404 Sección Externa Adyacente o Cuerda Cerrada Compartida

405 Cuello de la Celda Eólica (405)

501 Cámara Interna Aerodinámica

502 Perfil Hiperboloide Doble o Perfil Alar Extradós
406 Abertura de Entrada del Viento
407 Abertura de Salida del Viento

FIGURA 5: Partes de la Cámara Interna Aerodinámica

501 Cámara Interna Aerodinámica
502 Perfil Hiperboloide Doble o Perfil Alar Extradós
503 Espacio Generador de Presión
504 Espacio Crítico
505 Espacio Supresor de Turbulencia
506 Hiperboloide de Entrada
507 Hiperboloide de Salida
405 Cuello de la Celda Eólica
406 Abertura de Entrada del Viento
407 Abertura de Salida del Viento

FIGURA 6: Simulación CFD (Computational Fluid Dynamics)

601 Vista transversal de una Celda Eólica
602 Capa límite del flujo del aire
603 Zona granate de la leyenda que indica una velocidad del viento por encima de la velocidad del viento ambiental
604 Zona blanca de la leyenda indica el input o la velocidad del viento ambiental
605 Zona celeste de la leyenda que indica una velocidad del viento por debajo de la velocidad del viento ambiental
606 Indicador de la velocidad mínima y velocidad máxima representada en la simulación CFD
502 Perfil Hiperboloide Doble o Perfil Alar Extradós
503 Espacio Generador de Presión
504 Espacio Crítico
505 Espacio Supresor de Turbulencia
406 Abertura de Entrada del Viento
407 Abertura de Salida del Viento

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN Y REALIZACIONES PREFERENTES

El viento, al ser un elemento de masa de aire en movimiento, posee una cierta cantidad de energía cinética que es proporcional a su masa y exponencialmente proporcional a su velocidad. Así pues, considérese para la descripción de la presente innovación, las siguientes ecuaciones que gobiernan la fuerza de viento y la potencia disponible, respectivamente:

$$F = \tfrac{1}{2}.\ \rho.\ (u^2).\ S_{ref}.\ C_A$$

$$P = \tfrac{1}{2}.\ \rho.\ S_{ref}\ .\ (u^3)$$

$$PE = \tfrac{1}{2}.\ \rho.\ S_{ref}\ .\ (u^3).\ C_C$$

Donde:

F = Fuerza del viento

P = Potencia disponible

PE = Potencia efectiva del sistema eólico

ρ = Densidad del aire

u = Velocidad del viento

S_{ref} = Superficie de referencia del objeto en estudio

C_A = Coeficiente aerodinámico del objeto enfrentado contra el viento

C_C = Coeficiente de Conversión

Las ecuaciones descritas muestran que, ante variaciones de la velocidad del viento, los cambios en la potencia disponible serán cúbicamente exponenciales. Es decir, mientras mayor sea la velocidad del viento, mayor será la potencia disponible para un sistema eólico.

La fuerza del viento es expresada físicamente como kilogramos-metros/segundo al cuadrado, o Newtons. La potencia disponible del viento es expresada

físicamente como Newtons-metro por segundo, o Watts. Por otra parte, el coeficiente aerodinámico puede ser expresado, dependiendo de la fuerza en estudio, como coeficiente de arrastre, coeficiente de sustentación o coeficiente lateral. Adicionalmente, la superficie de referencia puede ser expresada, dependiendo de la fuerza de estudio, como el área proyectada, la superficie alar o la superficie lateral.

Debido a la relación exponencial que existe entre la velocidad del viento y la potencia disponible, pequeños incrementos en la velocidad del viento generan grandes incrementos en la potencia disponible. En otras palabras, el Muro Eólico tiene una incidencia significativa en la potencia efectiva generada por un molino eólico a través de aumentos en la presión dinámica y velocidad del viento.

Habiéndose establecido la relación exponencial entre la velocidad del viento con respecto a la potencia disponible del viento, a continuación, se establece la incidencia del Muro Eólico (101) sobre la velocidad del viento.

El Muro Eólico (101) al ser un cuerpo aerodinámico que tiene una incidencia positiva en la velocidad del viento proyectada sobre el rotor del sistema eólico – lo cual es logrado a través del incremento del diferencial de presiones y, consecuentemente, de la velocidad del viento existente en la naturaleza–, considérese para la descripción de la presente innovación las siguientes ecuaciones que gobiernan las magnitudes y coeficientes aerodinámicos del Muro Eólico (101):

$$F_{AMP} = F_D + F_L + F_S$$

$$F_D = \tfrac{1}{2}.\rho.(u^2).A.C_D$$

$$F_L = \tfrac{1}{2}.\rho.(u^2).S_{Lref}.C_L$$

$$F_S = \tfrac{1}{2}.\rho.(u^2).S_{Sref}.C_S$$

Si $S_{Lref} = S_{Sref}$; entonces $(C_L = C_S)$ y, por ende, $(F_L = F_S)$

$$P = ½. \rho. A (u^3)$$

Donde:

F_{AMP} = Suma adimensional del total de fuerzas ejercida sobre la Muro Eólico.

F_D = Fuerza de arrastre o resistencia de la Celda Eólica.

F_L = Fuerza de sustentación (superior e inferior) sobre la Celda Eólica medida desde dentro hacia afuera.

F_S = Fuerza lateral (izquierda y derecha) sobre la Celda Eólica medida desde dentro hacia afuera.

P = Potencia disponible.

ρ = Densidad del aire.

u = Velocidad del viento.

A = Área proyectada de la Celda Eólica perpendicular a la dirección del viento.

S_{Lref} = Proyección de la superficie alar correspondiente a la fuerza de sustentación.

S_{Sref} = Proyección de la superficie alar correspondiente a la fuerza lateral.

C_D = Coeficiente aerodinámico de resistencia o arrastre del objeto enfrentado contra el viento. Determina el rendimiento aerodinámico del sistema eólico en el sentido opuesto a la dirección del viento.

C_L = Coeficiente aerodinámico de sustentabilidad. Determina el rendimiento aerodinámico del sistema eólico en el sentido opuesto a la gravedad.

C_S = Coeficiente aerodinámico lateral. Determina el rendimiento aerodinámico del sistema eólico en el sentido perpendicular a la dirección del viento y la gravedad.

En relación con la geometría estructural del Muro Eólico (101), éste debe entenderse como aquella estructura sólida y compuesta por un número finito de unidades individuales y aerodinámicas denominadas Celdas Eólicas (104), las cuales se encuentran situadas adyacentemente, una al lado de la otra, de manera ordenada y simétrica, caracterizado por conformar en su conjunto una estructura continua de Celdas Eólicas (104), cuyo peso es sostenido en sí mismo

por la propia estructura de Celdas Eólicas (104) y cuya configuración permite construir una estructura configurable a lo largo de las tres dimensiones físicas en términos de altura, largo y ancho. Es decir, mediante la utilización de las Celdas Eólicas (104) es posible construir un Muro Eólico (101) de dimensiones completamente modulares de forma tal que la estructura aerodinámica resultante sea una estructura optimizada para determinadas condiciones ambientales, técnicas y económicas.

Es importante indicar que, no obstante, en el presente documento se habla de un Muro Eólico (101) construido por número finito de Celdas Eólicas (104), lo anterior no descarta la posibilidad de que el Muro Eólico (101) pueda ser conformado en base a una sola Celda Eólica (Figura 3) masiva que abarque toda la dimensión del Muro Eólico (101). En este caso, el Muro Eólico (101) será equivalente a la Celda Eólica masiva.

Adicionalmente, la Celda Eólica (Figura 3) debe mantener un plano de simetría especular o bilateral, el cual debe quedar ubicado a lo largo del eje axial de la Celda Eólica, siendo el eje axial aquel que es paralelo al flujo del viento y/o que conecta y/o comunica la Abertura de Entrada del Viento (406) con la Abertura de Salida del Viento (407), de tal manera que al ser cortada la Celda Eólica a la mitad por el plano de simetría, la distancia perpendicular de un punto, y su imagen, al plano de simetría es la misma.

La Celda Eólica (104) debe entenderse como aquella estructura aerodinámica e individual, funcional en sí misma, formada por una Sección Externa Adyacente (404) y una Cámara Interna Aerodinámica (501). Es importante precisar que tanto la Celda Eólica como la Sección Externa Adyacente (404) y la Cámara Interna Aerodinámica (501) son parte de un todo por lo que comparten el mismo plano de simetría especular y eje de simetría plano o axial según sea el caso. Cada una de estas secciones será explicada a continuación (Figura 4):

a) Sección Externa Adyacente o Cuerda Cerrada Compartida (404): es la sección externa de la Celda Eólica (104) donde se forma la capa límite del

flujo de aire (602). Adicionalmente, la Sección Externa Adyacente (404) corresponde a las paredes exteriores de la Celda Eólica (104), las cuales sirven como límites adyacentes en relación con las Celdas Eólicas (104) situadas en la inmediación. La estructura de la Sección Externa Adyacente (404) deberá tener la proyección de una figura geométrica a lo largo del eje axial. Es decir, el corte transversal, perpendicular al eje axial de la Celda Eólica (104), deberá mostrar una Sección Externa Adyacente (404) con una misma figura geométrica a lo largo de todo su eje axial. Dicha figura geométrica podrá ser, sin limitarse a, poligonal, de sección cónica, o como una lágrima. En este sentido, la Sección Externa Adyacente (404) tendrá una forma cilíndrica con la base de una figura geométrica, sea ésta una sección cónica (curva resultante de las diferentes intersecciones entre un cono y un plano, tales como una elipse, una parábola, una hipérbola o una circunferencia), una figura ondular (como una lágrima o una onda) o un polígono (regular o irregular).

En la Figura 3 se muestra una Celda Eólica con la Sección Externa Adyacente (404), visto desde un plano perpendicular al eje axial, en forma de un cuadrado. Sin embargo, debe entenderse que la forma externa de la Celda Eólica (104) no está limitada a un cuadrado, pudiendo utilizarse para tales fines cualquier figura geométrica, según se indica en el párrafo anterior tales como la forma circular, triangular, hexagonal, octogonal, entre otras.

La sección transversal de la Sección Externa Adyacente (404) puede ajustarse a la forma de cualquier figura geométrica, siempre y cuando dicha figura geométrica sea capaz contener un círculo imaginario en su interior. La razón de dicha condición subyace en la necesidad de suprimir, en la medida que sea posible, los ángulos dado que éstos podrían generar pérdidas aerodinámicas dentro de la Cámara Interna Aerodinámica (501). Sin embargo, por otra parte, las figuras geométricas angulares (como los polígonos) optimizan el uso del espacio y facilitan edificación del Muro Eólico (101).

La razón por la cual la Sección Externa Adyacente (404) también se denomina Cuerda Cerrada Compartida se debe a que las paredes de la parte externa de la Celda Eólica (104) coinciden con la cuerda del perfil alar de la Cámara Interna Aerodinámica (501). Es decir, teóricamente, cada Celda Eólica (104) comparte una sección de la cuerda de su perfil alar tantas veces como lados tenga el polígono de su sección transversal, siempre y cuando la Celda Eólica (104) no sea un cilindro circular y no se sitúe en los extremos del Muro Eólico (101) donde no se presentarían Celdas Eólicas (104) adyacentes. Por tanto, las Celdas Eólicas (104) adyacentes, a través de la Sección Externa Adyacente o Cuerda Cerrada Compartida (404), comparten una misma cuerda en la porción de sección donde el límite adyacente es compartido.

La importancia de la Sección Externa Adyacente (404) subyace en el hecho que, su propia estructura geométrica, permite que cada Celda Eólica (104) funcione como un bloque constructivo modulable, de la tal manera que mediante un número finito de Celdas Eólicas (104) pueda construirse un Muro Eólico (101) de dimensiones configurables. Es importante indicar que la configuración del Muro Eólico (101) no se encuentra limitada a Celdas Eólicas (104) del mismo tamaño y de la misma geometría de la Sección Externa Adyacente (404), sino que pueden utilizarse Celdas Eólicas (104) de dimensiones distintas y geometrías diferentes, o una combinación de ambas, sin limitación alguna.

En resumen, la Sección Externa Adyacente (404), o Cuerda Cerrada Compartida, es el límite físico que comparte cada una de las Celdas Eólicas (104) que conforman el Muro Eólico (101). De esta manera, la Sección Externa Adyacente (404) se caracteriza por tener una forma cilíndrica con una base geométrica de forma poligonal, ondular, o de sección cónica, desde la perspectiva de un corte transversal, cuya proyección estructural configura dos atributos importantes: (i) es aquella sección que constituye la cuerda compartida del perfil alar de cada Celda Eólica (104) adyacente y, a la vez, (ii) es aquella sección de la Celda Eólica que permite que la Celda Eólica

(104) individualmente funcione como un bloque constructivo modular en la construcción del Muro Eólico (101) en su conjunto.

b) Cámara Interna Aerodinámica (Figura 5): es la sección interior de la Celda Eólica donde se generan los diferenciales de presión y, por ende, donde se forman los diferenciales de la velocidad del viento. Adicionalmente, la Cámara Interna Aerodinámica (501) corresponde al espacio de la Celda Eólica donde se generan las fuerzas de sustentación creadas por un perfil aerodinámico revolucionado.

La cámara interna aerodinámica tiene la forma de un perfil alar extradós. Este perfil se basa parcialmente en el perfil alar de la superficie de sustentación (*airfoil*). El perfil utiliza el extradós (cara superior) del perfil alar como la cara interna de la Cámara Interna Aerodinámica (501). Dicho de otro modo, al utilizar únicamente el extradós del perfil alar, y dejar de lado el intradós del mismo perfil alar, es como si el perfil de la Cámara Interna Aerodinámica (501) hubiera sido seccionado a lo largo de la cuerda del perfil alar en cuestión, quedando así la Cámara Interna Aerodinámica (501) conformada solamente por el perfil del extradós. Por tanto, el perfil aerodinámico de la Cámara Interna Aerodinámica (501) es logrado mediante la revolución del extradós alrededor del eje axial de la Celda Eólica, teniendo como resultado un perfil aerodinámico continuo a lo largo de su plano de simetría. Es importante precisar que, dado que el perfil de la Cámara Interna Aerodinámica (501) debe centrarse y ajustarse a la forma de la Sección Externa Adyacente (404), el grosor del Perfil Alar Extradós (502) (distancia entre el borde del perfil y la cuerda) será diferente en cada sección de la Celda Eólica.

Adicionalmente, el área más estrecha de la Cámara Interna Aerodinámica (501) puede ser circular, pero estará limitada únicamente a esta forma circular, sino también podrá ser de una forma distinta (como un rectángulo dentro del cual podrían caber más de un aerogenerador), siempre y cuando dicha forma sea redondeada en sus extremos. Para estas configuraciones

alternativas y especiales, el concepto de creación de la figura completa por la revolución del extradós alrededor de un eje axial ya no sería aplicable; sin embargo, se seguiría manteniendo el perfil alar extradós, visto desde un corte transversal.

Es importante indicar que tanto la Abertura de Entrada del Viento (406) como la Abertura de Salida del Viento (407) de la Celda Eólica deberán ser iguales y tener idénticas dimensiones o al menos sustancialmente idénticas dimensiones, donde el borde de ataque del Perfil Alar Extradós (502) esté dispuesto de forma contigua y perpendicular a la Abertura de Entrada del Viento (406) y donde el borde de salida del Perfil Alar Extradós (502) esté dispuesto de forma contigua y perpendicular a la Abertura de Salida del Viento (407);

Adicionalmente, con respecto a la forma geométrica, la Abertura de Salida del Viento (407) y la Abertura de Entrada del Viento (406) de la Celda Eólica podrán optar por cualquiera de las siguientes alternativas: (i) conservar la misma forma geométrica de la base cilíndrica de la Sección Externa Adyacente; (ii) conservar la misma figura geométrica del Cuello de la Celda Eólica (405); (iii) conservar una figura circular al margen de la figura geométrica del Cuello de la Celda Eólica (405).

En una modalidad preferente, el perfil alar extradós de la cámara interna aerodinámica puede tener la forma específica de un perfil hiperboloide doble. Este perfil utiliza dos hiperboloides de una hoja inconclusos y unidos en el origen, siendo la figura geométrica de cada hiperboloide distintas entre sí, una de la otra. El perfil aerodinámico de la Cámara Interna Aerodinámica (501) puede ajustarse a una variedad de hiperboloides, siempre y cuando el primer hiperboloide de una hoja inconcluso en el origen (en adelante, *hiperboloide de entrada*) que enfrenta perpendicularmente a la dirección del viento tenga una Abertura de Entrada del Viento (406) igual a la Abertura de Salida del Viento (407) del segundo hiperboloide de una hoja inconcluso en

el origen (en adelante, *hiperboloide de salida*) opuesto a la dirección del viento.

Adicionalmente, como condición previa, las dimensiones de los círculos en el origen de la simetría (punto de origen en el espacio cartesiano) de cada hiperboloide de una hoja inconcluso en el origen deberán ser idénticos de tal forma que el empalme entre ambas figuras geométricas sea perfecto, es decir, que el Hiperboloide de Entrada (506) y el Hiperboloide de Salida (507) conformen conjuntamente una figura geométrica con una simetría de revolución axial continua. En otras palabras, el Perfil Hiperboloide Doble (502) se compone de un Hiperboloide de Entrada (506) y un Hiperboloide de Salida (507), distintos entre sí, unidos en el origen, en donde, preferiblemente, la envergadura (o volumen interno) del Hiperboloide de Entrada (506) deberá ser menor a la envergadura (o volumen interno) del Hiperboloide de Salida (507), siendo que ambos hiperboloides deberán encontrarse unidos mediante sus círculos en el origen y teniendo, como condición imprescindible, que los círculos en el origen, tanto del Hiperboloide de Entrada (506) como del Hiperboloide de Salida (507), coincidan y sean de iguales dimensiones de tal forma que el Perfil Hiperboloide Doble (502) sean una estructura continua y simétrica a lo largo de su eje axial. Es importante indicar que la Abertura de Entrada del Viento (406), ubicada en el Hiperboloide de Entrada (506), y la Abertura de Salida del Viento (407), ubicada en el Hiperboloide de Salida (507), de la Celda Eólica deberán tener una forma circular de idénticas dimensiones o sustancialmente idénticas.

Dado que la Sección Externa Adyacente (404), que rodea la Cámara Interna Aerodinámica (501), puede tener distintas figuras geométricas, debe esperarse que la distancia entre la Cuerda Cerrada Compartida (404) y el perfil aerodinámico de la Cámara Interna Aerodinámica (501) sea variable a lo largo de toda la envergadura de la Celda Eólica (104), siendo que la mayor distancia deberá hallarse a la altura del Cuello de la Celda Eólica (405).

Los perfiles aerodinámicos de la Cámara Interna Aerodinámica (501) presentan características similares que corresponden a: (i) tanto la Abertura de Entrada del Viento (406) como la Abertura de Salida del Viento (407) de la Cámara Interna Aerodinámica (501) deben conservar la misma forma geométrica en ambos casos; y (ii) los perfiles aerodinámicos de la Cámara Interna Aerodinámica (501) de la Celda Eólica deben mantener el mismo plano de simetría de la Celda Eólica.

Es importante notar que una Celda Eólica al estar situada al costado o en línea de otra Celda Eólica, visto desde un plano transversal pasa paralelamente por los ejes de simetría axial de ambas celdas, construyen conjuntamente un perfil alar completo cuya cuerda corresponde a la Sección Externa Adyacente (404) compartida entre cada Celda Eólica (104) y, por su lado, la Cámara Interna Aerodinámica (501) de cada Celda Eólica corresponde al extradós (o intradós) del perfil alar, respectivamente. Lo anterior tiene la ventaja técnica de que aprovecha el perfil alar completo para derivar de manera aerodinámica el viento por ambas aberturas de dos celdas colindantes, produciendo un efecto sinérgico de aumento de la velocidad del viento, a la vez que se aprovecha el espacio utilizado y reduce la cantidad de material empleado en la fabricación.

La Cámara Interna Aerodinámica (501), siendo un todo en su conjunto sin importar el nivel de especificación del perfil utilizado configura tres áreas diferenciables, las cuales presentan magnitudes observables físicas muy distintas. Dichas áreas diferenciables son, en el orden de la dirección del viento: (i) una sección frontal o espacio de generador de presión, (ii) una sección media o espacio crítico; y (iii) una sección anterior o espacio supresor de turbulencia.

i) Espacio Generador de Presión (503); es aquel espacio cuyo eje axial está alineado a la dirección viento y cuya superficie enfrenta al viento directamente. El Espacio Generador de Presión (503) corresponde al espacio ubicado entre el área de la Abertura de Entrada del Viento (406)

y el Espacio Crítico (504) de alta velocidad, siendo Espacio Generador de Presión (503) un área que se caracteriza por soportar la mayor fuerza de resistencia del viento y presentar los mayores niveles de presión. En términos físicos, el Espacio Generador de Presión (503) deberá corresponder al volumen espacial con las magnitudes escalares de presión estática que se encuentren por encima de la presión ambiental.

ii) Espacio Crítico (504); es aquel espacio situado entre el Espacio Generador de Presión (503) y el Espacio Supresor de Turbulencia (505). El Espacio Crítico (504) se caracteriza por presentar tanto los menores niveles de presión estática como los mayores registros de la velocidad del viento y presión dinámica. Por las características de las magnitudes físicas presentes en este espacio, el Espacio Crítico (504) constituye aquel espacio donde el rotor de la turbina eólica deberá estar situado con la finalidad de aprovechar la elevada concentración de energía cinética del viento que se centraliza en dicho espacio. En términos físicos, el Espacio Crítico (504) deberá corresponder al volumen espacial que contiene los diferenciales positivos de las magnitudes vectoriales de la velocidad del viento. Coincidentemente, si seccionamos la Cámara Interna Aerodinámica (501) con planos transversales a lo largo de todo su eje axial, encontraríamos el plano con la menor área seccionada de la Cámara Interna Aerodinámica (501) se encontraría dentro del Espacio Crítico (504). Es decir, debe esperarse que el Cuello de la Celda Eólica (405) se encuentre dentro del Espacio Crítico (504).

iii) Espacio Supresor de Turbulencia (505); es aquel espacio cuyo eje axial se alinea a la dirección del viento, pero cuya superficie no enfrenta al viento directamente. El Espacio Supresor de Turbulencia (505) corresponde al espacio ubicado entre el Espacio Crítico (504) y el área de la Abertura de Salida del Viento (407), siendo un espacio que se caracteriza por soportar la menor fuerza de resistencia del viento y por presentar el proceso de nivelación de las magnitudes de velocidad del viento y presión con respecto al medio ambiente circundante. En

términos físicos, el Espacio Supresor de Turbulencia (505) deberá corresponder al volumen espacial que registra los diferenciales negativos de las magnitudes vectoriales de la velocidad del viento posteriores al Espacio Crítico (504).

Las áreas diferenciables de la Cámara Interna Aerodinámica (501) arriba indicadas no poseen límites físicos preestablecidos, sino límites escalares de las magnitudes físicas imperantes. Es decir, las áreas diferenciables de la Cámara Interna Aerodinámica (501) son diferenciables entre sí debido a que cada espacio se encuentra caracterizado por un comportamiento particular de las magnitudes físicas presentes dentro de la Celda Eólica.

En resumen, la Cámara Interna Aerodinámica (501) se caracteriza por ser aquel espacio interior de la Celda Eólica donde se generan los diferenciales de presión y velocidad del viento, siendo un espacio constituido por tres áreas diferenciables, las cuales presentan magnitudes físicas observables muy distintas. Dichas áreas diferenciables son, en el orden de la dirección del viento: (i) el Espacio Generador de Presión (503); (ii) el Espacio Crítico (504); y (iii) el Espacio Supresor de Turbulencia (505).

A continuación, es importante explicar los fundamentos del muro eólico.

Establecidas las partes constituyentes del Muro Eólico (101), imaginemos para fines del presente análisis un plano con un orificio circular en el medio (en adelante, “disco plano hueco”), el cual tendría la misma superficie proyectada que la Celda Eólica (104) y un orificio circular en el medio con la misma área del Cuello de la Celda Eólica (405). Es importante indicar que, no obstante, la Celda Eólica (104) y el “disco plano hueco” comparten las mismas áreas proyectadas y, por tanto, reciben la misma cantidad de energía cinética proveniente del viento, son las diferencias en los coeficientes aerodinámicos de ambos objetos lo que explica las diferencias en las gradientes de presión y velocidad del viento producidos por cada uno de los objetos aerodinámicos en cuestión.

No obstante ambos objetos interactúan con las fuerzas del viento respectivamente, la fuerza de resistencia sobre la Celda Eólica (104), por efectos aerodinámicos, es menor a la fuerza de resistencia que ejerce el viento sobre el "disco plano hueco", lo cual implica que la Celda Eólica (104), en cierto modo, absorbe del viento una menor cantidad de energía cinética en comparación con el "disco plano hueco", permitiendo que la diferencia entre dicha energía cinética sea conservada por el movimiento del aire mismo.

La Celda Eólica (104), además de enfrentar un coeficiente de resistencia (o arrastre), también interactúa con coeficientes de sustentación creados por su singular geometría aerodinámica la cual genera fuerzas de sustentación a lo largo de su superficie alar de la Cámara Interna Aerodinámica (501). En este sentido, es importante indicar que la superficie alar de la Cámara Interna Aerodinámica (501) es circular, por lo que los vectores de las fuerzas de sustentación generadas se encuentran direccionados concéntricamente hacia el interior de la Cámara Interna Aerodinámica (501). Estas fuerzas de sustentación al quedar concentradas en el Espacio Crítico (504) producen un estado temporal de mayor amplificación de la velocidad del viento y, consecuente, presión dinámica.

Lo anterior implica que la cantidad de energía cinética del viento conservada y amplificada, como resultado de la forma aerodinámica de la Celda Eólica (104), es consecuencia de las fuerzas de sustentación concentradas dentro de un Espacio Crítico (504), responsable del diferencial de presiones e incremento de la velocidad del viento a la cual es sometida la masa de aire en su movimiento hacia la Abertura de Salida del Viento (407) de la Celda Eólica.

La incidencia del Muro Eólico (101) en la amplificación de la energía cinética del viento es posible gracias a dos elementos: el tamaño de área proyectada del Muro Eólico (101) y los coeficientes aerodinámicos de las Celdas Eólicas (104) constituyentes del Muro Eólico (101). En otras palabras, el incremento de la potencia disponible logrado por el Muro Eólico (101) estará en función del área proyectada y optimización de los coeficientes aerodinámicos de las Celdas

Eólicas (104) aplicadas, así como también de las características particulares de los recursos eólicos imperantes que rodean a un sistema eólico determinado.

Según las simulaciones CFD (Figura 6), el Muro Eólico (101) permitiría incrementar la velocidad del viento, dentro del Espacio Crítico (504), en alrededor de 3.5 veces, siendo que la máxima amplificación de la velocidad del viento alcanzable es indeterminada (pero no infinita), puesto que dependerá de las configuraciones respectivas del área proyectada y de los coeficientes aerodinámicos del Muro Eólico (101) en su conjunto. La Figura 6 muestra una leyenda en donde la zona blanca (604) corresponde a la velocidad del viento ambiental equivalente a 10 m/s, la zona celeste (605) corresponde a los espacios en donde la velocidad del viento desciende por debajo de la velocidad del viento ambiental y la zona granate (603) corresponde a los espacios en donde la velocidad del viento se eleva por encima de la velocidad del viento ambiental. Como puede observarse, la zona granate se ubica principalmente en dos regiones: en los exteriores de la Celda Eólica, específicamente en capa límite del flujo del aire (602), y en el Espacio Crítico (504). Asimismo, en leyenda de la Figura 6 muestra la velocidad mínima y la velocidad máxima (606) calculada por la simulación CFD.

Es importante precisar que el límite de la amplificación de la velocidad del viento, producto de la aplicación del Muro Eólico (101), está definido como una función dependiente del coeficiente de resistencia y del coeficiente de sustentación del Muro Eólico (101), en donde el coeficiente de resistencia tiene una relación inversa y el coeficiente de sustentación conlleva una relación directa, respectivamente. En este sentido, si bien una mayor área proyectada del Muro Eólico (101) podría ser beneficioso en términos de una mayor superficie referencial de barrido, es importante tener en cuenta que a partir de cierto punto las mayores dimensiones de las áreas proyectadas del Muro Eólico (101) podrían presentar rendimientos decrecientes en algunas regiones del Muro Eólico (101) como producto de un mayor coeficiente de resistencia. Sin embargo, por otra parte, los coeficientes de resistencia y sustentación presentan curvas con derivadas parciales positivas lo cual indica que los efectos negativos de un mayor

coeficiente de resistencia pueden estar acompañados (no relacionados) de un mayor coeficiente de sustentación y, por ende, en una mayor presión dinámica producto de la fuerza de sustentación presente. En este sentido, para la selección de las dimensiones ideales del Muro Eólico (101) es importante estudiar y encontrar el punto de óptimo en donde, dadas unas condiciones ambientales determinadas, el coeficiente de resistencia y el coeficiente de sustentación generan la mayor presión dinámica del viento dentro del Espacio Crítico (504) de las Celdas Eólicas (104) que configuran el Muro Eólico (101).

En resumen, el Muro Eólico (101) descrito es una nueva generación de sistemas eólicos que incrementa la velocidad del viento y, por ende, la intensidad de la energía cinética circunscrita a un Espacio Crítico (504) dentro la Celda Eólica (104) y, consecuentemente, eleva la potencia disponible, dada una determinada energía cinética del viento, constante o inconstante, permitiendo así un mayor rendimiento en la generación de energía eléctrica. Así, el Muro Eólico (101) resuelve el problema técnico relacionado al bajo aprovechamiento de la energía cinética potencial del viento, de manera tal que, para un mismo recurso eólico, la aplicación del Muro Eólico (101) permitirá aprovechar mejor la energía cinética del viento disponible en la naturaleza e incrementar la producción de la generación eléctrica dado el mismo recurso eólico en cuestión.

En cuanto a la configuración del Muro Eólico (101), debido a que está conformado por un número finito de Celdas Eólicas (104), pudiendo incluso darse el caso de la conformación de un Muro Eólico (101) en base a una sola Celda Eólica, la configuración total del Muro Eólico (101) estará pues basada en la sumatoria de las configuraciones individuales de cada Celda Eólica.

Por otra parte, la Celda Eólica, individualmente, no requiere tener una configuración homogénea. Es decir, los Muros Eólicos pueden ser construidos en base a Celdas Eólicas (104) homogéneas y simétricas, pero también pueden ser construidos en base a Celdas Eólicas (104) de diversa configuración, en términos de distintas tamaños, dimensiones y formas geométricas de la Sección Externa Adyacente (404) y/o perfiles aerodinámicos de la Cámara Interna

Aerodinámica (501). En otras palabras, las opciones para la configuración del Muro Eólico (101) son infinitas.

La elección de la configuración más idónea de las distintas Celdas Eólicas (104) que conformarán el Muro Eólico (101) deberá realizarse en base al estudio del recurso eólico predominante en el lugar de instalación del Muro Eólico (101), así como en base a los parámetros técnicos, restricciones económicas, rendimientos esperados, técnicas disponibles, limitaciones ambientales requeridas y límites operacionales esperados para un determinado proyecto, entre otras. Es decir, podrán existir tantas formas óptimas del Muro Eólico (101) como sistemas eólicos sean creados.

Con respecto a los elementos de sujeción y soporte, es importante indicar que la Sección Externa Adyacente (404) de cada Celda Eólica constituye un soporte estructural en sí misma. Debido a que las Celdas Eólicas (104) estarán expuestas a considerables fuerzas de sustentación y resistencia, la parte interna de la Celda Eólica (es decir, aquella parte encerrada, no expuesta directamente al medio ambiente) deberá ser reforzada adecuadamente según corresponda. Asimismo, debido a que las Celdas Eólicas (104) que componen el Muro Eólico (101) se comportarán como un todo, es importante tener en cuenta la construcción de estructuras de fijación para mantener la integridad del Muro Eólico (101) en su conjunto. En este sentido, el Muro Eólico (101), en términos de sujeción y soporte, es una estructura autosostenible en base a las mismas Celdas Eólicas (104) que la constituyen, no requiriendo de soportes verticales elevados como en el caso de los molinos eólicos convencionales. No obstante, la determinación de estructuras de fijación y soporte, para mantener la integridad del Muro Eólico (101) en su conjunto, es necesaria. Sobre la técnica a ser utilizada para la construcción de los elementos de sujeción y soporte estructural requerido por el Muro Eólico (101), indicamos que es ajena a esta discusión y dependerá exclusivamente de los estudios y recomendaciones técnicas de la rama de la ingeniería especialista en la materia.

Por otro lado, la aplicación del Muro Eólico (101) presenta en sí misma una nueva generación de sistemas eólicos basados no solamente en la eficiencia mecánica y aerodinámica de la turbina eólica, sino también en la eficiencia estructural y aerodinámica del Muro Eólico (101) como elemento para amplificar la velocidad del viento y la densidad de potencia subyacente. En este sentido, los beneficios que entrega la aplicación del Muro Eólico (101) son los siguientes:

- Aumento de la densidad de potencia Eólica. Debido al incremento conducido de la velocidad del viento lograda por la presente invención, dada una determinada energía cinética del viento en la naturaleza, el Muro Eólico (101) genera una densidad de potencia mayor a la que pudiera entregar un sistema eólico convencional, el cual no utiliza ninguna estructura física para incrementar la velocidad del viento, sino que solamente toma la energía cinética del viento tal cual se presenta en la naturaleza.

- Incremento del factor de potencia específica. Dada una misma superficie de proyección del sistema, el Muro Eólico (101) proporciona sustancialmente un mayor nivel de potencia por metro cuadrado (factor de potencia específica o coeficiente de potencia) en comparación con los sistemas eólicos convencionales. De acuerdo con los análisis y simulaciones previamente realizados, el factor de potencia específica duplicaría su valor en comparación con los sistemas eólicos convencionales.

- Menor diámetro del rotor del molino eólico. En comparación con los molinos eólicos convencionales que trabajan con el viento disponible en la naturaleza sin modificación alguna, mediante la aplicación de la estructura aerodinámica de la Celda Eólica que permite incrementar la velocidad del viento dentro de un Espacio Crítico (504), donde estará situado el rotor de un molino eólico, se podrá generar una mayor cantidad de potencia con un menor tamaño de diámetro del rotor de un molino eólico.

- Menor costo por unidad de potencia de generación. Como resultado del mayor coeficiente de potencia y menor tamaño del rotor del molino eólico

que presenta el Muro Eólico (101), es estimable que el nivel de inversión por unidad de potencia, medido en dólares por kilowatt (US$/kW), sea menor que el nivel de inversión por unidad de potencia de los sistemas eólicos convencionales.

En resumen, el Muro Eólico (101) tiene especial relevancia en el aumento de la densidad de potencia eólica y de la potencia específica y, como consecuencia, en el incremento de la capacidad de generación de energía eléctrica, dados los mismos recursos eólicos disponibles en la naturaleza y, además, con un menor consumo de recursos económicos.

REIVINDICACIONES

1. Un muro eólico CARACTERIZADO POR comprender una o más celdas eólicas (104), donde las celdas eólicas están dispuestas de manera colindante entre ellas, conformando en su conjunto una estructura continua;
donde las celdas eólicas son modulares, teniendo cada celda eólica configuraciones iguales y simétricas, o diferentes e independientes entre sí, de manera tal que el muro eólico posea dimensiones completamente configurables;
donde cada celda eólica posee una estructura individual, funcional en sí misma, por la cual atraviesa el viento en su trayectoria desde una abertura de entrada del viento (406) dispuesta en un lado de la celda eólica, hasta una abertura de salida del viento (407) dispuesta en el lado opuesto de dicha celda eólica;
donde la abertura de entrada del viento (406) y la abertura de salida del viento (407) están comunicadas y tienen las mismas dimensiones;
donde cada celda eólica comprende una cámara interna aerodinámica (501) en su interior con la forma de un perfil alar extradós revolucionado;
donde cada celda eólica comprende una sección externa adyacente (404) conformada por las paredes externas de la celda eólica;
donde cada celda eólica mantiene un plano de simetría especular o bilateral el cual se sitúa a lo largo de la celda eólica entre la abertura de entrada del viento (406) y la abertura de salida del viento (407), dividiendo a la celda eólica en la mitad, de tal manera que la distancia perpendicular de un punto cualquiera, y su imagen, al plano de simetría es la misma;
donde cada celda eólica mantiene un eje de simetría plano o axial, el cual divide al plano de simetría especular en dos partes, cuyos puntos simétricos son equidistantes a dicho eje;

2. El muro eólico, de acuerdo con la reivindicación 1, CARACTERIZADO PORQUE la unión entre dos celdas eólicas colindantes, visto desde un corte transversal que pasa paralelamente por los ejes de simetría axial de ambas celdas eólicas, tiene forma de un perfil alar completo, y ambas celdas eólicas

están dispuestas compartiendo la misma cuerda; donde esta cuerda se encuentra contenida por la sección externa adyacente (404) de ambas celdas eólicas y tiene el nombre de cuerda cerrada compartida.

3. El muro eólico, de acuerdo con la reivindicación 1, CARACTERIZADO PORQUE la sección externa adyacente (404) y la celda eólica comparten el mismo plano de simetría especular y eje de simetría plano o axial;
donde un corte transversal perpendicular al eje axial de la celda eólica muestra una sección externa adyacente (404) con una misma figura geométrica a lo largo de todo su eje de simetría;
donde dicha figura geométrica corresponde a la base cilíndrica de la sección externa adyacente (404) la cual puede tener forma poligonal, forma de sección cónica, forma ondular o de lágrima.

4. El muro eólico, de acuerdo con la reivindicación 1, CARACTERIZADA PORQUE la cámara interna aerodinámica (501) y la celda eólica comparten el mismo plano de simetría especular y eje de simetría plano o axial.

5. El muro eólico, de acuerdo con la reivindicación 4, CARACTERIZADO PORQUE la cámara interna aerodinámica (501) comprende, siguiendo la dirección del viento, un espacio generador de presión (503), un espacio crítico (504), un cuello de la celda eólica (405) y un espacio supresor de turbulencia (505);
donde el espacio generador de presión (503) se encuentra situado entre el área de la abertura de entrada del viento (406) y el espacio crítico (504), siendo el espacio generador de presión (503) el espacio que soporta la mayor fuerza de resistencia y presenta los mayores niveles de presión;
donde el espacio crítico (504) se encuentra situado entre el espacio generador de presión (503) y el espacio supresor de turbulencia (505), siendo el espacio crítico (504) el espacio con los menores niveles de presión, con los mayores registros de la velocidad del viento y es donde está situado el cuello de la celda eólica (405); además, el espacio crítico (504) es el área adecuada para ubicar un rotor de una turbina eólica;

donde el espacio supresor de turbulencia (505) se encuentra situado entre el espacio crítico (504) y el área de la abertura de salida del viento (407), siendo el espacio supresor de turbulencia (505) el espacio donde se empieza a normalizar la presión y la velocidad del viento en relación con el medio ambiente circundante.

6. El muro eólico, de acuerdo con la reivindicación 1 y 5, CARACTERIZADO PORQUE el perfil alar extradós revolucionado de la cámara interna aerodinámica (501) incluye la forma de un perfil hiperboloide doble, siendo que el perfil hiperboloide doble comprende un hiperboloide de entrada (506) que se enfrenta a la dirección del viento, dispuesto de forma adyacente y perpendicular a la abertura de entrada del viento (406), y un hiperboloide de salida (507) que no se enfrenta a la dirección del viento, dispuesto de forma adyacente y perpendicular a la abertura de salida del viento (407);
donde las formas geométricas del hiperboloide de entrada (506) y del hiperboloide de salida (507) de una misma celda eólica son distintas entre sí, siendo la envergadura o volumen interno del hiperboloide de entrada (506) menor a la envergadura o volumen interno del hiperboloide de salida (507);
donde el hiperboloide de entrada (506) y el hiperboloide de salida (507) son de una hoja inconclusos y unidos en el origen mediante círculos idénticos de tal forma que el empalme entre ambas figuras geométricas es continuo, es decir, que el hiperboloide de entrada (506) y el hiperboloide de salida (507) conformen conjuntamente una figura geométrica con una simetría de revolución axial continua.

7. El muro eólico, de acuerdo con las reivindicaciones 5 y 6, CARACTERIZADO PORQUE el perfil alar extradós comprende: un borde de ataque dispuesto de forma contigua y perpendicular a la abertura de entrada del viento (406); y un borde de salida dispuesto de forma contigua y perpendicular a la abertura de salida del viento (407);
donde el cuello de la celda eólica (405) tiene una forma geométrica circular o cualquier otra forma geométrica distinta a la circular, siempre y cuando dicha forma sea redondeada en sus ángulos geométricos y el eje de simetría axial

de la cámara interna aerodinámica (501) se intercambie por un eje de simetría plano;

donde la abertura de salida del viento (407) y la abertura de entrada del viento (406) de la celda eólica tienen cualquiera de las siguientes formas: (i) una forma circular; (ii) la misma figura geométrica del cuello de la celda eólica (405) cuando ésta sea distinta a un círculo; o (iii) la misma figura geométrica de la base cilíndrica de la sección externa adyacente (404) redondeada en sus ángulos geométricos.

8. El muro eólico, de acuerdo con la reivindicación 1, CARACTERIZADO PORQUE la distancia entre la sección externa adyacente (404) y el perfil aerodinámico de la cámara interna aerodinámica (501) es variable a lo largo de toda la envergadura de la celda eólica, siendo que la mayor distancia se ubica a la altura del cuello de la celda eólica (405).

FIGURA 1

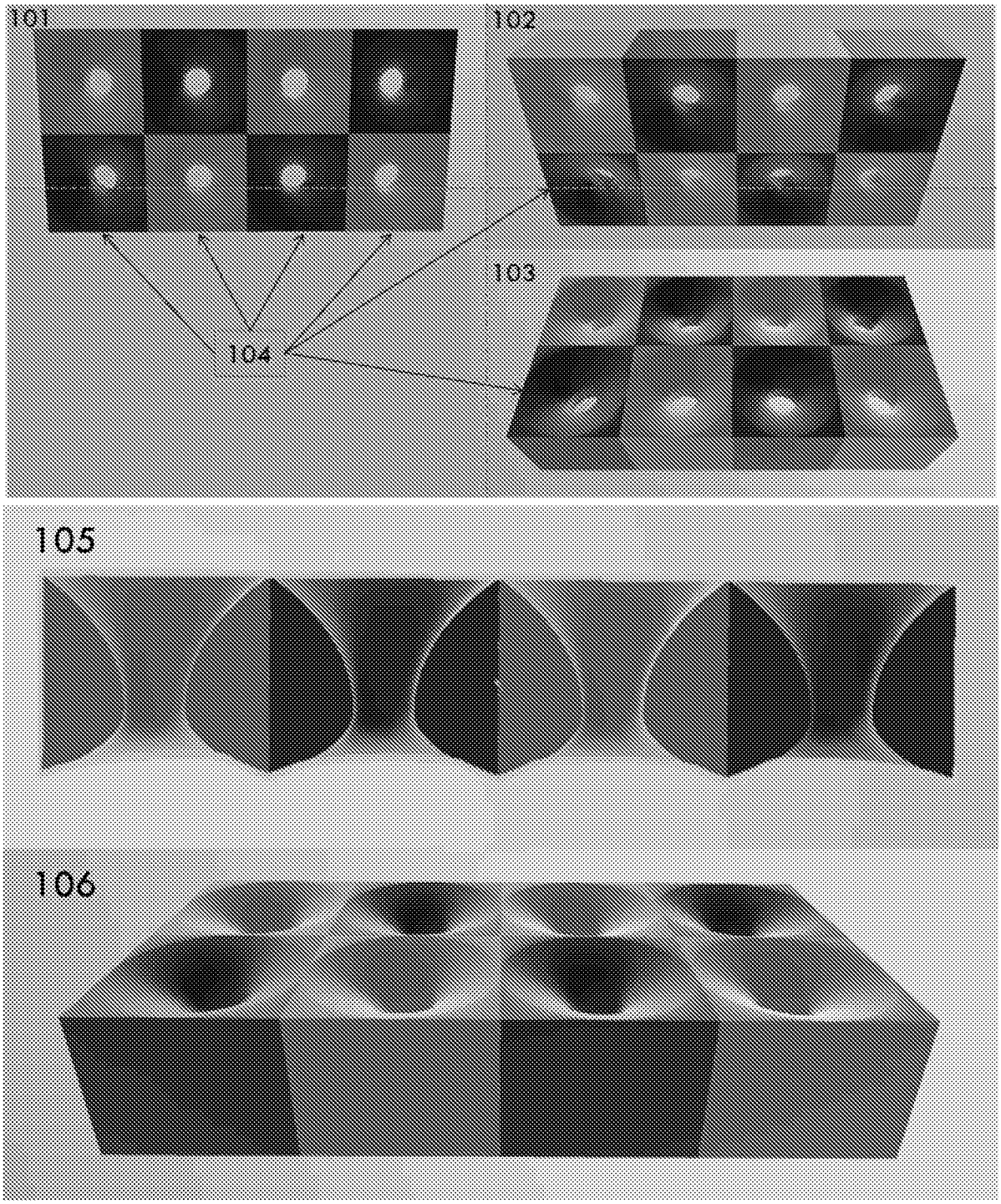


FIGURA 2

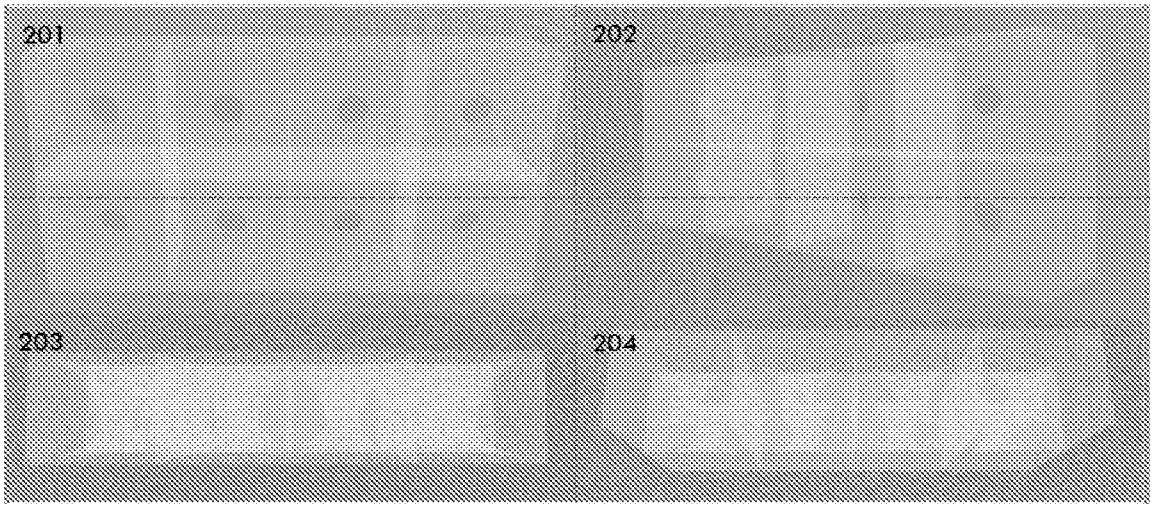


FIGURA 3

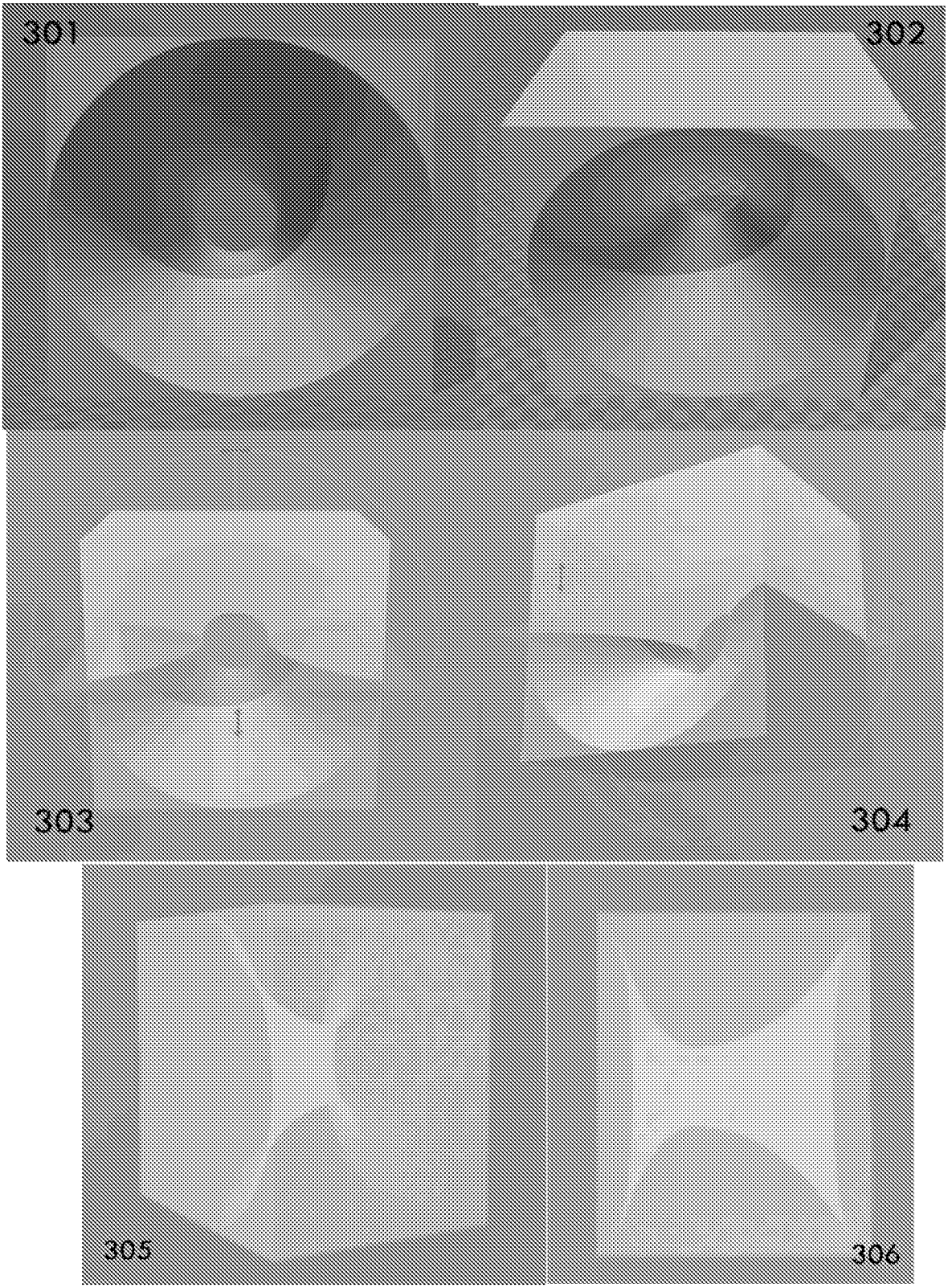


FIGURA 4

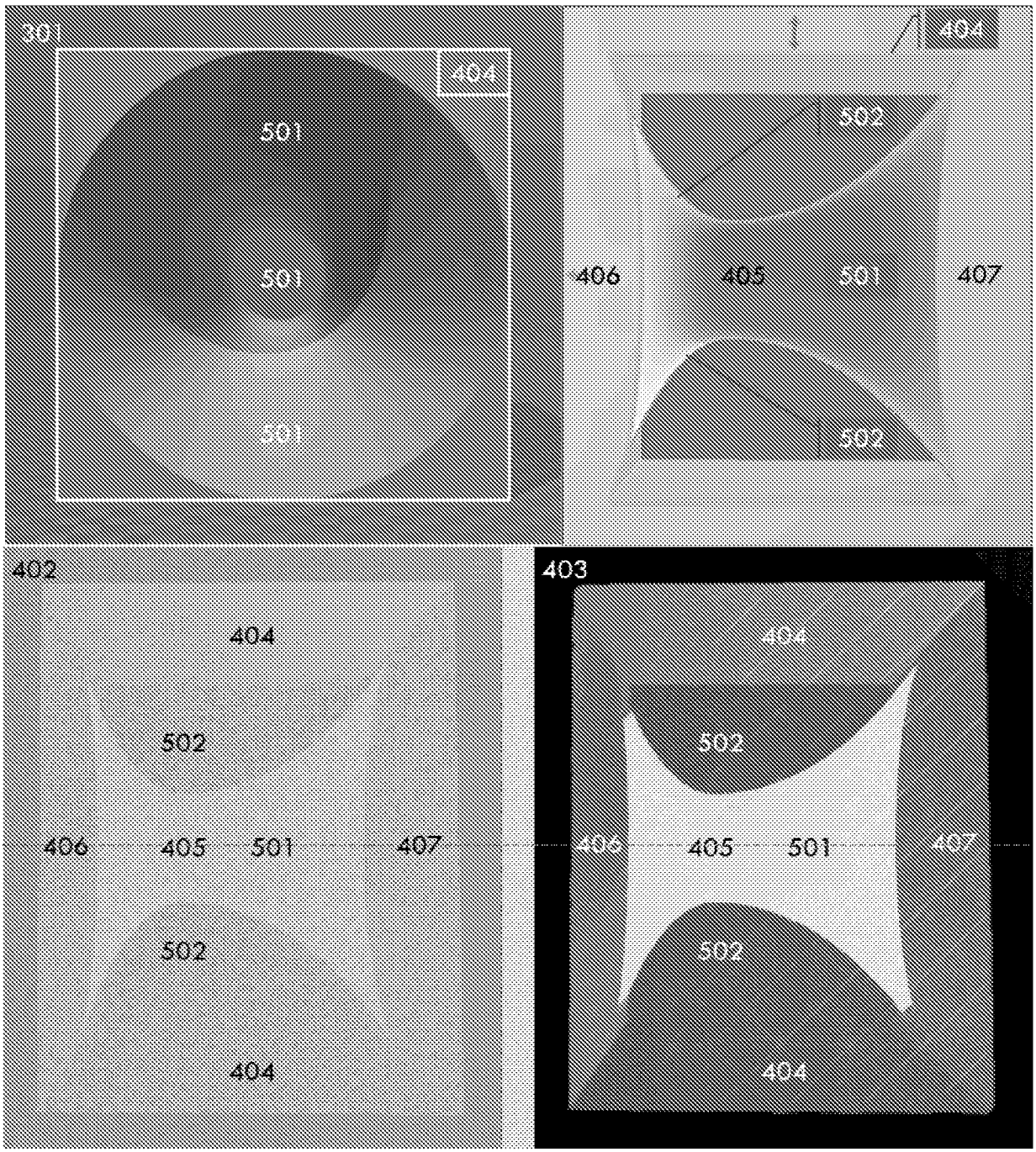

401
404
501
501
501
404
502
406
405
501
407
502
402
404
502
406
405
501
407
502
404
403
404
502
406
405
501
407
502
404

FIGURA 5

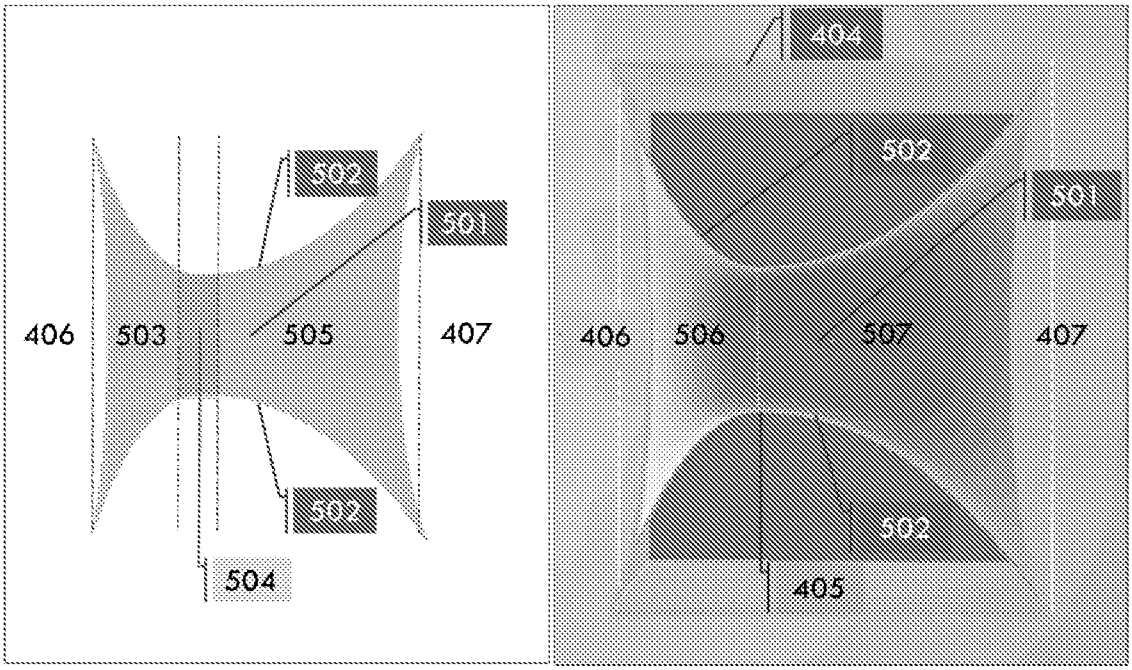
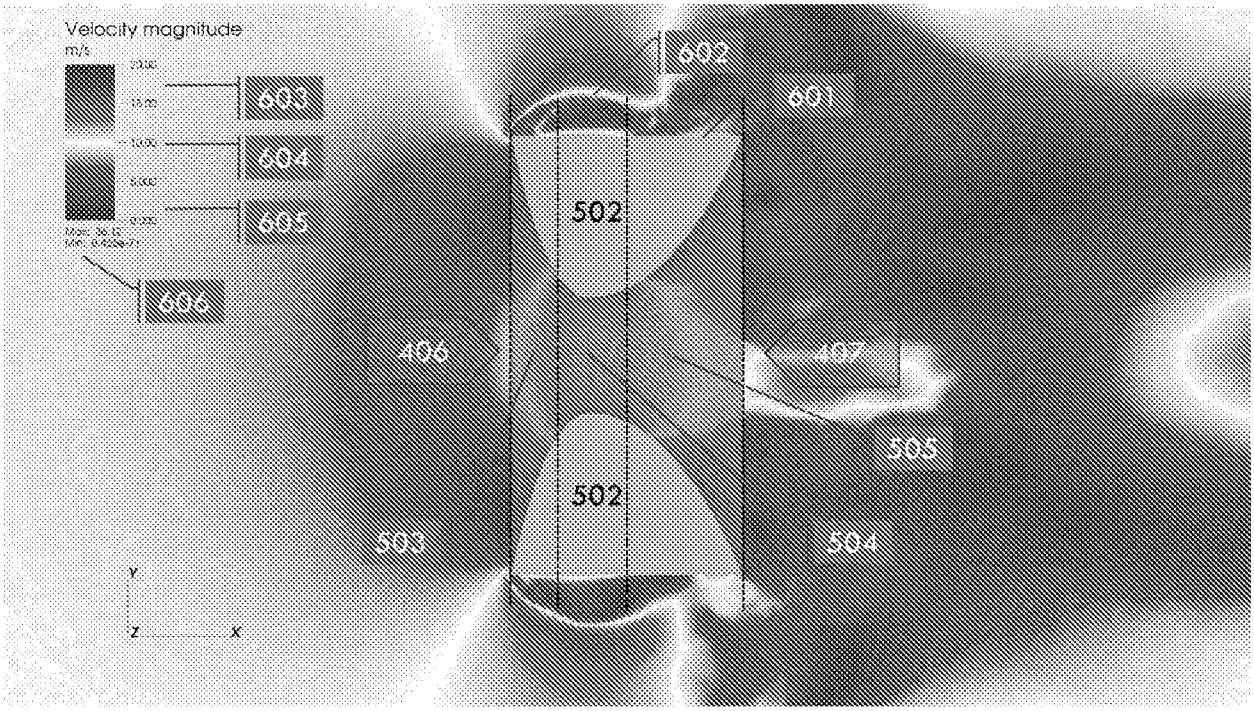

502
501
406
503
505
407
502
504
404
502
501
406
506
507
407
502
405

FIGURA 6


Velocity magnitude
m/s
603
604
605
606
602
601
502
406
407
505
502
503
504
Y
Z
X

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/PE2019/050001

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F03D1/04 (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F03D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPODOC, INVENES

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2007015452 A1 (CHEN SHIH H) 18/01/2007, Paragraphs [14 - 21]; Figures.	1-8
A	WO 0050769 A1 (VORTEC ENERGY LIMITED ET AL.) 31/08/2000, page 1, line 5 - page 11, line 2; Figures.	1-8
A	ES 2359106 A1 (MORELL MESTRE JAIME) 18/05/2011, column 4, line 26 - column 6, line 42; Figures.	1-8
A	WO 2010074670 A1 (BRANCO ANTHONY) 01/07/2010, Abstract, Figures.	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means.
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents , such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
17/01/2020	**(22/01/2020)**
Name and mailing address of the ISA/ OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España) Facsimile No.: 91 349 53 04	Authorized officer M. López Carretero Telephone No. 91 3498430

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.
PCT/PE2019/050001

Patent document cited in the search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US2007015452 A1	18.01.2007	TWM279737U U	01.11.2005
WO0050769 A1	31.08.2000	NZ334382 A AU2702600 A	26.10.2001 14.09.2000
ES2359106 A1	18.05.2011	NONE	
WO2010074670 A1	01.07.2010	NONE	

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº
PCT/PE2019/050001

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD
F03D1/04 (2006.01)

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)
F03D

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

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

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
A	US 2007015452 A1 (CHEN SHIH H) 18/01/2007, Párrafos [14 - 21]; Figuras.	1-8
A	WO 0050769 A1 (VORTEC ENERGY LIMITED ET AL.) 31/08/2000, página 1, línea 5 - página 11, línea 2; Figuras.	1-8
A	ES 2359106 A1 (MORELL MESTRE JAIME) 18/05/2011, columna 4, línea 26 - columna 6, línea 42; Figuras.	1-8
A	WO 2010074670 A1 (BRANCO ANTHONY) 01/07/2010, Resumen, Figuras.	1-8

☐ En la continuación del recuadro C se relacionan otros documentos ☒ Los documentos de familias de patentes se indican en el anexo

* Categorías especiales de documentos citados:

"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.

"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.

"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).

"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.

"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.

"T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.

"X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.

"Y" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.

"&" documento que forma parte de la misma familia de patentes.

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.	Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional.
17/01/2020	**22 de enero de 2020 (22/01/2020)**
Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España) Nº de fax: 91 349 53 04	Funcionario autorizado M. López Carretero Nº de teléfono 91 3498430

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Informaciones relativas a los miembros de familias de patentes

Solicitud internacional nº

PCT/PE2019/050001

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de Publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de Publicación
US2007015452 A1	18.01.2007	TWM279737U U	01.11.2005
WO0050769 A1	31.08.2000	NZ334382 A AU2702600 A	26.10.2001 14.09.2000
ES2359106 A1	18.05.2011	NINGUNO	
WO2010074670 A1	01.07.2010	NINGUNO	