

AEROGENERADOR EÓLICO VERTICAL

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención está relacionada con novedosos dispositivos de generación de electricidad mediante energía eólica.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION:

10 Dentro del estado de la técnica, se encuentran múltiples diseños y configuraciones constructivas de aerogeneradores eólicos verticales para aplicaciones a nivel domiciliario en zonas urbanas y rurales con el fin de mejorar la accesibilidad de la energía eléctrica de manera autosostenible, limpia y de bajo costo, buscando optimizar la calidad de vida de los usuarios; por lo cual, se presentan a
15 continuación algunos documentos que hacen parte del estado de la técnica y que, a su vez, constituyen un punto de partida y de comparación respecto a la invención que se desea proteger en esta solicitud.

En principio, se tiene como punto de partida para el desarrollo de esta invención, tres tesis de investigación a nivel internacional, las cuales han logrado concentrar
20 los aspectos más importantes realizados durante los últimos 40 años, en el desarrollo de este tipo de aerogeneradores eólicos verticales. A continuación se presentan los documentos enunciados:

1. Título de la Tesis: Modelización en la aerodinámica de eje vertical (Modelling the Aerodynamics of Vertical-Axis) elaborada en la Escuela de Ingeniería de la
25 Universidad de Glasgow, Glasgow Escocia realizada por el Doctor Frank Scheuring en el año 2011. En esta tesis, se enseñan los parámetros básicos aerodinámicos que se han tenido en cuenta en el diseño, desarrollo e implementación de esta invención.

30 2. Título de la Tesis: Investigación en la eficiencia de una turbina helicoidal para la recolección de Energía Eólica (Efficiency Investigation of a Helical Turbine for Harvesting Wind Energy) elaborada en la Universidad de Boston Massachusetts USA, realizada por Nathan Willard en el año 2011. En esta tesis se enseña el
35 rendimiento energético de una turbina o un aerogenerador. De igual forma, se enseña el rendimiento energético en condiciones numéricas y condiciones de ambiente real.

3. Título de la Tesis: Análisis numérico de flujo en campo en pequeña escala en una turbina eólica con eje vertical arremolinada helicoidal (Numerical Analysis of Flow Field for Small Scale Helical Twisted Vertical Axis Wind Turbine) elaborada
40 en la Universidad Purdue Hammond Indiana, USA, realizada por Sanjit K. Basak. En esta tesis se enseña la planeación de mini-parques Eólicos con turbinas helicoidales.

45 En el campo de las patentes, se encuentra la patente de invención Estadounidense US 1835018 (Diciembre 08 de 1931) del solicitante M. Darrieus [US], la cual, describe una patente de invención que consiste en enseñar una turbina que tiene una rotación en su eje transversal con respecto al flujo de la
50 corriente de aire.

En la patente de invención Estadounidense US 7344353 (Marzo 18 de 2008) del solicitante ArroWind Corporation, Oakville, Ontario [CA], se describe una patente de invención que consiste en enseñar una turbina eólica helicoidal vertical.

5 En la patente de invención Estadounidense US 2001/001299 (Mayo 17 de 2001) del solicitante Northeastern University, [US], se describe una invención que consiste en enseñar un sistema que provee una turbina de propulsión empleada en ambiente marinos, usando la disposición de un montaje de una turbina helicoidal para viento.

10 En la patente de invención Estadounidense US 2009/0126544 (Mayo 21 de 2009) de los solicitantes Christopher R. Sauer, Patrick McGinnis y Jim Sysko, [US], se describe una invención que consiste en una turbina de alta eficiencia y su método de fabricación.

15 En la patente de invención Estadounidense US 2012/0099994 (Abril 26 de 2012) del solicitante Juan José Equizabal [US], se describe una turbina eólica con rotor vertical.

En la patente de invención de la WIPO WO 81/01443 (Mayo 28 de 1981) del solicitante Joutsiniemi Risto, [FI/SE], se enseña una turbina eólica con tornillo.

20 En la patente de invención de la WIPO WO 2012/096616 (Julio 19 de 2012) del solicitante Berg Solutions AB, [SE], se divulga una turbina eólica tipo tornillo.

En la patente de invención China CN 102392782 (Marzo 28 de 2012) del solicitante Chongqing University, [CN], se enseña una turbina eólica de eje vertical de elevación con arrastre, (no fija combinada).

25 En la patente de invención China CN 103075299 (Mayo 01 de 2013) del solicitante Nantong University, [CN], se describe una invención que consiste en enseñar un alabe de un aerogenerador de eje vertical y su respectivo método de mecanizado.

30 En la patente de invención China CN 201297237 (Agosto 26 de 2009) del solicitante Shanghai Zhuobei Industry Development Co., LTD, [CN], se describe un alabe de una turbina de eje vertical helicoidal tipo vórtice para generación eléctrica eólica.

En la patente de invención China CN 201433854 (Marzo 31 de 2010) del solicitante Ocean University of China, [CN], enseña una turbina helicoidal de alabe flexible.

35 En la patente de invención China CN 201661426 (Diciembre 01 de 2010) del solicitante Chongqing University of Science and Technology [CN], describe un generador de energía eólica con palas helicoidales.

40 En la patente de invención Alemana DE 2948060 (Junio 06 de 1981) del solicitante Erno Raumfahrttechnik GmbH, [DE], describe una turbina impulsada por el viento con rotor de eje vertical, la cual, presenta cuchillas formadas por tiras helicoidales con extremos configurados que tienen radios circular en el rotor de eje de dicha turbina.

En la patente de invención Alemana DE 102010020380 (Noviembre 11 de 2011) de los solicitantes Becker Klaus y Klatt Werner, [DE], enseña una turbina de viento para generar energía eléctrica dentro de un ducto, donde dicha turbina cuenta con dos rotores que son impulsados por el viento, donde dichos rotores están dispuestos uno enfrente al otro, la cual giran de manera opuesta entre sí.

En la patente de invención Europea EP 2696066 (Agosto 07 de 2013) del solicitante Wind Twentyone S.r.l, [IT], se enseña una turbina de viento con rotor de eje vertical.

En la patente de invención Europea EP 2698532 (Agosto 07 de 2013) del solicitante Wind Twentyone S.r.l, [IT], se describe una turbina de viento de eje vertical y su respectivo alabe aerodinámico.

En la patente de invención Inglesa GB 2451670 (Febrero 11 de 2009) del solicitante Joseph Emans [GB], describe un rotor de una turbina vertical accionado por un fluido.

En los documentos anteriormente referenciados, se expone parte del estado de la técnica del mismo campo tecnológico de la solicitud, razón por la cual, so objeto de referencia con el fin de exponer los antecedentes de la invención y tomar como punto de partida las mejoras que hacen diferente la presente solicitud de protección mediante sus características técnicas constructivas que solucionan el problema técnico objetivo planteado en la solicitud.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS:

Figura No.1. Muestra una vista isométrica del generador eólico vertical (1) enseñando todas sus características técnicas constructivas y su respectivo ensamblaje.

Figura No.2. Muestra una vista isométrica de todo el generador eólico vertical (1) enseñando otras características técnicas constructivas y su respectivo ensamblaje.

Figura No.3. Muestra dos vistas isométricas del generador eólico vertical (1) enseñando el ensamble entre las piezas como el soporte central (6), los brazos conectores superiores (3.1, 3.2, 3.3), los brazos conectores inferiores (4.1, 4.2, 4.3), la tapa (7), el rodamiento (8), el generador (9) y el soporte principal (5).

Figura No.4. Muestra dos vistas isométricas del alabe o aspa (2) que compone el generador eólico vertical (1), enseñando todas sus características técnicas constructivas, su geometría, sus zonas que la componen (2a, 2b, 2c, 2d, 2e) y su perfil aerodinámico (2').

Figura No.5. Muestra una vista isométrica del brazo conector superior (3) que compone el generador eólico vertical (1), enseñando todas sus características técnicas constructivas.

5 **Figura No.6.** Muestra una vista isométrica del brazo conector inferior (4) que compone el generador eólico vertical (1), enseñando todas sus características técnicas constructivas.

10 **Figura No.7.** Muestra dos vistas isométricas del generador eólico vertical (1) enseñando el ensamble entre las piezas como el soporte central (6), los brazos conectores superiores (3.1, 3.2, 3.3), los brazos conectores inferiores (4.1, 4.2, 4.3), el rodamiento (8), el generador (9) y el soporte principal (5).

15 **Figura No.8.** Muestra una vista isométrica del soporte principal (5) que compone el generador eólico vertical (1), enseñando todas sus características técnicas constructivas.

20 **Figura No.9.** Muestra tres vistas ortogonales del soporte central (6) como la vista superior, frontal e inferior que compone el generador eólico vertical (1), la cual enseña sus características técnicas constructivas y su respectivo ensamblaje.

25 **Figura No.10.** Muestra cuatro vistas isométricas y una vista superior del generador eólico vertical (1), enseñando todas las características técnicas constructivas y su respectivo ensamblaje.

Figura No.11 (a). Muestra tres vistas isométricas del brazo conector inferior (4) enseñando su ensamble con el soporte central (6) y sus respectivos elementos de unión (tornillos).

30 **Figura No.11 (b).** Muestra dos graficas del brazo conector superior (3) y del brazo conector inferior (4), en donde se enseña las pruebas y el comportamiento de cargas de esfuerzo y deformación bajo el modelamiento por computador de elementos finitos.

35 **Figura No.12.** Muestra tres graficas isométricas de las disposición de varios modelos de aerogeneradores eólicos en el estado de la técnica y que se tomaron como punto de partida, con respecto a la invención del generador eólico vertical (1) que se presenta en patente de modelo de utilidad. La gráfica A, enseña un aerogenerador eólico vertical vendido en el mercado por la empresa Urban Green Energy. Así mismo la gráfica B, enseña un aerogenerador eólico vertical vendido en el mercado por la empresa Venger Wind.

40

Figura No.13. Muestra dos gráficas, en donde se enseñan dos tipos de aerogeneradores eólicos que existen actualmente en el estado de la técnica, la gráfica (a) enseña, un aerogenerador eólico de disposición llamado HAWT con sus siglas en ingles que significa Horizontal-axis wind turbines (turbinas eólicas de eje horizontal) y la gráfica (b) enseña, un aerogenerador eólico de disposición llamado VAWT con sus siglas en ingles que significa Vertical-axis wind turbines (turbinas eólicas de eje vertical).

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION:

El problema técnico objetivo de la presente solicitud consiste en lograr aprovechar los vientos débiles o vientos de baja velocidad existentes en zonas urbanas, con el fin de satisfacer el servicio de energía eléctrica de manera limpia, autosostenible y económica a la población que habita estas zonas, implementando la energía eólica (energía renovable), como una alternativa a la solución al desabastecimiento y carencia de energía eléctrica de poblaciones que aún no están conectadas a la red eléctrica nacional.

Así mismo, consiste en realizar un desarrollo tecnológico por medio del diseño y la fabricación de un aerogenerador eólico vertical que emplea vientos débiles o vientos de baja velocidad a bajo costo, eficiente y de fácil construcción, con el fin de impulsar proyectos sociales sostenibles y viables a la población que carece de energía eléctrica. En este mismo sentido, reducir de manera considerable el impacto en los altos precios de venta de estos aerogeneradores por parte de intermediarios, e importadores que comercializan estos equipos con altos precios al cliente final, ocasionando una escasa posibilidad en la adquisición de los mismos para satisfacer una necesidad básica elemental de obtener energía eléctrica de manera ambientalmente autosostenible y viable económicamente.

La presente patente de modelo de utilidad, tiene como objetivo aportar la solución al problema mediante las características técnicas constructivas de un aerogenerador eólico vertical de bajo peso, de bajo costo, eficiente y de fácil construcción para vientos débiles o vientos de baja velocidad existentes en zonas urbanas sin sacrificar sus características aerodinámicas, con el fin de proporcionar energía eléctrica por medio de la energía mecánica y la energía eólica, logrando satisfacer el servicio de energía eléctrica a la población que habita estas zonas que no cuentan con un poder adquisitivo reducido. De igual forma, uno de sus objetivos es obtener un desarrollo tecnológico mediante la investigación, desarrollo e innovación de este tipo de energías renovables mediante el diseño y construcción de un aerogenerador eólico vertical, con el objetivo de impulsar proyectos sociales autosostenibles, limpios y viables a la población que carece de energía eléctrica en el país, con el fin de mejorar su calidad de vida.

En estas condiciones, surge el siguiente interrogante: ¿Por qué adaptar e implementar la energía eólica?. Para responder este cuestionamiento, existen dos opciones. La primera es de orden mundial; la energía eólica es una fuente de energía limpia que además de ser renovable, es económica y constante en el tiempo.

En las últimas década la energía eólica ha logrado ser mucho más competitiva que otras formas de generación eléctrica, sobre todo en las ciudades del norte de Europa y del Sudeste Asiático.

50

Es así como la energía eólica está reemplazando las plantas térmicas de generación a diésel o gas natural fósil. Incluso, dentro de la misma rama de energías renovables, como la Biomasa o los paneles solares, las ciudades están adaptando sus modelos energéticos con base a la energía eólica.

5

En la actualidad, dentro del marco del desarrollo sostenible y en el mercado mundial de las energías renovables, el popular panel fotovoltaico, está perdiendo terreno frente a la energía eólica. Las razones de este fenómeno se deben a que la ingeniería y el desarrollo de nuevos materiales compuestos han permitido

10 igualar el rendimiento de las turbinas frente a los paneles. La innovación en el campo de las turbinas y el trabajo de planeación meteorológica, han logrado aprovechar zonas urbanas de bajos vientos y activar por más horas la generación de electricidad. Estos logros posicionan a la energía eólica en un nivel competitivo.

15 La segunda respuesta se centra en el contexto de la República de Colombia. Según datos publicados por el Ministerio de Minas y Energía, en la actualidad existen en Colombia un total de cuatrocientos setenta mil familias que carecen de energía eléctrica. Lo anterior, equivale a dos millones de personas que suplen sus necesidades básicas con leña. A su vez, existe otro grupo de familias que habitan

20 en el pacífico y la costa atlántica Colombiana que solo disponen de servicio eléctrico durante algunas horas al día.

La cifra de los habitantes que residen en las zonas no interconectadas (ZNI) puede llegar alrededor de los tres millones de personas. Lo anterior, no sólo es un

25 problema social, según el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinermin), teniendo en consideración que el Sector Industrial Colombiano posee los valores más altos de prestación del servicio de energía eléctrica en Suramérica.

30 En este contexto, se observa que Colombia tiene los precios más altos en el servicio de energía eléctrica, situación que afecta a su competitividad comercial. Además, el cambio climático conlleva al aumento de las sequías en el país, lo que ocasiona posteriormente el bajo nivel de los ríos y bajos niveles de los embalses que surten de agua a las hidroeléctricas. Por estas razones, las termoeléctricas

35 han pasado a ser las proveedoras alternas en el suministro de energía eléctrica utilizando el carbón mineral, el diésel o el gas natural que en Colombia, en algunos casos, debe ser importado para satisfacer su nivel de demanda.

40 El Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 estableció la meta de conectar al Sistema de Red Nacional Eléctrica a mil municipios y a cuatrocientos setenta mil familias, lo cual, tiene un costo aproximado de 4.3 billones de pesos colombianos.

En efecto, las energías renovables pueden ser una solución estratégica al suministro de energía eléctrica en zonas no interconectadas (ZNI), para lo cual el

45 Gobierno Colombiano se encuentra desarrollando diferentes modelos de implementación. Ejemplo de lo anterior lo constituye la aprobación de la denominada Ley de las Energías Renovables (Ley 1715 del 2014), y la realización de varios proyectos piloto en energías alternativas enfocadas en la energía solar, energía eólica y biomasa en varias regiones del país.

50

No obstante lo anterior, la tarea podría quedar incompleta, teniendo en cuenta que sólo se beneficiarían algunas personas naturales o jurídicas, debido a los altos precios de importación o de reventa por intermediarios de los equipos y la tecnología que hace parte del campo de las energías renovables, lo cual, conlleva

55 a que el gobierno y las empresas, consideren la opción de no manufacturar o fabricar en Colombia, ocasionando que el desarrollo social de las energías renovables sea incompatible con la importación de tecnología y sus altos precios al cliente final.

60

En este contexto, el objeto de esta invención consiste en un aerogenerador eólico vertical (1) de bajo peso, que no sacrifica sus características aerodinámicas y que a su vez, considera aspectos de diseño mecánico, empleando el potencial eólico de bajos vientos (vientos débiles o vientos de baja velocidad) existentes en zonas urbanas, para satisfacer el servicio de energía eléctrica a la población que habita estas zonas.

De igual forma, el aerogenerador eólico vertical (1) para bajos vientos es de bajo costo, eficiente y de fácil construcción, por lo cual, provee una solución viable para masificar proyectos sociales sostenibles, evitando recurrir a importadores o intermediarios que aumenten su costo final, realizando su fabricación en el país, con el objetivo de incrementar el número de familias beneficiadas debido a su accesibilidad.

En esta Patente de Modelo de Utilidad, se tuvo en cuenta la investigación tecnológica relacionada con los aerogeneradores eólicos verticales más utilizados en la actualidad, considerando aspectos científicos y técnicos. En estas condiciones, se recopiló información virtual (modelos 3D, perfiles aerodinámicos, entre otros aspectos) de los modelos más eficientes estudiados en la actualidad, con el fin de desarrollar el diseño de todos los componentes y elementos que hacen parte del aerogenerador eólico vertical (1) de bajo peso, considerando aspectos de diseño mecánico, aerodinámica y procesos de manufactura, enfocado a la fabricación de un prototipo funcional junto con sus simulaciones computacionales (ver figura No.11b) que soporten el diseño del aerogenerador eólico vertical (1) de bajo peso.

El concepto de Turbina Eólica Vertical Helicoidal (VAWT siglas en inglés de Vertical-axis wind turbines) no es patentable por sí mismo, un ejemplo de ello sería querer proteger el concepto de silla o de mesa, en donde dicho concepto es universal como un elemento que tiene una funcionalidad específica, para lo cual esta invención posee unas características técnicas constructivas que la hacen diferente a los antecedentes reportados dentro del estado del arte, solucionando el problema técnico de manera novedosa e innovadora.

Considerando que muchos sitios aislados en el mundo e inclusive sitios urbanos, han logrado conectarse eléctricamente gracias a estas tecnologías aplicadas empleando energía eólica, estos aerogeneradores urbanos verticales funcionan con baja velocidad de viento, no generan ruido y su instalación no es costosa, su diseño aerodinámico aprovecha el recurso eólico en zonas de poco viento y alta densidad de población.

El diseño vertical en los aerogeneradores amplía el área de arrastre lo que lo hace captador de las corrientes de aire que llegan de cualquier dirección. Este diseño de energía puntualizada, es actualmente, la manera más económica de obtener energía limpia en sitios aislados. Su éxito comercial en EE.UU, Europa, África y muchas islas del pacífico comprueban su rendimiento (ver figura No.12 graficas A y B), por lo cual esta invención llamada aerogenerador eólico vertical (1) divulgada en esta solicitud de Patente de Modelo de Utilidad puede ser una forma práctica de llevar energía eléctrica a muchas zonas no interconectadas (ZNI) de la República de Colombia.

La empresa Urban Green Energy de U.S.A, que actualmente es líder mundial en ventas de soluciones renovables a particulares, ha logrado vender tan solo en el 2013 alrededor de 1000 aerogeneradores eólicos verticales, de las cuales dos de estos aerogeneradores eólicos verticales se encuentran funcionando ya en Colombia, asimismo la empresa Quick Revolution en Inglaterra y otras que se sumaron como Venger Green en Asia y Free Tree en Italia han tenido impactos importantes en sus países, debido a sus etapas en el desarrollo del producto y sus respectivas ventas locales. (Ver figuras No.12 graficas A y B).

Es importante resaltar que las compañías que han fabricado y vendido estos aerogeneradores eólicos verticales lo han hecho bajo un estricto desarrollo científico y tecnológico. Los aerogeneradores eólicos verticales deben estar bajo el control de un equipo multidisciplinario especializado, para lo cual se enseña como un ejemplo el equipo que logró reunir Quick Revolution en Inglaterra; éste, incluía doctores en mecánica de fluidos e ingenieros aerodinámicos de la fórmula uno, asimismo se utilizaron materiales de aeronáutica, túneles de viento especialmente creados a la medida y programas numéricos de simulación para el desarrollo del producto.

En esta Patente de Modelo de Utilidad, donde se expone el aerogenerador eólico vertical (1), se optó por un nuevo diseño de aspas o alabes verticales de tipo helicoidal agudizando el perfil aerodinámico y teniendo en cuenta su geometría aerodinámica que a diferencia de las aspas de los aerogeneradores convencionales horizontales, permiten recoger vientos de diferentes direcciones, requieren de menor mantenimiento, no requieren de dispositivos o demás elementos que inicien la rotación de dichas aspas y no necesitan un sistema de frenado en caso de un descontrol repentino.

Para realizar el proceso de fabricación del aerogenerador eólico vertical (1), se llevó a cabo el seguimiento de los protocolos de validación científica internacionales, al igual que la constitución de un equipo multidisciplinario altamente calificado.

En esta Patente de Modelo de Utilidad donde se expone el aerogenerador eólico vertical (1), se optó por un nuevo diseño que respetara las reglas básicas aerodinámicas de las aspas o alabes. Se mejoró el diseño del aerogenerador (1) acortando su estatura, mejorando el diseño de los brazos conectores de las aspas o alabes (2), optimizando el soporte del dispositivo (5,6) y restando volumen en el material en cada uno de los elementos que componen el aerogenerador (1) sin sacrificar sus propiedades mecánicas y de resistencia de materiales; esto se hizo con el fin de hacer más ligero este dispositivo.

De igual forma, en esta invención se buscó, por una parte, aligerar el aerogenerador (1) para reducir la resistencia, la cual entre más ligero sea el dispositivo, más rápido se activara con vientos débiles, sin afectar sustancialmente el perfil aerodinámico y, por otra parte, reducir su peso general.

En esta invención se observó la importancia de que el aerogenerador eólico vertical (1) debía ser ligero para reducir sus costos de manufactura, reducir sus costos de operación, garantizando su óptimo funcionamiento, logrando que su comercialización fuese accesible al cliente final para su respectiva adquisición, lo cual, es un aspecto fundamental en los procesos de implementación de las energías renovables dentro del desarrollo social. Así mismo se tuvo en cuenta aligerar el aerogenerador eólico vertical (1) para permitir su instalación en postes de alumbrado público o postes publicitarios.

El aerogenerador eólico vertical (1) de bajo peso, empleando el potencial eólico de vientos débiles o vientos de baja velocidad, de bajo costo, eficiente y de fácil construcción, se conforma de los siguientes componentes estructurales: alabes o aspas (2), brazos conectores superiores (3), brazos conectores inferiores (4), soporte principal (5), soporte central (6), tapa superior (7), rodamiento o cojinete (8) y generador eléctrico (9). (Ver figuras No.1, No.2, No.3, No.7, No.10 y No.12).

Los alabes o aspas (2) se conforman de un único cuerpo elaborado en un material compuesto. El aerogenerador eólico vertical (1) se conforma de tres alabes o aspas (2.1, 2.2, 2.3). El cuerpo del alabe o aspa (2) tiene un perfil aerodinámico (2') que es continuo a través de toda su longitud, asimismo el cuerpo del alabe o aspa (2) comprende de cinco zonas, una zona superior (2a), una zona superior media (2b), una zona media (2c), una zona inferior media (2d) y una zona inferior

(2e); en su zona superior (2a) posee una forma longitudinal uniforme sin presentar ningún contorno de torsión helicoidal a través de su perfil aerodinámico (2'); en su zona superior media (2b) tiene una forma longitudinal uniforme, presentándose un leve contorno de torsión helicoidal a través de su perfil aerodinámico (2'); en su zona media (2c) posee una forma longitudinal con un contorno de torsión helicoidal pronunciado a través de su perfil aerodinámico (2'); en su zona inferior media (2d) posee una forma longitudinal con un contorno de torsión helicoidal muy pronunciado a través de su perfil aerodinámico (2'); en su zona inferior (2e) posee una forma longitudinal con un contorno de torsión helicoidal pronunciado de manera uniforme a través de su perfil aerodinámico (2') hasta el final de su extremo inferior. El alabe o aspa (2) mediante su perfil aerodinámico (2') que se extiende a través de toda su longitud desde su zona superior (2a) hasta su zona inferior (2e) presenta un contorno de torsión helicoidal que se incrementa desde zona superior (2a) hasta su zona inferior (2e) con el propósito de recibir en primera instancia los vientos que actúan en la zona superior (2a) del alabe o aspa (2) conduciéndolo a través de todo su cuerpo, recorriendo todas sus zonas (2a, 2b, 2c, 2d, 2e) hasta llevarlo hasta su zona inferior (2e) con el fin de aprovechar de que todas las fuerzas que produce el viento sean ejercidas y distribuidas a través de todo su perfil aerodinámico (2'), produciendo un empuje y a su vez una rotación en todos los alabes o aspas (2.1, 2.2, 2.3) que conforman el aerogenerador eólico vertical (1) originando energía mecánica, la cual posteriormente es convertida en energía eléctrica por medio de un generador eléctrico (10). (Ver figuras No.1, No.2, No.3, No.4, No.7, No.10 y No.12).

El brazo conector superior (3) se conforma de un único cuerpo elaborado en materiales tales como compuestos de resinas, fibra de vidrio, material polimérico termoplásticos y plásticos termofraguantes o en material de aluminio de aleaciones especiales. El aerogenerador eólico vertical (1) se conforma de tres brazos conectores superiores (3.1, 3.2, 3.3). El brazo conector superior (3) tiene una forma alargada el cual comprende dos extremos, un extremo superior (3.1) y un extremo inferior (3.2); en su extremo inferior (3.2) tiene una forma ovoidal alargada horizontal (3.2.1) que se encuentra perpendicular al brazo (3) la cual tiene agujeros pasantes (3.2.1a) para fijar dicho brazo al soporte central (6) y en su extremo superior (3.1) cuenta con un platina rectangular (3.1.1) curvada en su superficie exterior de manera cóncava con el fin de empatar con la parte curva del perfil aerodinámico (2') del alabe o aspa (2), dicha platina rectangular (3.1.1) cuenta con agujeros pasantes (3.1.1a) para que por medio de tornillos se pueda conectar el brazo conector superior (3) a la zona superior media (2b) del alabe o aspa (2) y por el otro extremo inferior (3.2) al soporte central (6). (Ver figura No.5).

El brazo conector inferior (4) tiene las mismas características constructivas del brazo conector superior (3) pero en diferente disposición. El brazo conector inferior (4) se conforma de un único cuerpo elaborado en materiales tales como compuestos de resinas, fibra de vidrio, material polimérico termoplásticos y plásticos termofraguantes o en material de aluminio de aleaciones especiales. El aerogenerador eólico vertical (1) se conforma de tres brazos conectores inferiores (4.1, 4.2, 4.3). El brazo conector inferior (4) tiene una forma alargada el cual comprende dos extremos, un extremo superior (4.1) y un extremo inferior (4.2); en su extremo superior (4.1) tiene una forma ovoidal alargada horizontal (4.1.1) que se encuentra perpendicular al brazo (4) la cual tiene agujeros pasantes (4.1.1a) para fijar dicho brazo (4) al soporte central (6) y en su extremo inferior (4.2) cuenta con un platina rectangular (4.2.1) curvada en su superficie exterior de manera cóncava con el fin de empatar con la parte curva del perfil aerodinámico (2') del alabe o aspa (2), dicha platina rectangular (4.2.1) cuenta con agujeros pasantes

(4.2.1a) para que por medio de tornillos se pueda conectar el brazo conector inferior (4) a la zona inferior media (2d) del alabe o aspa (2) y por el otro extremo superior (4.1) se ensamble al soporte central (6). (Ver figura No.6).

5 El soporte principal (5) se conforma de un único cuerpo elaborado en materiales compuestos tales como resinas, fibra de vidrio, material polimérico, termoplásticos y plásticos termofraguantes o en material de aluminio de aleaciones especiales. El soporte principal (5) cuenta con un eje longitudinal (5.1) la cual se extiende de manera vertical y de forma alargada, el cual comprende dos extremos, un extremo superior (5.2) y un extremo inferior (5.3); en su extremo inferior (5.3) cuenta con
10 una brida de forma circular (5.3.1), dicha brida circular (5.3.1) cuenta con agujeros pasantes (5.3.1a) para que por medio de tornillos se pueda acoplar a un poste metálico o un poste de madera, asimismo se pueda empotrar a una superficie plana, proporcionando el soporte adecuado para el aerogenerador eólico vertical (1). En el extremo superior (5.2) del eje longitudinal (5.1) del soporte principal (5)
15 viene ensamblado un rodamiento o cojinete (8) y sobre este rodamiento (8) a su vez viene ensamblado el soporte central (6), asimismo sobre este extremo superior (5.2) del eje longitudinal (5.1) del soporte principal (5) también se encuentra ensamblado un generador eléctrico (9). (Ver figura No.7 y No.8).

20 El soporte central (6) se conforma de un único cuerpo elaborado en materiales compuestos tales como resinas, fibra de vidrio, material polimérico, termoplásticos y plásticos termofraguantes o en material de aluminio de aleaciones especiales. El soporte central (6) cuenta con una brida circular superior (6.1) y una brida circular inferior (6.3) que tienen el mismo diámetro, dichas bridas (6.1, 6.3) están unidas entre sí por una sección cilíndrica ahuecada (6.2). La brida circular (6.1) cuenta
25 con agujeros pasantes (6.1.1a) para que por medio de tornillos se puedan ensamblar los brazos conectores superiores (3.1, 3.2, 3.3), asimismo la brida circular inferior (6.3) cuenta con agujeros pasantes (6.3.1a) para que por medio de tornillos se puedan ensamblar los brazos conectores inferiores (4.1, 4.2, 4.3). La sección cilíndrica ahuecada (6.2) del soporte central (6) aloja dentro de su interior
30 el rodamiento o cojinete (8) con el fin de soportar los esfuerzos axiales y rotacionales que se ejercen sobre el aerogenerador eólico vertical (1) cuando el viento impacta sobre sus alabes o aspas (2.1, 2.2, 2.3). (Ver figura No.9).

35 La tapa superior (7) se conforma de un único cuerpo elaborado en materiales compuestos tales como resinas, fibra de vidrio, material polimérico, termoplásticos y plásticos termofraguantes o en material de aluminio de aleaciones especiales. La tapa superior (7) tiene una forma circular, la cual tiene como función realizar una contrafuerza para sostener los brazos conectores superiores (3.1, 3.2, 3.3) que se encuentran unidos a la brida circular superior (6.1) del soporte central (6). (Ver figuras No.1, No.3 y No.8).

40 El rodamiento o cojinete (8) es un elemento mecánico estándar diseñado para soportar esfuerzos axiales y rotacionales cuando se necesita tener puntos de apoyo sobre todo en ejes en movimiento que transmiten movimiento o fuerza en diferentes tipos de mecanismos. El rodamiento o cojinete (8) se encuentra alojado dentro de la sección cilíndrica ahuecada (6.2) del soporte central (6), con el fin de
45 soportar los esfuerzos axiales y rotacionales que se ejercen sobre el aerogenerador eólico vertical (1) cuando el viento impacta sobre sus alabes o aspas (2.1, 2.2, 2.3). (Ver figuras No.2, No.3, No.7 y No.9).

El generador eléctrico (9) es un elemento de configuración constructiva electromecánica, la cual tiene embobinados o inducidos de cobre que al recibir un movimiento mecánico se excitan los electrones provocando una fuerza electromagnética por lo cual se produce una tensión y una corriente eléctrica, generándose energía eléctrica que posteriormente se tendrá que transformar y conducir con ciertos parámetros para poderla almacenar en una batería y posteriormente enviarla a donde se requiera dicha energía. El generador eléctrico (9) se encuentra ensamblado en el extremo superior (5.2) del eje longitudinal (5.1) del soporte principal (5). (Ver figuras No.1, No.2, No.3, No.7, No.10, No.11b y No.12).

El aerogenerador eólico vertical (1), cuenta con tres aspas o alabes (2.1, 2.2, 2.3) distribuidas de manera equidistante, cada alabe o aspa (2) cuenta con un perfil aerodinámico (2') que es continuo a través de toda su longitud, asimismo dicho alabe o aspa (2) posee cinco zonas (2a, 2b, 2c, 2d, 2e), que a su vez presenta un contorno de torsión helicoidal a través de todo su longitud, desde su zona superior (2a) la cual es su punto más uniforme y constante del perfil aerodinámico (2') hasta llegar a un contorno mucho más pronunciado de forma helicoidal en su zona inferior (2e); Los alabes o aspas (2.1, 2.2, 2.3) están acoplados por medio de tres brazos conectores superiores (3.1, 3.2, 3.3), cada brazo conector superior (3) en su extremo superior (3.1) tiene una platina rectangular (3.1.1) que posee una forma curvada, que a su vez cuenta con agujeros pasantes (3.1.1a) para acoplarse por medio de tornillos a la zona superior media (2b) de cada uno de los alabes o aspas (2.1, 2.2, 2.3) que conforman el aerogenerador eólico vertical (1), asimismo cada brazo conector superior (3) en su extremo inferior (3.2) tiene una forma ovoidal alargada horizontal (3.2.1) que se encuentra perpendicular al brazo (3) la cual tiene agujeros pasantes (3.2.1a) para que por medio de tornillos se pueda fijar cada uno de los brazos conectores superiores (3.1, 3.2, 3.3) a los agujeros pasantes (6.1.1a) que posee la brida circular superior (6.1) del soporte central (6), conectando de esta manera los alabes o aspas (2.1, 2.2, 2.3) al soporte principal (5) por medio de los brazos conectores superiores (3.1, 3.2, 3.3) y el soporte central (6), para asegurar aún más los alabes o aspas (2.1, 2.2, 2.3) al soporte central (6) se instala una tapa superior (7) que tiene forma circular, la cual tiene como función realizar una contrafuerza para sostener los brazos conectores superiores (3.1, 3.2, 3.3) que se encuentran unidos a la brida circular superior (6.1) del soporte central (6) que sostiene a los alabes o aspas (2.1, 2.2, 2.3). Los alabes o aspas (2.1, 2.2, 2.3) también están acoplados por medio de tres brazos conectores inferiores (4.1, 4.2, 4.3), cada brazo conector inferior (4) en su extremo inferior (4.2) tiene una platina rectangular (4.2.1) que posee una forma curvada, que a su vez cuenta con agujeros pasantes (4.2.1a) para acoplarse por medio de tornillos a la zona inferior media (2d) de cada uno de los alabes o aspas (2.1, 2.2, 2.3) que conforman el aerogenerador eólico vertical (1), asimismo cada brazo conector inferior (4) en su extremo superior (4.1) tiene una forma ovoidal alargada horizontal (4.1.1) que se encuentra perpendicular al brazo (4) la cual tiene agujeros pasantes (4.1.1a) para que por medio de tornillos se pueda fijar cada uno de los brazos conectores inferiores (4.1, 4.2, 4.3) a los agujeros pasantes (6.3.1a) que posee la brida circular inferior (6.3) del soporte central (6), conectando de esta manera los alabes o aspas (2.1, 2.2, 2.3) al soporte principal (5) por medio de dicho soporte central (6). El soporte central (6) cuenta con una sección cilíndrica ahuecada (6.2) el cual aloja dentro de su interior un rodamiento o cojinete (8) que se encuentra ensamblado en el extremo superior (5.2) del eje longitudinal (5.1) del soporte principal (5), asimismo sobre este extremo superior (5.2) del eje longitudinal (5.1) del soporte principal (5) y debajo del soporte central (6) se

encuentra ensamblado el generador eléctrico (9). (Ver figuras No.1, No.2, No.3, No.4, No.5, No.6, No.7, No.8, No.9, No.10 y No.12).

5 A continuación se presentan una serie de ejemplos que ilustran la mejor forma de realización del presente objeto de la invención.

EJEMPLO 1

10 La planeación en el diseño del aerogenerador eólico vertical (1) fue realizada en SolidWorks con el fin de facilitar sus cálculos y su impresión en 3D. Debido a lo anterior, se diseñaron todos los elementos y partes que componen el aerogenerador eólico vertical (1), tales como los alabes o aspas (2), brazos conectores superiores (3), brazos conectores inferiores (4), soporte principal (5), soporte central (6) y tapa superior (7).

15 En el caso de las aspas o alabes (2), es una de las partes más importantes del aerogenerador eólico vertical (1) debido a que los alabes o aspas (2) son el centro del rendimiento energético de todo el aerogenerador eólico vertical (1); en ellas se concentran más de 40 años de investigación y pruebas científicas. Con base a estas investigaciones, se seleccionó el perfil aerodinámico utilizado por Urban Green Energy y su modelo VisionAir (ver figura No.12), el cual es el resultado de
20 diferentes tesis doctorales que fueron enunciadas anteriormente.

Así mismo, se tuvieron en cuenta los artículos científicos que exponen los análisis matemáticos que definen un perfil de un alabe optimizado desde el punto de vista aerodinámico junto con su respectiva distribución en el aerogenerador permitiendo aprovechar los vientos de todas las direcciones que actúan sobre éste y llevar a
25 cabo la producción en la generación de energía eléctrica por medio de la energía mecánica producida por la energía eólica. Con base a las investigaciones mencionadas, las cuales están soportadas por cálculos y análisis aerodinámicos, se tomó como punto de partida en esta patente de modelo de utilidad para realizar el diseño de las aspas o alabes (2) con el fin de efectuar las mejoras
30 correspondientes y optimizar el diseño en las aspas o alabes (2) junto con su perfil aerodinámico (2') y su contorno helicoidal, para lo cual se concibieron modificaciones en el perfil del alabe o aspa (2), conservando los modelos matemáticos de elementos finitos calculado para los alabes o aspas. Ç

35 Para el diseño de los brazos conectores superiores (3) y brazos conectores inferiores (4) que sostienen los alabes o aspas (2.1, 2.2, 2.3) se diseñaron bajo condiciones de flexión, lo cual está restringido al peso final de las aspas o alabes (2.1, 2.2, 2.3). En el software de diseño es posible someter los brazos (3, 4) a condiciones diferentes de peso, pero, debido a que es necesario ingresar el material (esfuerzo de fluencia o esfuerzo último) el software de diseño cuenta con
40 una biblioteca para la fibra de vidrio o para algunas resinas, sin datos de materiales compuestos como un único material (resina epoxica mas fibra de vidrio).

45 Para el desarrollo de esta invención, se definió fabricar los brazos (3, 4) en aluminio con el diseño proyectado del aerogenerador eólico vertical (1) bajo las condiciones del material y los esfuerzos que influyen en él.

Para estudiar los efectos en el comportamiento del aerogenerador eólico vertical (1) es prudente fabricar inicialmente las aspas en materiales compuestos y registrar el peso que presentan, para posteriormente ajustar el espesor de los brazos (3,4) en caso de que sea necesario, es por estas razones que se puede optimizar aún más el diseño del aerogenerador eólico vertical (1), la cual puede variar durante el proceso de mejora continua a través del tiempo. En la presente invención, todo depende del diseño, el material y el espesor con el cual se fabriquen las aspas o alabes (2.1, 2.2, 2.3).

5

10

En el diseño de los alabes o aspas (2.1, 2.2, 2.3) el peso máximo de un aspa o alabe (2) de las dimensiones establecidas para el aerogenerador eólico vertical (1), está alrededor de los 3 kg, pero para el diseño se utiliza un peso de 5Kg. Se asume que un solo brazo (3, 4) debe ser capaz de soportar este peso (aunque en la realidad dos brazos (3,4) son los que soportan un aspa o alabe (2), por lo que a cada brazo se estima que soporta una carga de 2,5 Kg).

15

Teniendo en cuenta como material de estudio el aluminio 6061 T4, se llevó a cabo una simulación virtual de cargas mediante un software de diseño de elementos finitos tal y como se observa en la figura No.11b.

20

Aunque la presente invención ha quedado descrita con las realizaciones preferentes mostradas, queda entendido que las modificaciones y variaciones que conserven el espíritu y el alcance de esta invención se entienden dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

25

30

35

5

10

15

20