

PATENTE DE INVENCION

PLANTA MODULAR PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELÉCTRICA A PARTIR DE FUENTES DE ENERGIA RENOVABLE EN ZONAS GEOGRÁFICAS CON BAJA VELOCIDAD DEL VIENTO

CAMPO TECNOLÓGICO

La presente invención se sitúa en el campo del diseño de plantas para la generación de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de fuentes de energía renovable, especialmente a partir del viento.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La generación de energía a partir del aprovechamiento de los recursos renovables es un asunto que ha venido cobrando mucho interés, sobre todo en el contexto actual en el cual la protección del medio ambiente presenta vital importancia.

La investigación enfocada a establecer mecanismos alternativos para la obtención de energía, ha llevado al desarrollo de nuevas tecnologías diseñadas para el aprovechamiento de recursos naturales renovables como el sol, el agua, el viento, las mareas oceánicas, la energía geotérmica, entre otros.

El aprovechamiento del viento es de especial interés dado que todas las zonas geográficas del planeta poseen diversas magnitudes de velocidad y frecuencia del viento, con lo cual existe la viabilidad del diseño de equipos e instalaciones para generación de energía eólica y su conversión a diversos tipos de energía.

Hasta el momento existen numerosas propuestas de tecnología diseñada para el aprovechamiento de la energía eólica y su conversión en otras formas útiles de energía. No obstante, los diseños están considerados para zonas geográficas de altas velocidades de viento dejando de lado la posibilidad de generación de energía en zonas que presentan bajas velocidades.

La tecnología convencional abarca el diseño de turbinas eólicas. En términos generales, existen dos tipos de turbinas: las turbinas eólicas de eje horizontal y las turbinas eólicas de eje vertical.

Las turbinas eólicas de eje horizontal son las más comunes y funcionan en virtud del fenómeno físico de sustentación, el mismo que permite la aeronáutica. Estas turbinas son las que usualmente forman parte de los parques eólicos marinos o terrestres en todo el mundo.

De otra parte, las turbinas eólicas de eje vertical funcionan en virtud del fenómeno físico de arrastre, el mismo que permite elevar una cometa. Estas turbinas de eje vertical poseen una ventaja sobre las turbinas de eje horizontal, en el sentido de que pueden iniciar su movimiento con velocidades del viento relativamente reducidas.

A pesar de lo anterior, el diseño de las turbinas eólicas verticales convencionales todavía requiere la presencia importante y frecuente de velocidades de viento para que la generación de energía sea verdaderamente viable, debido al propio diseño convencional de tales turbinas, las cuales incluyen estructuras metálicas robustas y la presencia de engranajes en su diseño. Desafortunadamente, estas turbinas no son funcionales en las zonas geográficas con velocidades de viento extremadamente bajas (2 – 4 m/s).

La presencia de engranajes o cajas reductoras en las turbinas eólicas verticales busca alcanzar un aumento en su velocidad. Si bien estos diseños permiten ganar en velocidad, también requieren producir mayor torque para la generación de energía en zonas con alta velocidad de vientos.

Precisamente, en esas zonas geográficas con condiciones de buena velocidad del viento y presencia de turbinas robustas, no es problema la generación de dicho torque. Desafortunadamente, en zonas con bajo viento, el torque disponible es mucho menor, de modo que si se cuenta con una turbina de eje horizontal con engranajes tal como las convencionales, sencillamente no se logra su funcionamiento.

De acuerdo con el mapa de viento del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Colombia es un país que presenta velocidades de viento que oscilan entre 0 y 13 m/s.

El mar caribe cercano a la zona costera norte colombiana, presenta vientos con velocidades importantes de entre 7 y 13 m/s; el océano pacífico cercano a la zona costera occidental colombiana presenta vientos entre 4 y 5 m/s; por el contrario, la región andina, el llano colombiano y los departamentos del sur de Colombia presentan vientos entre 0 y 6 m/s, más frecuentemente vientos entre 0 y 3 m/s.

Para el caso específico colombiano, se ha encontrado que las turbinas eólicas de eje horizontal llegan a su potencia nominal con velocidades de viento de 13 m/s. Este tipo de turbinas son viables únicamente en zonas como la Guajira y demás regiones de la costa caribe colombiana. En contraste, tales turbinas no son funcionales en lugares de la zona andina como Bogotá, pues los vientos a lo sumo alcanzan una velocidad de 3 m/s con algunos escasos picos de 8 m/s.

Vale la pena resaltar que ciudades capitales como Bogotá y Medellín no poseen alternativas de aprovechamiento de recursos renovables, aun cuando existe un gran segmento de mercado interesado en incursionar en este asunto, como es el caso del sector de la construcción.

Por todo lo anterior, es necesario contar con tecnología que permita el aprovechamiento de la energía eólica en zonas geográficas con baja velocidad del viento.

OBJETO DE LA INVENCION

En vista de la necesidad identificada, se ha desarrollado la presente invención que consiste en una planta modular para la generación de energía eléctrica en zonas geográficas con baja velocidad del viento, diseñada para obtener una potencia nominal satisfactoria en zonas con velocidades de viento de 9 m/s inclusive tan bajas como entre 2 y 3 m/s.

En particular, la planta modular se fundamenta en el diseño de turbinas eólicas verticales sumamente ligeras que poseen rotores con configuraciones modulares para su instalación en zonas residenciales privadas y públicas, zonas industriales, zonas de oficinas, espacios rurales, etc.

La planta modular de la presente invención también combina configuraciones de turbinas verticales ligeras con la incorporación de paneles solares, de manera que se aprovechan simultáneamente dos fuentes de energía renovable abundante y se optimizan espacios de instalación en sentido horizontal y vertical, sobre todo cuando se procuran instalaciones en zonas residenciales con área superficial disponible muy reducida, tal como ocurre en las ciudades.

BREVE DESCRIPCION DE LAS FIGURAS

La presente invención se entenderá de mejor manera con referencia a las Figuras.

En las Figuras que acompañan este documento se ilustra, a modo de ejemplo, realizaciones de la invención pero sin limitar su alcance. En tales Figuras, los códigos de referencia indican elementos idénticos o similares.

La Figura 1 presenta una vista isométrica de una de las modalidades de la presente invención en la que se observa una planta generadora (1) con presencia de dos turbinas verticales ultraligeras y paneles solares.

Las Figuras 1A y 1B presentan una vista frontal y una vista lateral de la modalidad indicada en la Figura 1, las cuales ofrecen la identificación de detalles estructurales y de disposición de elementos.

5 La Figura 2 presenta otra modalidad de la presente invención en la que se observa una planta generadora (1) instalada en una estructura particular a modo de poste con presencia de paneles solares y dos turbinas verticales con apoyos intermedios donde se encuentra un rodamiento.

10 Las Figuras 2A y 2B presentan una vista frontal y una vista lateral de la modalidad indicada en la Figura 2, las cuales ofrecen la identificación de detalles estructurales y de disposición de elementos.

La Figura 3 presenta una vista isométrica del módulo (2a) o múltiples módulos que
15 pueden configurarse en el diseño de los rotores (2) de la planta de la invención.

La Figura 4 presenta una vista isométrica de la configuración general de un módulo (2a) del rotor (2) incluido en la invención.

20 Las Figuras 4A y 4B presentan la vista superior y la vista frontal del módulo (2a) indicado en la Figura 4.

La Figura 5 presenta una modalidad de la invención en la cual se presenta un rotor conformado por dos módulos verticales y con la presencia de aletas
25 concentradoras laterales.

Las Figuras 5A y 5B presentan la vista superior y la vista frontal del ensamble de la Figura 5.

30 La Figura 6 presenta una modalidad de la invención en la cual se presenta un rotor conformado por dos módulos verticales sin presencia de aletas concentradoras laterales.

Las Figuras 6A y 6B presentan la vista superior y la vista frontal del ensamble de
35 la Figura 6.

La Figura 7 presenta una modalidad de la invención en la cual se presenta un rotor con tres módulos verticales y la presencia de aletas concentradoras laterales.

40 Las Figuras 7A y 7B presentan la vista superior y la vista frontal del ensamble de la Figura 7.

La Figura 8 presenta una modalidad de la invención en la cual se presenta un rotor con tres módulos verticales sin presencia de aletas concentradoras laterales.

Las Figuras 8A y 8B presentan la vista superior y la vista frontal del ensamble de la Figura 8.

La Figura 9 presenta una modalidad de la invención en la cual se presenta un rotor con cuatro módulos verticales y presencia de aletas concentradoras laterales.

Las Figuras 9A y 9B presentan la vista superior y la vista frontal del ensamble de la Figura 9.

La Figura 10 presenta una modalidad de la invención en la cual se presenta un rotor con cuatro módulos verticales sin presencia de aletas concentradoras laterales.

Las Figuras 10A y 10B presentan la vista superior y la vista frontal del ensamble de la Figura 10.

La Figura 11 presenta el diagrama del circuito eléctrico de la invención.

La Figura 12 presenta un diagrama comparativo de la curva de potencia (W) obtenida por una turbina de eje vertical respecto a la de una turbina de eje horizontal convencional en el intervalo de viento de 3 a 13 m/s.

La Figura 13 presenta un diagrama comparativo de la curva de potencia (W) obtenida por una turbina de eje vertical respecto a la de una turbina de eje horizontal convencional en el intervalo de bajas velocidades de viento correspondientes entre 3 y 9 m/s.

LISTADO DE ELEMENTOS DEL INVENTO

El siguiente listado corresponde al conjunto de elementos que hacen parte de la presente invención. Al frente de cada elemento se indica el código de referencia incluido en el juego de figuras para su fácil identificación.

Planta modular	(1)
Rotor	(2)
Módulos	(2a, 2b, 2c, 2d, 2a', 2b')
Aspas	(2x)
Aletas concentradoras	(2x')
Tapas	(2y)

Eje fijo	(2z)
Estructura de ensamble y soporte	(3)
Panel solar	(4)
Generador eólico	(5)
5 Rectificador de corriente directa AC/DC	(6)
Resistencia de Frenado	(7)
Inversor DC/AC	(8)
Tablero de control AC	(9)

10 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

La presente invención es una planta modular para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovable en zonas geográficas con baja velocidad del viento.

15

La planta modular está conformada por una estructura mecánica liviana libre de engranajes y cajas reductoras, con presencia de un rotor o un conjunto de rotores con aspas ultraligeras y generador eólico de imanes permanentes con una potencia entre 50 y 200 W, y un funcionamiento a partir de una velocidad del viento de 3 m/s.

20

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención es una planta modular generadora de energía eléctrica, que posee una combinación de características muy particular con el fin de que pueda cumplir el objetivo de generar energía eléctrica en zonas geográficas con baja velocidad del viento.

25

Las características esenciales de la invención que contribuyen a resolver el problema técnico abordado son: incorporación de turbinas eólicas verticales de baja velocidad, presencia de un sistema mecánico libre de engranajes, un diseño ultraliviano con un rotor o conjunto de rotores muy ligero y presencia de generador eólico de corriente eléctrica.

30

Para propósitos de la definición de la presente invención, el término “modular” significa que la planta generadora puede configurarse, de acuerdo con los requerimientos del usuario final, como un conjunto de piezas o módulos que se repiten en su instalación para conformar rotores de turbinas más simples o más robustos que permitan aprovechar al máximo el viento disponible, incrementar la potencia de generación, optimizar el espacio disponible de instalación, entre otros.

40

La expresión “*rotores en paralelo*” hace referencia a la disposición en la cual los rotores que forman parte de la instalación se encuentran paralelos entre sí espacialmente, y ajustados por una estructura independiente que le ofrece soporte.

5

En términos generales, la planta modular (1) para la generación de energía renovable está conformada por: rotor o conjunto de rotores (2) verticales, una estructura de ensamble y soporte (3) y uno o varios generadores eólicos (5). En una modalidad deseable de la invención, la planta modular (1) también incluye paneles solares (4) tal como se puede observar en las Figuras 1, 1A, 1B, 2, 2A y 2B.

10

A continuación se realizará una descripción detallada de cada uno de los elementos que componen la presente invención:

15

Rotor o conjunto de rotores

El rotor (2) o el conjunto de rotores (2) de la invención están diseñados con el propósito de lograr el mayor grado de ligereza y obtener buena eficiencia en la conversión de la energía cinética del viento a energía eléctrica. Esto es muy importante en vista de las bajas velocidades de viento aprovechadas.

20

Tal como se puede observar en la Figura 3, el rotor o conjunto de rotores (2) de la invención está compuesto por un módulo (2a) o alternativamente por un conjunto de módulos (2a, 2b, 2c, 2d) apilados verticalmente. El número de módulos (2a) dependerá de los requerimientos del usuario final y las condiciones geográficas en donde se instale la planta generadora (1).

25

Las Figuras 4, 4A y 4B ilustran las características estructurales del módulo (2a). Cada módulo (2a) presenta en su configuración geométrica más deseable, un diámetro entre 40 y 60 cm y una altura entre 59 y 79 cm.

30

El módulo (2a) se compone de múltiples aspas (2x) que constituyen los elementos con los cuales choca la corriente de viento disponible y generan el movimiento del rotor (2) o del conjunto de rotores (2). Las aspas (2x) que forman parte del rotor (2) están diseñadas para ser ultralivianas con un área acorde al generador eólico (4) que se ensamble.

35

El módulo (2a) preferiblemente posee seis aspas (2x) termo-formadas en polímero sintético de densidad menor a 1,5 g/cm³, absorción del agua inferior a 0,3% (inmersión por 24 horas) y una resistencia al impacto mayor a 50 J/m. el polímero sintético puede ser seleccionado del grupo que consiste en polipropileno,

40

polietileno, polietilen tereftalato, entre otros). Cada aspa (2x) presenta una altura entre 59 y 79 cm, un ancho entre 15 y 25 cm, y un radio de curvatura entre 15 y 35 cm.

- 5 Las aspás (2x) se fijan en sus extremos posterior e inferior a tapas (2y) metálicas y circulares, por medio de remaches de aluminio. Las tapas (2y) se construyen a partir de lámina galvanizada con un calibre mínimo 26, presentan un diámetro entre 20 y 40 cm, y son cortadas con láser para obtener su forma circular y las perforaciones necesarias para la fijación del eje (2z) y las aspás (2x). En las
- 10 Figuras 4, 4A y 4B, se observa la forma y disposición de las aspás (2x) en un módulo (2a).

El eje fijo (2z) del generador eólico (5) o de los generadores eólicos (5) presentes en la invención, consiste en un elemento metálico alargado fabricado

15 preferiblemente en tubería de aluminio con un diámetro mínimo de 1,2 cm que atraviesa el centro geométrico de todas las tapas (2y) y está vinculado al generador eólico (5). La expresión “eje fijo (2z) del generador eólico (5)” hace referencia a que el eje pertenece al generador eólico (5) y permanece completamente fijo y estático, es decir, sin ningún tipo de movimiento rotacional

20 durante la generación de energía eléctrica.

Las tapas (2y) de cada módulo (2a) se unen al eje fijo (2z) por medio de flanches metálicos asegurados con remaches de aluminio. El eje fijo (2z) proporciona rigidez y estabilidad a los módulos (2a, 2b, 2c, 2d) además de transmitir la energía

25 mecánica al generador eólico (5) (ver Figuras 4B y 9B).

La energía que se espera generar y entregar al usuario final aumenta de acuerdo con el número de módulos (2a) apilados, por lo cual las turbinas de mayor potencia poseen una mayor altura conservando el diámetro original.

30

En una modalidad de la invención, la planta generadora (1) puede poseer un único rotor (2) conformado por uno o más módulos (2a) apilados verticalmente. En otra modalidad, la planta generadora (1) puede estar conformada por múltiples rotores (2) dispuestos en paralelo de acuerdo con los requerimientos de potencia

35 establecidos por el usuario y según la zona geográfica de instalación.

Para ilustrarlo, en la Figura 1 se observa que la planta generadora (1) está conformada por dos rotores (2) dispuestos en paralelo, en donde cada uno de los rotores (2) está conformado por tres módulos apilados verticalmente.

40

En la Figura 2 se observa que la planta generadora (1) está conformada por dos rotores (2) dispuestos en paralelo. Cada uno de los rotores (2) posee cuatro módulos (2a, 2b, 2a', 2b') apilados verticalmente.

- 5 En modalidades de la invención, el rotor (2) posee aletas concentradoras (2x'). Su presencia o ausencia depende del diseño acorde a las necesidades del usuario y si estas contribuyen a la potencia de salida de la planta generadora (1). Las Figuras 5, 5A, 5B, 7, 7A, 7B, 9, 9A y 9B, ilustran modalidades que poseen aletas concentradoras (2x') y se aprecia su disposición en el rotor (2).

10

Todos los módulos (2a) de la presente invención rotan completamente mientras que el eje (2z) permanece fijo.

Estructura de ensamble y soporte

15

En las Figuras 5, 7 y 9, se pueden observar las características básicas de la estructura de ensamble y soporte. La porción fija de la invención denominada estructura de ensamble y soporte (3) se compone de tapas (2y) en forma geométrica de polígono hexagonal estrellado, elaboradas en acero galvanizado de 2,5 mm de espesor. La tapa (2y) superior soporta el rodamiento tipo brida que se acopla al eje fijo (2z), mientras que la tapa (2y) inferior soporta el eje fijo del generador eólico (5).

20

Las tapas (2y) son atornilladas en su perímetro exterior a múltiples columnas, preferiblemente seis, constituidas por canales troquelados galvanizados en caliente calibre 16 según normas ASTM A123 y NTC3320, con ancho de entre 31,2 y 51,2 mm, profundidad de entre 12,2 mm y 32,2 mm, y una altura que oscila entre 1,8 y 3 metros según el número de módulos (2a) de rotor (2) que se deben incorporar.

30

A cada columna puede ser adosada una aleta concentradora (2x') en lámina de acero galvanizado calibre 24, que cumple la función de concentrar y dirigir el flujo de aire a las aspas (2x). Cada aleta concentradora (2x') posee un ancho entre 10 y 30 cm y una altura equivalente a la del rotor (2).

35

Toda la estructura de ensamble y soporte (3) es atornillada por medio de tornillos de acero galvanizado en 1/4" (6,35 mm) y de 3/8" (9,52 mm).

Poste Híbrido y Generador Híbrido

40

Para los propósitos de definición de la presente invención, la expresión “híbrido” hace referencia a modalidades de la invención en las cuales se combina la presencia de turbinas verticales y paneles solares.

5 Dos modalidades de la invención consisten en:

- turbinas verticales paralelas y dos paneles solares (4) en su parte superior. Los dos rotores (2) con generadores eólicos (5) con punto de apoyo superior y en la parte inferior acoplados con un flanche metálico a una superficie plana.

10

- múltiples rotores adosados lateralmente a un poste (de altura: entre 6 y 10 metros) para producir potencias de hasta: 300 y 400 W. Con posibilidad de incluir paneles solares (4) en su porción superior.

15 En la Figura 1, se observa que la estructura de ensamble y soporte (3) además posee un armazón con una configuración modificada acorde a la presencia de dos rotores (2), un generador eólico de imanes permanentes por cada rotor (2) y paneles solares (4). El armazón adicional que forma parte de la estructura de ensamble y soporte (3) está conformada por una base metálica en forma de “H”
20 con un pedestal vertical perpendicular a dicha base. Esta configuración asegura la estabilidad de la planta generadora (1) cuando es instalada en primeros niveles o en cubiertas de edificaciones.

Con la instalación de máximo dos rotores de 200 W cada uno, se obtienen 400 W
25 de potencia.

En la Figura 2, se observa que la estructura de ensamble y soporte (3) adopta otra forma del armazón para garantizar el ensamble y el soporte seguro del conjunto de rotores (2) y los paneles solares (4). El armazón está conformado por un
30 flanche para atornillado a piso y un poste alargado perpendicular a dicho flanche y semejante a un poste de alumbrado público. Esta configuración facilita la instalación de la planta generadora (1) en zonas públicas con reducida área superficial disponible y puede tener aplicaciones en la generación de energía para lograr alumbrado público eólico. En la medida que el poste sea suficientemente
35 alto, es posible la incorporación de múltiples módulos para la producción de mayor potencia.

Los postes metálicos de esta modalidad de la invención, poseen un diámetro máximo de 6 pulgadas (15,24 cm), y sirven a la vez como pararrayos. Las turbinas
40 laterales paralelas se disponen entre sí a 180° para evitar interferencias de corrientes de viento. Pueden producir entre 100 W y 400 W dependiendo del número de módulos (2a, 2b, 2a', 2b') que posea el rotor de cada turbina.

Para lograr 100 W se requeriría la instalación de un rotor (2) conformado por dos módulos (2a). En el caso de la instalación de una turbina de 100 W a cada lado, se obtendría una potencia de 200 W.

5

En el caso de instalaciones en ciudades como Bogotá o similares, se requiere la incorporación de un generador de 100 W. Ya para el caso de ciudades costeras como en el Departamento de la Guajira, se incluye una turbina de 200 W y otra de 200 W para un total de 400 W.

10

Los paneles solares (4) que se incorporan en la planta generadora (1) son de 250 W. Tanto los paneles solares (4) como las turbinas eólicas verticales conformadas por rotores (2) y generadores eólicos (5), están vinculados a una caja situada en la base del poste para luego entregar la energía a la red eléctrica.

15

Generador

El generador que forma parte de la presente invención es un generador eólico (5) de imanes permanentes con múltiples polos. Este generador es de 300 rpm y de una o tres fases, que contrasta ostensiblemente con los generadores convencionales disponibles para turbinas eólicas horizontales que son de velocidades nominales superiores a 600 rpm.

20

En modalidades de la invención donde se incluyen múltiples rotores (2), también se incluyen múltiples generadores eólicos (5) acorde al número de dichos rotores (2).

25

Un aspecto crucial en la invención es la ausencia de cajas reductoras ni tampoco engranajes. Por lo tanto, el torque producido va directamente al eje del generador (5) sin ningún paso intermedio. De esta manera, no se sacrifica torque para ganar velocidad y a la vez se disminuye la frecuencia y el costo del mantenimiento de la planta.

30

Batería

35

La presente invención no requiere la incorporación de baterías dado que se espera la instalación de la planta generadora (1) cerca a la red de fluido eléctrico. No obstante, en casos donde la zona de instalación está alejada de la red, se incorporan baterías que, para propósitos de la presente invención, corresponden a las mismas empleadas en sistemas fotovoltaicos.

40

Caja eléctrica

La caja eléctrica posee el conjunto de elementos que se observan en la Figura 11.

5 Estos compuestos son los siguientes:

Rectificador de corriente directa AC/DC

10 El rectificador (6) que forma parte de la presente invención, es el encargado de tomar la señal de corriente alterna que el generador suministra, resultado del torque que genera la o las turbinas eólicas verticales, y la convierte en una señal de corriente continua.

Resistencia de frenado

15 La resistencia de frenado (7) se encarga de disipar la energía que se presenta al presentarse un pico de elevación de corriente, producido por vientos con velocidades elevadas, incluso por encima del funcionamiento normal de la o las turbinas.

20 *Inversor DC/AC*

El inversor DC/AC (8) es el encargado de tomar la señal de corriente directa o continua DC entregada por el inversor para convertirla en una señal simétrica de corriente alterna que puede ser devuelta a la red de distribución de energía de la zona. La planta modular (1) contiene un inversor de la corriente producida por los paneles solares y un inversor de la corriente producida por las turbinas eólicas.

Tablero de control AC

30 Para monitorear, activar y bloquear el suministro de energía y corriente proveniente de la red de corriente externa, se emplea el tablero de control AC (9). Por este mismo circula la energía que es devuelta a la red externa suministrada por la planta modular (1) de la presente invención.

35 *Concepto Modular*

Una de las principales características de presente invención constituye la multiplicidad de configuraciones que puede poseer según las necesidades del usuario final y su versatilidad de adaptación tanto del número y disposición de módulos (2a, 2b, 2c, 2d) como de las características del generador eólico (5).

Es una instalación modular en el sentido de que puede tener múltiples posibilidades de configuración según el número de módulos ensamblables en paralelo, o de acoplamiento de generadores de diversa potencia, todo ello de acuerdo con las condiciones geográficas y la demanda de energía eléctrica esperada por los usuarios finales.

En la medida que la invención aumente en número de módulos, incrementará la potencia disponible.

Para ilustrar lo antedicho, una modalidad de la invención corresponde a una instalación de módulo sencillo, que funciona con un generador de 50 W. Esta modalidad es aplicable para generación de energía en plantas bajas de edificios o primeros pisos de cualquier edificación en zonas geográficas de vientos de 3 m/s. No obstante, si el requerimiento implica una instalación en cubiertas de edificios, el mismo módulo sencillo puede funcionar con un generador de 100 W. Incluso, si la cubierta estuviera situada en una zona costera colombiana como la Guajira con hasta 12 m/s de velocidad de vientos, es completamente viable la incorporación de un generador de 200 W para la misma instalación de módulo sencillo.

Efectos

La presente invención produce los siguientes efectos sorprendentes e inesperados:

- Capaz de generar energía eléctrica en zonas de bajas velocidades del viento, tal como zonas urbanas o zonas rurales.
- El usuario final tiene la posibilidad de autogenerar energía para atender sus propias necesidades, sin requerir la energía proveniente de la red.
- Capacidad para devolver energía eléctrica a la red cuando el usuario final consume menos de lo que se genera, de modo que el contador de energía gira en sentido contrario (Ley 1715 del 13 de mayo de 2014, por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional).
- Por la configuración y el ensamble de las piezas de la planta, la fricción es bastante reducida con respecto a sistemas eólicos convencionales, lo cual también disminuye el costo de mantenimiento y de mano de obra de personal técnico calificado.

Ejemplo

El ejemplo presentado a continuación corresponde a una prueba piloto experimental realizada sobre una modalidad de la invención.

La prueba consistió en el diseño y experimentación con un prototipo de planta de generación de energía compuesta por:

- 5 -una turbina eólica vertical conformada por un rotor con seis aspas de polietileno tereftalato (PET) libre de aletas concentradoras,
 -Generador eléctrico,
 -una estructura estabilizadora para disposición en pisos bajos de edificaciones.
- 10 El prototipo descrito se instaló en la planta baja de un edificio residencial de la ciudad de Bogotá en Colombia, zona que suele presentar de 2 a 3 m/s en la velocidad del viento. El ensayo consistió en el montaje del prototipo y su monitoreo de acuerdo con el viento disponible durante el transcurso de 30 días.
- 15 Las Figuras 12 y 13 presentan los resultados obtenidos por el prototipo de la presente invención (Turbina eólica vertical “T.E.V”) en comparación con los resultados que se obtienen con turbinas eólicas horizontales (Turbina eólica horizontal “T.E.H”).
- 20 En el caso de la Figura 12 es posible observar la curva de potencia de la presente invención y la curva de las turbinas eólicas horizontales en intervalos de velocidades de viento entre 3 y 13 m/s.

En el caso de la presente invención, la curva inicia con una generación de potencia de 5 W a una velocidad del viento de 3 m/s, en contraste con la turbina eólica horizontal cuya generación de potencia a dicha velocidad es nula.

La Figura 12 permite observar que la potencia generada entre 3 y 5 m/s es a lo sumo de 10 W para la turbina eólica horizontal, mientras que en ese mismo intervalo de velocidad de viento, la presente invención genera una potencia hasta de 20 W.

En la Figura 13 se puede observar que la curva de la presente invención inicia con 8 W a una velocidad de viento de 3 m/s mientras que la potencia es nula para dicha velocidad con la turbina eólica horizontal.

La curva de potencia de la turbina eólica horizontal continúa su incremento siempre por debajo de la curva de potencia de la turbina eólica vertical, lo cual indica una mejor eficiencia en esta última para bajas velocidades del viento.

40

Fabricación

Respecto a la fabricación de la invención, cualquier persona medianamente versada en la materia comprenderá que esta podrá llevarse a cabo considerando las técnicas de ensamblado convencionales a partir de la información estructural contenida en el presente documento.

Aunque la presente invención que ha sido descrito arriba se ha explicado con referencia a una modalidad preferida, será apreciable que muchas modificaciones o variaciones son posibles sin alejarse del espíritu o alcance definido en las reivindicaciones.

* * * * *

15

20

25

30

35

40

RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención pertenece al campo del diseño de plantas para la generación de energía eléctrica a partir de recursos naturales renovables, y más particularmente a partir del viento.

La invención se refiere a una planta modular (1) para la generación de energía renovable que presenta óptimo funcionamiento en zonas geográficas con baja velocidad del viento.

La planta modular (1) está conformada por: un rotor o un conjunto de rotores (2) verticales soportado por una estructura de ensamble y soporte (3) externa, y vinculados a un generador eólico (5) o conjunto de generadores eólicos (5) de imanes permanentes, y una caja que contiene un circuito rectificador de corriente AC/DC (6), una resistencia de frenado (7), un circuito inversor DC/AC (8) y un tablero de control AC (9).

* * * * *

REIVINDICACIONES

1. Una planta modular (1) para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovable en zonas geográficas con baja velocidad del viento, **que comprende:**

Un rotor o un conjunto de rotores (2) verticales soportados por una estructura de ensamble y soporte (3) externa, y vinculado a un generador eólico (5) o a un conjunto de generadores eólicos (5) de imanes permanentes, un circuito rectificador de corriente AC/DC (6), una resistencia de frenado (7), un circuito inversor DC/AC (8) y un tablero de control AC (9).

2. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde dicha planta modular (1) además posee paneles solares (4) en su sección superior.
3. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la Reivindicación 1 o 2, en donde el rotor o conjunto de rotores (2) verticales está conformado por un módulo (2a) o un conjunto de módulos (2a, 2b, 2c, 2d) apilados verticalmente.
4. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones precedentes, en donde el módulo (2a) o los módulos (2a, 2b, 2c, 2d) están conformados por aspas (2x) termo-formadas en un polímero sintético seleccionado del grupo que consiste en polietileno, polietilen tereftalato, polipropileno, cuya densidad es menor a $1,5 \text{ g/cm}^3$.
5. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la Reivindicación 1 o 4, en donde las aspas (2x) poseen una altura entre 59 y 79 cm, un ancho de entre 15 y 25 cm, y un radio de curvatura entre 15 y 35 cm.

6. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la Reivindicación 1, 4 o 5, en donde las aspas (2x) están fijadas en sus extremos posterior e inferior a tapas (2y) metálicas y circulares, por medio de remaches de aluminio.
7. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la Reivindicación 6, en donde las tapas (2y) son de lámina galvanizada con calibre 26 y diámetro entre 20 y 40 cm.
8. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la Reivindicación 1, 6 o 7, en donde el eje fijo (2z) es un tubo de aluminio con diámetro mínimo de 1,2 cm, que atraviesa el centro geométrico de todas las tapas (2y) y está vinculado al generador eólico (5).
9. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones precedentes, en donde las tapas (2y) de cada módulo (2a) se fijan al eje (2z) por medio de flanches metálicos asegurados con remaches de aluminio.
10. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde la dicha planta (1) posee rotores (2) dispuestos en paralelo.
11. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la Reivindicación 10, en donde dicha planta (1) está conformada por dos rotores (2), en donde cada uno de ellos está conformado por módulos (2a) apilados verticalmente.
12. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde el rotor (2) o conjunto de rotores (2) posee aletas concentradoras (2x') verticales.

13. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la Reivindicación 12, en donde las aletas concentradoras (2x') son láminas de acero galvanizado calibre 24 con ancho entre 10 y 30 cm, y altura igual a la del rotor (2).
14. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde la estructura de ensamble y soporte (3) se compone de tapas (2y) en forma de polígono hexagonal estrellado.
15. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la Reivindicación 14, en donde la tapa (2y) superior está vinculada al rodamiento tipo brida acoplado al eje fijo (2z) y la tapa (2y) inferior está vinculada al eje fijo del generador eólico (5).
16. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la Reivindicación 15, en donde las tapas (2y) están atornilladas en su perímetro exterior a columnas conformadas por canales troquelados galvanizados calibre 16.
17. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde las columnas poseen un ancho entre 31,2 mm y 51,2 mm, una profundidad de entre 12,2 mm y 32,2 mm, y una altura entre 1,8 y 3 m.
18. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la Reivindicación 17, en donde cada una de las aletas concentradoras (2x') está adosada verticalmente a cada columna.
19. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con las Reivindicaciones 14 a 18, en donde toda la estructura de ensamble y soporte (3) está atornillada a la superficie de instalación por medio de tornillos de acero galvanizado.

20. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde dicha planta (1) incluye rotores (2) verticales paralelos entre sí y paneles solares (4) en su sección superior, con dichos dos rotores (2) vinculados a generadores eólicos (5) con punto de apoyo superior y en la parte inferior acoplados con un flanche a una superficie plana.
21. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde dicha planta (1) incluye rotores (2) verticales adosados lateralmente a un poste de altura de entre 6 y 10 m con paneles solares (4) en su sección superior.
22. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde la estructura de ensamble y soporte (3) además posee un armazón con una base metálica en forma de "H" con un pedestal vertical perpendicular a dicha base metálica.
23. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde la estructura de ensamble y soporte (3) además posee un armazón conformado por un flanche para atornillado al piso y un poste alargado perpendicular a dicho flanche.
24. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde el generador eólico (5) es de imanes permanentes con múltiples polos, es de 300 rpm, monofásico o trifásico y potencia entre 50 y 200 W.
25. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde dicha planta (1) se encuentra libre de cajas reductoras y engranajes.
26. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde la planta (1) incluye baterías.

27. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde el circuito rectificador AC/DC (6) posee salida de voltaje directo de entre 10 y 30 V DC.
28. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde la resistencia de frenado (7) posee una capacidad entre 50 y 300 W.
29. La planta modular (1) para la generación de energía eléctrica de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde el circuito inversor DC/AC (8), posee salida de voltaje alterno simétrico de 115/220V AC y dicha planta modular (1) posee dos circuitos inversores uno perteneciente al panel de energía solar y otro perteneciente al generador eólico.

* * * * *