

Aerogenerador ALISIO

FLORES-SÁNCHEZ, Verónica†*, SHETTINO-GARCÍA, David Israel, SCHETTINO-GARCÍA, Martín Darío y JUÁREZ-BORBONIO, Jesús

Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz. Av.Universidad 350, Dos caminos, 94910 Cuicláhuac, Ver

Recibido 19 de Octubre, 2017; Aceptado 6 de Diciembre, 2017

Resumen

En este artículo se expone la evaluación de un generador eólico vertical tipo savonius diseñado por estudiantes de la Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, dicho estudio se realizó en la zona de Orizaba Veracruz con el objetivo de conocer la factibilidad del uso de este tipo de generadores. A lo largo del documento se presentarán los pasos para determinar la eficiencia del generador en RPM y Volts producidos, de igual forma se muestra la productividad del generador esta en función a distintos factores ambientales, y se compara el funcionamiento con generadores eólicos horizontales.

Inocuidad, acortamiento, frigoríficas, fotovoltaico

Abstract

This article presents the evaluation of a vertical wind generator type savonius designed by students of the Technological University of the Center of Veracruz, this study was carried out in the area of Orizaba Veracruz with the objective of knowing the feasibility of using this type of generators. Throughout the document, the steps will be presented to determine the efficiency of the generator in RPM and Volts produced, just as it is shown the productivity of the generator is in function to different environmental factors, and the operation with horizontal wind generators will be compared.

Safety, shortening, refrigeration, photovoltaic

Citación: FLORES-SÁNCHEZ, Verónica, SHETTINO-GARCÍA, David Israel, SCHETTINO-GARCÍA, Martín Darío y JUÁREZ-BORBONIO, Jesús. Aerogenerador ALISIO. Revista de Ingeniería Innovativa 2017. 1-4:41-47

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: veronica.flores@utcv.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Según Lewis, el uso de los generadores eólicos trae consigo algunos beneficios tales como: ampliar los campos de desarrollo y de investigación, aumentar las capacidades tecnológicas y producir menos contaminación al generar energía eléctrica.

Alisio es un generador eólico vertical tipo “Savonius”, con este diseño se busca reducir los costos y obtener como mínimo 12v de corriente alterna (CA) con corrientes de aire de menos de 5 m/s. En comparación con los generadores convencionales empleados en los parques eólicos, la velocidad de viento que se necesita es mínima, además es más pequeño el área que ocupa es de 1m².

Justificación

El generador eólico vertical tipo savonius fue desarrollado en principio por Flettner utilizando un rotor que se forma a partir del corte de la sección transversal de un cilindro, para después volverlo a unir y formar una “S” muy parecido al que se muestra en la figura 1. [1][2]

Este tipo de turbina ha sido estudiada por una gran variedad de investigadores e inclusive instituciones, en el 2005 Tsutomu Hayashi, intentó mejorar la eficiencia del generador savonius, el diseñó una turbina de tres etapas (figura 2), pero desafortunadamente este diseño no fue muy óptimo, pues reducía 1/6 el torque, el coeficiente de potencia disminuyó en un 25% y existían momentos de torques negativos, todo esto en comparación con la turbina de una etapa. [2]

La turbina Savonius es de simple construcción, tiene la capacidad de tomar el viento de cualquier dirección, es operable a velocidades bajas de viento lo que la hace más eficiente en su funcionamiento. [3]

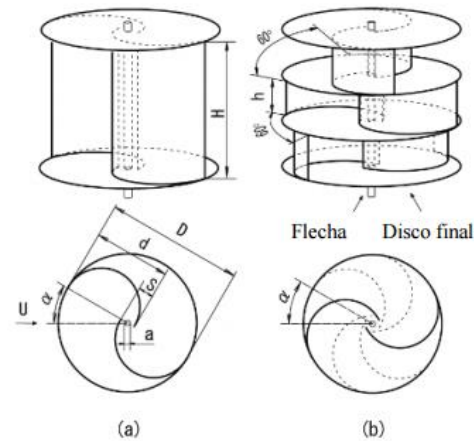


Figura 1 Turbinas savonius: a) una etapa, b) tres etapas.

Problema

El recurso eólico en México es competitivo, como lo demuestran los numerosos proyectos llevados a cabo por el sector privado en la modalidad de autoabastecimiento, así como por la CFE bajo la modalidad de Productor Independiente de Energía (AMDEE, 2016).

En México se genera un bajo porcentaje de energía eólica, lo anterior debido a que la tecnología existente es costosa, el diseño de un generador eólico vertical más eficiente, podrá generar 12v CA por cada ejemplar, además este sistema será 50% más económico, haciendo que la energía eólica se vea más atractiva a el inversionista.

Hipótesis

El diseño del generador eólico ALISIO generará 12 V con una velocidad de viento de 5 m/s.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la funcionabilidad del sistema eólico ALISIO para revelar la velocidad angular que se puede alcanzar con distintas ráfagas de viento.

Objetivos específicos

Establecer parámetros de funcionamiento del generador ALISIO.

Registrar las distintas velocidades de viento que se alcanzan Orizaba, Ver.

Comparar la velocidad del viento de la zona de estudio con la velocidad en RPM que puede tomar la turbina.

Establecer la velocidad media de la turbina.

Definir la eficiencia de funcionamiento del generador bajo los parámetros obtenidos.

Marco Teórico

Turbina de generador de eje vertical

Existen tres tipos de generadores de eje verticales y se clasifican según su turbina, la turbina tipo Savonius, la turbina daerrius y la turbina tipo H. en la figura 2 se puede apreciar claramente cada tipo de turbina.

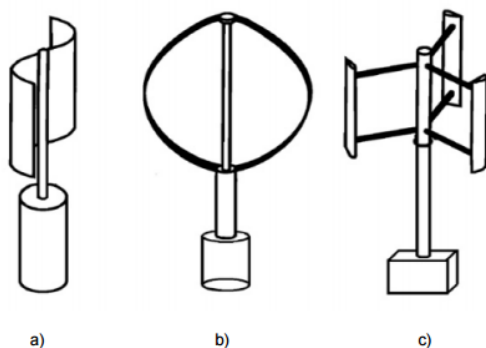


Figura 2 turbinas de eje vertical: a) turbina tipo Savonius, b) turbina tipo Daerrius y c) turbina tipo H.

En este caso se ha elegido la turbina tipo savonius, ya que proporciona el torque idóneo para generar la energía deseada.

La energía eólica

La energía eólica se ha usado desde tiempos remotos para la navegación, molinos de viento; en la actualidad, se utiliza para generar electricidad a través de los parques eólicos [4].

México es un país en el cual hay una gran diversidad de zonas para poder aprovechar el potencial eólico, la zona con mayor potencial es Oaxaca, razón por la que se tiene el campo eólico más grande en el país. De igual manera existen tras regiones tales como Zacatecas, Tabasco, la cadena montañosa de la rumorosa y el litoral de la península de Baja California, así como litorales del Pacífico y Golfo de México[5].

El crecimiento del uso de generadores eólicos ha aumentado con el pasar del tiempo, según la GWEC (Global Wind Energy Council) el uso de generadores eólicos para 2020 podrá ayudar a disminuir la emisión de gases $[[CO]]_2$ en mas de 1.5 toneladas por año.

Para el 2009 la capacidad eólica que se instaló creció un 25% con respecto al año anterior, cifra que representa una cuarta parte de crecimiento respectivamente [4].

Estudios sobre el recurso eólico en México

El recurso eólico como tal en México no ha sido estudiado en grandes magnitudes, es decir solo se han realizado estudios a zonas aisladas del país, donde se piensa que existe un mayor potencial eólico, de este modo se han creado mapas para algunas regiones del país, mismos que han sido creados por organizaciones como, el Laboratorio de Energía Renovable de los Estados Unidos (NREL), el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) en colaboración con la comisan federal de electricidad.

Actualmente no existe un mapa eólico del estado de Veracruz, ya que, Veracruz es un estado con valores de recurso eólico muy variable y en muchos puntos del estado insuficientes, no obstante se piensa que existen otros puntos donde no hay fluctuaciones con desviaciones elevadas, de igual modo se cree que se puede aprovechar el recurso eólico que pasa otra vez de la sierra madre oriental.

Sistema de generación eólico

En este caso se usa un generador de eje vertical, y se siguen los mismos principios de generación que en los generadores convencionales, es decir, que existe una relación entre la velocidad de la turbina y la velocidad del viento, lo que quiere decir que si existe una velocidad del viento alta, también existirá una velocidad alta de rotación de la turbina y viceversa. Por lo tanto cuando la velocidad del viento cambia, también afecta a la velocidad de la turbina y por ende la generación de energía.

La ecuación (1) da la relación entre el poder extraído de la turbina y las variables de la turbina.

$$P_{\text{turbina}} = \frac{1}{2} \rho A v^3 C_p \quad (1)$$

Donde:

ρ = Densidad del aire.

A = Área de sección transversal.

v = Velocidad del viento.

C_p = coeficiente de potencia.

En otras palabras los factores que delimitaran la potencia de la turbina son: El área de contacto, la densidad del aire y su velocidad. Es decir que mientras mayores sean estos valores la turbina tendrá mayor potencia.

Metodología de Investigación

La aprobación de este trabajo radica en el impacto ambiental que se tiene con las energías limpias.

Tipo de Investigación

El trabajo que aquí se presenta es una investigación experimental pues el prototipo es probado en distintas velocidades de viento, de igual forma se hace una revisión exhaustiva de los autores que han desarrollado trabajos similares.

Métodos Teóricos

Para el diseño del prototipo se determinan los parámetros de funcionamiento y el potencial eólico, posteriormente se calculan las RPM del prototipo.

Establecimiento de los parámetros de funcionamiento.

Para establecer la velocidad de viento necesaria que permita obtener la velocidad angular en la turbina, se realizan pruebas con generador en distintas velocidades. Este análisis muestra la cantidad de RPM obtenidas a cierta velocidad del viento. Cuando la velocidad del aire es de 14 km/hr las RPM son de 60 (Figura 3)

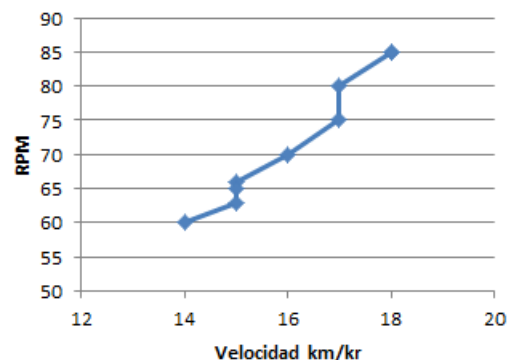


Figura 3 RPM obtenidas en velocidades distintas de viento

Cundo la turbina tienen 120 RPM la producción de voltaje que se tiene es de 12 v.

Estudio del potencial eólico

Para poder realizar un análisis adecuado del potencial eólico, consultamos los valores máximos de velocidad del viento durante el mes de febrero en la zona de Orizaba, Veracruz. Dichos valores fueron extraídos de la pagina "Meteored" misma que diariamente hace un análisis de los fenómenos meteorológicos en diferentes zonas del país.

A continuación se muestra una grafica con las velocidades del viento obtenidas durante el mes de febrero, para la zona de Orizaba Veracruz.

La velocidad del viento más alta para este mes fue 37 km/hr es decir 10.27 m/s aproximadamente. Así mismo tenemos una velocidad promedio de 23.08 km/hr, el equivalente a 6.4 m/s.

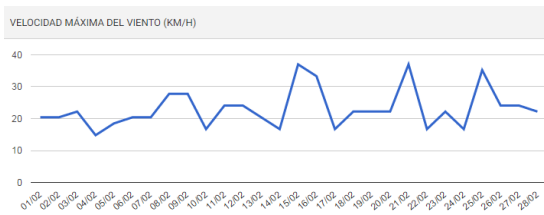


Figura 4 Gráfico del viento en Orizaba, Veracruz durante el mes de febrero.

De igual manera se obtuvieron los datos del mes de enero, mismos que se ilustran a continuación.

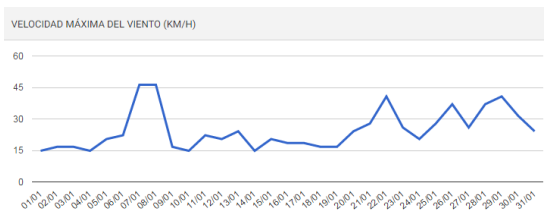


Figura 5 Gráfico del viento en Orizaba Veracruz durante el mes de enero.

Durante enero se puede apreciar que existen fluctuaciones grandes en el comportamiento de la velocidad del viento, la velocidad media es de 24.6 km/hr.

Establecimiento del modelo estadístico

Una vez obtenidos los datos de funcionamiento del generador y los valores de la velocidad del viento durante enero y febrero, podemos hacer un análisis estadístico, del posible funcionamiento del generador bajo estas circunstancias. Para hacerlo más significativo se manejaran m/s.

Para esto se deben obtener los promedios de los parámetros de funcionamiento del generador, los datos obtenidos fueron, una velocidad de viento promedio de 4.4753 m/s y un total de RPM de 72.11, con estos valores obtenidos se usa una relación para compararla con los valores obtenidos en los meses de enero y febrero.

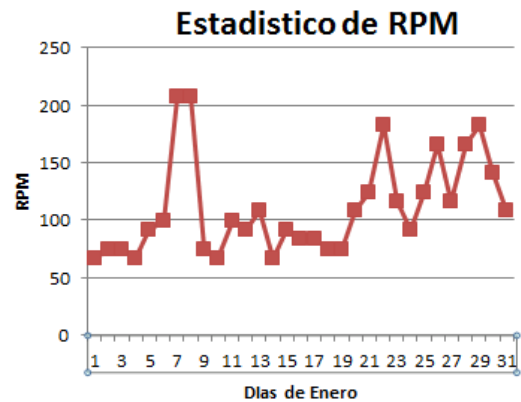


Figura 6 Estadístico para el mes de Enero.

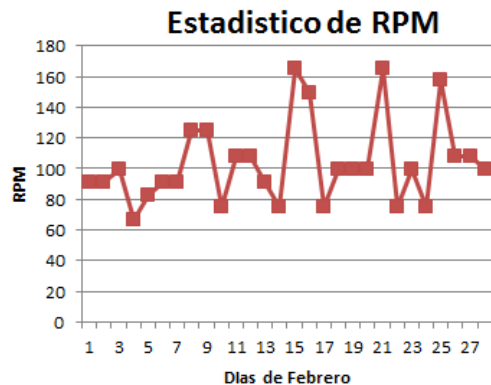


Figura 7 Estadístico para el mes de febrero.

A partir de estos valores podemos inferir que las RPM promedio para el mes de enero son de 110 RPM cada y para febrero 103 RPM.

Si tomamos en cuenta que con 120 RPM se obtienen 12 volts aproximadamente, entonces obtenemos promedios de 11 y 10.3 volts respectivamente.

Estos datos planteados únicamente para un elemento generador, si tomamos en cuenta que se puede colocar un campo eólico de dimensiones mínimas.

Por ultimo para definir funcionabilidad del generador ALISIO,

Para definir la eficiencia de funcionamiento del generador, tenemos los datos de: media de velocidad, media de RPM, media de Voltaje, y todo el análisis estadístico, con lo cual podemos definir la eficiencia con la frase, si se planeaba producir 12V con corrientes de aire que hagan que la turbina gire a 120 RPM, y obtenemos que en la zona, estadísticamente se tienen valores medios de 110 RPM y 103 RPM entonces procedemos resolver la eficiencia con una relación que sea directamente proporcional, estableciendo la siguiente ecuación.

$$eficiencia_{RPM} = \frac{RPM_m(100)}{RPM_f} \quad (2)$$

Donde:

RPM_m = Las revoluciones por minuto medias obtenidas durante algún mes.

RPM_f = Las revoluciones por minuto necesarias para hacer 12 V.

Resolviendo la ecuación tenemos.

$$eficiencia_{RPM} = \frac{110(100)}{120} \quad (3)$$

Para el mes de enero. Obteniendo el 91% de eficiencia durante el mes de enero.

$$eficiencia_{RPM} = \frac{103(100)}{120} \quad (4)$$

Para el mes de febrero. Obteniendo el 85.83% de eficiencia en RPM para el mes de febrero.

Ahora también podemos definir una relación de eficiencia con respecto al voltaje. Obteniendo:

$$eficiencia_V = \frac{V_m(100)}{V_f} \quad (5)$$

Aunque si ponemos atención, los resultados serian los mismos, debido a que si decimos que tenemos con 120 RPM 12 V, es decir por cada 10 RPM producimos 1 V (haciendo una comparación de valores) podemos intuir que en la formula si sustituimos las RPM por Volts, la relación será exactamente igual. Entonces proseguimos a calcular la eficiencia de los dos meses y para eso solo haremos la media de eficiencia mensual:

$$Eficiencia = \frac{eficiencia_{ene} * eficiendia_{feb}}{n} \quad (6)$$

Donde n es el número de meses. Sustituyendo la formula tenemos.

$$eficiencia = \frac{91 * 85.83}{2} \quad (7)$$

Obteniendo así el 88.75 % de los valores esperados de funcionamiento durante estos meses bajo esas circunstancias.

Resultados

Se obtuvo que el 88.75 % de los valores esperados son alcanzados en situaciones muy parecidas a las del clima en Orizaba. Claro podemos inferir a que si las pruebas se realizaran en el complejo montañoso serian resultados mas favorables, debido a que existiría menos interferencias del viento. De igual manera concluimos en que el funcionamiento del generador ALISIO es superior en comparación con generadores horizontales, debido a que las velocidades de viento registradas son mínimas en comparación con las usadas para hacer girar los molinos eólicos.

Conclusiones

El generador ALISIO es capaz de Producir la cantidad de Voltaje esperado en zonas donde se alcancen vientos mayores a 6.8 m/s, no obstante el generador opera a bajas velocidades de viento, a 14 km/hr (3.88 m/s) se alcanzan 60 RPM es decir aproximadamente 6 volts en zonas de baja velocidad del viento.

Por lo anterior se tiene que el generador ALISO es viable, la velocidad de viento necesaria se puede encontrar en distintas zonas del Estado de Veracruz y del País.

Referencias

[1] Hassan, M., Iqbal, T., Khan, N., Hinchey, M., & Masek, V., (2017). [online] Available at: <https://www.flow3d.com/wp-content/uploads/2014/08/CFD-Analysis-of-a-Twisted-Savonius-Turbine.pdf> [Accessed 28 Jun. 2017].

[2] HAYASHI, T., LI, Y. and HARA, Y. (2005). Wind Tunnel Tests on a Different Phase Three-Stage Savonius Rotor. *JSME International Journal Series B*, 48(1), pp.9-16.

[3] Kamoji, M., Kedare, S. and Prabhu, S. (2009). Experimental investigations on single stage modified Savonius rotor. *Applied Energy*, 86(7-8), pp.1064-1073.

[4] Universitaria, R. (2017). Revista Digital Universitaria, Recurso Eólico en Baja California. [online] *Revista.unam.mx*. Available at: <http://www.revista.unam.mx/vol.11/num2/art24/int24a.htm> [Accessed 28 Jun. 2017].

[5] Cadenas Tovar, R. (2017). Educación y Nuevas Tecnologías Central Eoloeléctrica La Venta II". *Revista Digital Universitaria*. Vol. 8, No. Available at: http://www.revista.unam.mx/vol.8/num12/art90/dic_art90.pdf [Accessed 28 Jun. 2017].