

Diseño y construcción de un prototipo de turbina eólica de eje horizontal en la generación de baja potencia para cargas domesticas

Jesus Miguel. Encalada Quiroz

Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú, enigmatik11@hotmail.com

Renato. Cornejo Orosco

Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú, corg24@hotmail.com

RESUMEN

Entre los principales temas de discusión que se plantean actualmente en la sociedad, se está demandando una gran cantidad de esfuerzo en aspectos de investigación y desarrollo, está la búsqueda de fuentes de energía alternativas que contribuyan a disminuir la dependencia energética de los combustibles fósiles. Una de las formas de generación de energía alternativa con mayores perspectivas de uso y difusión es la energía proveniente del viento o energía eólica, que presenta numerosas ventajas respecto de las formas convencionales de producción de electricidad, debido a su bajo efecto posterior sobre el medio ambiente. Este trabajo trata del diseño y construcción de un sistema prototipo para generación eólica de baja potencia que constan de turbinas eólicas de eje horizontal para su implementación en zonas aisladas o en entornos urbanos que presenten un recurso eólico apreciable, como apoyo a otros sistemas de generación alternos con los beneficios de: simplicidad en el diseño, bajo costo de fabricación y un factor de potencia elevado

Palabras claves: eólico generación turbina.

INTRODUCCION

La energía eléctrica es un recurso del cual dependemos la población en general. Pero el recurso no da abastecimiento suficiente para el aumento de población por ello no podemos seguir dependiendo de la energía no renovable.

1. En la actualidad el avance de la tecnología ha permitido conseguir energía y solucionar el problema de abastecimiento energético en

zonas aisladas, mediante la generación de energías alternas obtenidas de fuentes de energías renovables. En la actualidad en las próximas seis décadas se estima que la población global se dispare desde los casi 7.000 millones de personas actuales hasta alrededor de 9.500 millones, aumentando también la cantidad de energía que consume la población por lo que se está agotando rápidamente siendo insuficiente y despojando a parte de la población del mundo de este recurso y limitando su forma de vida.

El estado del país ha implementado un plan de gobierno cuyo objetivo es aprovechar estas fuentes de energía alternas para impulsar nuestra economía comenzando con el proyecto Camisea para generar energía combustibles menos contaminante.

Sin embargo, el Congreso Mundial de Energía publicó datos en los cuales estimó que a nuestro planeta le queda un aproximado de 23000 millones de toneladas de petróleo y 209 billones metros cúbicos de gas. Según los expertos, estas reservas durarán sólo unos 50 años

Cabe hacer notar que el CO₂ se incrementa mientras más se disponen de energía no renovable, con el consecuente riesgo para los humanos. Además, del calentamiento global, por lo tanto ya no es recomendable su uso.

En este aspecto, se estima que la cantidad de energía eólica que puede producir el país equivale al 70% del consumo actual de electricidad., es una opción viable para evitar los problemas anteriores, y si no los elimina por lo menos disminuir un gran porcentaje de la escases energética para la población. El uso de esta tecnología traería grandes beneficios al sector energético, ya que además de la reducción de la escasez de

energía, podríamos optimizar los procesos de distribución de la red eléctrica, con esto reduciríamos costos y mejoraríamos la calidad de vida.

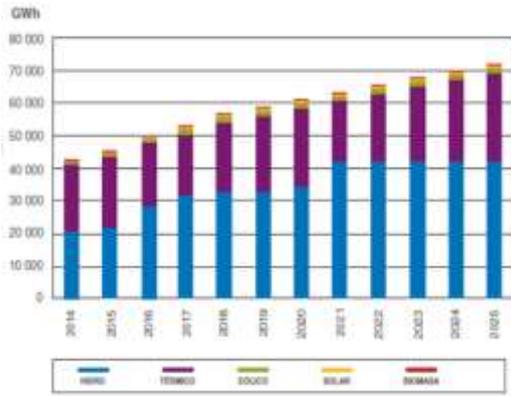


Figura 1. Diagrama de producción de energía eléctrica

Por esto es necesario el aprovechamiento de recursos renovables con alta eficiencia como es el viento ya que a alta altitud tiene una potencia suficiente como para generar toda la energía eléctrica que necesita nuestra sociedad según los estudios realizados por los especialistas en clima de la Universidad de Stanford, Cristina Archer y Ken Caldeira.

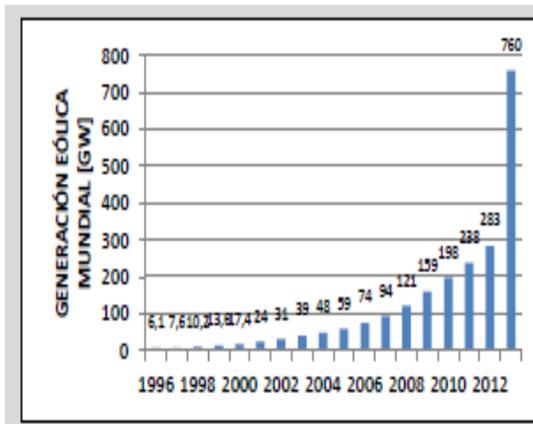


Figura 2. Capacidad de la generación de energía eólica actual

II. Marco Teórico

2.1. Descripción de los Aerogeneradores

Un aerogenerador es en esencia una máquina que recibe movimiento de una fuente externa y mediante el principio de inducción electromagnética, convierte este trabajo en energía eléctrica, obtiene su potencia de entrada convirtiendo la fuerza del viento en un par (fuerza de giro) actuando sobre las palas del rotor.

Según la estructura general comprende también los siguientes sistemas:

2.1.1. Subsistema de captación Este subsistema está constituido por el rotor y las palas del aerogenerador. Su función es la transformación de la energía cinética del aire en energía mecánica.

2.1.2 Subsistema de orientación Ya que la variación de la dirección del viento es muy frecuente, el aerogenerador necesita un subsistema de orientación para que siempre mantenga el plano del rotor perpendicular a la dirección del viento de tal modo que la superficie enfrentada al viento siempre sea la máxima posible.

2.1.3 Subsistema de transmisión Es el encargado de transmitir la potencia desde el eje del aerogenerador hasta el subsistema de aprovechamiento (generador eléctrico). Tiene la función de recibir las bajas rpm de la turbina eólica e incrementarlas para que el generador eléctrico pueda operar normalmente.

2.1.4 Subsistema de aprovechamiento Es en esencia un generador eléctrico, una máquina que recibe movimiento de una fuente externa y mediante el principio de inducción electromagnética, convierte este trabajo en energía eléctrica. Su elección se basa entre otros factores, en la minimización de pérdidas energéticas o en la aplicación que se quiera satisfacer.

2.1.5 Subsistema de sustentación Es el encargado de elevar la turbina eólica sobre el suelo permitiendo su giro para la orientación contra el viento y colocando el aerogenerador a una altura donde la velocidad del viento es más elevada.

2.2. Eficiencia de la conversión energética

Para la comprensión del generador eólico se mencionaran las leyes físicas de relevancia en la descripción del comportamiento, operación y rendimiento del aerogenerador.

2.2.1 La ley de Betz

Define la potencia captada por un obstáculo que frena el movimiento libre del viento.

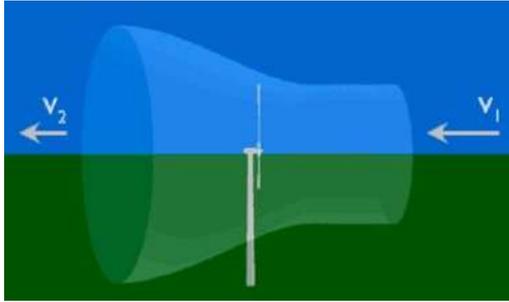


Figura 3 Velocidad antes y después de una turbina eólica

La potencia captada por el aerogenerador se define como la diferencia instantánea de la energía cinética del viento antes y después de pasar por el obstáculo en un tiempo dt.

$$\frac{P_{\text{captado}}}{P_{\text{viento}}} = \frac{1}{2} \times \left(1 - \frac{v_2}{v_1} \right)^2 \times \left(1 + \frac{v_2}{v_1} \right)$$

Ecuacion1: Ley de Betz

Donde:

V1: Velocidad del viento antes de pasar por el obstáculo

V2: Velocidad del viento después de pasar por el obstáculo

La potencia del viento

La velocidad del viento es un factor muy importante para determinar cuanta energía un equipo puede transformar en electricidad. La cantidad de energía que tiene el viento varía con la tercera potencia de la velocidad media del viento

$$P = \frac{1}{2} \rho A U^3$$

Ecuacion2: potencia del viento

Donde:

P: Potencia del viento (W)

P: Densidad del aire (1,225 Kg/m3)

A: Área enfrentada o de barrido (m2)

U: Es la velocidad del viento (m/s)

2.2. Estructura

2.2.1. Estructura Mecánica

En base a los objetivos que deseamos alcanzar, la base o plataforma del prototipo por su facilidad y efectividad de Mayores

velocidades de rotación mediante la altura en la que trabajan se usara el diseño de un aerogenerador de eje horizontal para la generación de energía renovable.

La estructura debe ser un material de PVC liviana pero resistente a esfuerzos mecánicos, y por su bajo peso. Usaremos 3 palas que van en eje del rotor para la transmisión y captación de la energía eólica.

Además que debemos adaptar piezas para conectar las palas al eje del generador, estas vienen a ser conectadas por soldadura.



Figura 4. Esquema en Blender(simulacion)



Figura 5. Estructura mecánica (turbina)

2.2.2. Estructura Electrónica

- **Bomba de lavadora:** Es una máquina que servirá como generador para el prototipo convirtiendo la energía mecánica en energía eléctrica o a través de medios electromagnéticos.



Figura 6. Bomba de lavadora (Generador eléctrico)

- Se optó por esta máquina por su capacidad de generación eléctrica,



Figura 7. Potencia generada

- **Batería:** Dispositivo que es la encargada de recibir la carga del generador y de suplir de corriente a la siguiente etapa del sistema. Los más usados son de tres tipos diferentes: batería de NiCd (Níquel-Cadmio), batería de NiMH (Níquel-Hidruro Metálico) y la batería LiPo (Litio-Polímero). Una gran desventaja es que requieren trato mucho más delicados, con el riesgo de deteriorarlas irreversiblemente.
- **Inversor:** Dispositivo que convierte la corriente continua a corriente alterna con el cual se busca invertir la corriente de la batería que es continua a una corriente alterna para que se puede conectar cualquier dispositivo como si lo conectáramos a la toma corriente de nuestra casa.
- **Trasformador:** elemento que se encarga de transformar las características de la onda de voltaje del inversor en otra con las características requeridas para el objetivo.
- **Discos de apoyo:** Este elemento será el componente de conexión entre el eje del generador y las palas responsables de transmitir la energía mecánica.



Figura 8. Disco de apoyo

2.3. Diseño Hardware

Para la elección del diseño del aerogenerador se estudió algunos tipos de aerogeneradores, para ver el más óptimo y de fácil acceso para nuestro prototipo. Considerando la velocidad y el peso se decidió implementar a una escala 1:75 para evitar fuerzas en contra del movimiento de las palas o interfieran con el eje.



Figura 9. Hardware del prototipo

Para demostrar su funcionamiento se generó una corriente de viento para demostrar su capacidad de generación de voltaje de 10v los cuales se envían a la batería previamente escogida para cumplir con los objetivos. Luego en la siguiente etapa se conecta al inversor con formado por el siguiente circuito:

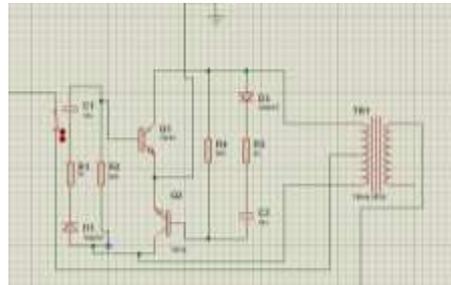


Figura 10. Simulación de conexión del inversor en Proteus

La razón de esto es para elevar la tensión del generador necesitamos que la corriente continua convertirla en alterna. Entonces es cuando se puede usar un transformador para elevarla.

Para nuestra aplicación se eligió un inversor de las siguientes características:

- Tensión entrada: 9-14 voltios DC
- Tensión salida: 200-290 voltios AC (la tensión baja si hay carga conectada)
- Potencia máxima: 25W
- Tipo de onda: Cuadrada

El circuito utilizado para el inversor son los transistores Q1 y Q2 forman un circuito oscilador que alimentan el primario del transformador T1. En el secundario se obtienen aproximadamente 240 voltios.

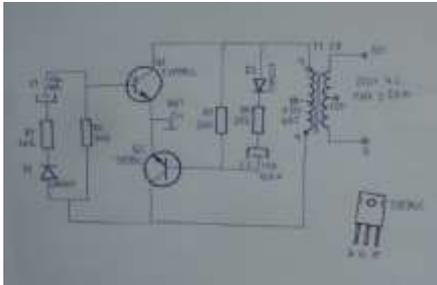


Figura 11. Esquema de conexión del circuito

Los transistores TIP35C pueden manejar hasta 25A (a 100 voltios), en esta aplicación se las verán con no más de 1.5A y a 12 voltios, por lo que no hay riesgo a ruptura de los componentes y no necesitan disipador, pues no se calientan.

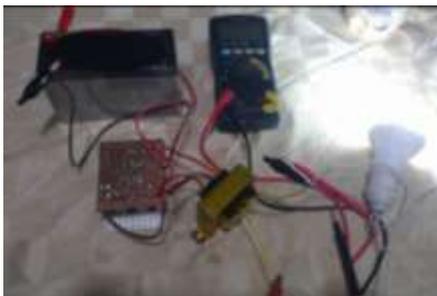


Figura 12. Comprobación del funcionamiento del circuito.



Figura 13. Comprobación del voltaje generado

CONCLUSIONES

- Se realizó una investigación que permitió conocer la situación en las cuales se encuentra la generación de energía eléctrica. Evidenciando que las fuentes de energía más usadas se están agotando generando un futuro donde la

energía no da para abastecer a la población.

- La manera más adecuada para el manejo del aerogenerador para controlar su potencia de captación en caso de exceso de viento, es conseguir que la turbina funcione en armonía con el viento (orientación, control de potencia, etc.). con el control de la posición de las palas, dado que no podemos controlar el viento, Pero Protegemos al sistema de efectos como sobre velocidades, vibraciones y sobrecalentamientos,
- Se diseñó el subsistema de sustentación utilizando elementos mayormente metálicos para dar soporte a todos los componentes que el sistema posee. Lo cual permite el giro del eje del generador sin formar fallas en la estructura.
- Se concluye que la herramienta de desarrollo informático Proteus, constituye una de las más poderosas plataformas de programación. Ya que en ella se pudo realizar las pruebas del circuito inversor del aerogenerador para comprobar si cumple con los objetivos previstos

BIBLIOGRAFIA

- <https://100ciaencasa.blogspot.pe/2015/07/circuitos-utiles-11-inversor-12v-dc.html>
- <http://rpp.pe/peru/actualidad/inauguran-el-parque-eolico-mas-grande-de-peru-noticia-728566>
- <http://deltavolt.pe/energia-renovable/eolica>
- Orduz, O & Suárez, J. (2011). En su tesis para optar al título de Ingeniero Mecánico, titulada: "Diseño y construcción de un prototipo de turbina eólica de eje vertical para generación a baja potencia".

Biografías



Renato Cornejo Orosco, estudiante de Ingeniería Mecatrónica – URP Perú, 7mo Ciclo. Código 201310515

Aficionado a las armas tecnológicas, interés a los nuevos polímeros en descubrimiento e interés en el campo de

la tecnología estereoscópica.

corg24@hotmail.com (+51) 948012585



Jesús Miguel Encalada Quiroz (Mayo 1994,28) nació en Piura, Perú el 28 de mayo de 1994. Graduado del colegio particular Bertolt Brecht sede Comas; actualmente está cursando su pregrado de ingeniería Mecatrónica

en la Universidad Ricardo Palma.

Realizo un seguidor de línea y luz el 1er ciclo cursado, el 2do ciclo de manera grupal se realizó un sistema automático carro-semáforo.

Ha participado en dos proyectos semestrales realizados en la URP donde se presentó de manera grupal una cama ortopédica y una mini central hidroeléctrica.