

Propuesta de Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica

Licenciatura: Licenciatura en Ingeniería Mecánica

Nombre del Proyecto: Diseño mecánico y construcción de un dispositivo de velocidad angular continua usando imanes permanentes para aerogeneradores

Modalidad: Proyecto tecnológico

Versión: Primera

Trimestre: 15-O

Nombre: Tovar Rivera Diana Verónica

Matricula: 2113033820

Domicilio: [Redacted]

Correo: [Redacted]

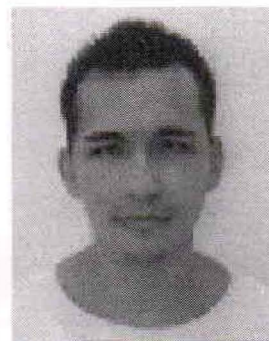


Nombre: Valdez Morales Juan Samuel

Matricula: 209364990

Domicilio: [Redacted]

Correo: [Redacted]



Datos de los Asesores

Asesor: Dr. Francisco Beltrán Carbajal

Categoría: Profesor-Titular C

Departamento de adscripción: Energía

Teléfono: [Redacted]

Correo: [Redacted]

Co-Asesor: Dr. Irvin López García

Categoría: Profesor-Titular C

Departamento de adscripción: Energía

Teléfono: [Redacted]

Correo: [Redacted]

F

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.



Tovar Rivera Diana Verónica



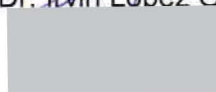
Valdez Morales Juan Samuel



Dr. Francisco Beltrán Carbajal



Dr. Iván López García



1.-Introducción

La población mundial y la demanda creciente de energía eléctrica han aumentado de manera conjunta, ocasionando mundialmente un exceso de consumo de los combustibles fósiles para satisfacer dicha demanda [1]. Lo cual ha ocasionado un desequilibrio climático global propiciando el calentamiento global. Es por ello que actualmente se encuentran en investigación el uso alternativo de biocombustibles [2] y la utilización de nuevas fuentes para la generación de energía eléctrica, como lo es el uso de la energía solar y del viento, con los paneles solares y los aerogeneradores [3], respectivamente.

De estos últimos, el más importante en términos de capacidad instalada en México y en el mundo son los aerogeneradores [4]. Es por ello que gran parte de las investigaciones en esta área se enfocan a mejorar estos sistemas en términos de su diseño y control, sí como la inversión en la construcción de un mayor número de granjas eólicas [5],[6],[7], en Tecate[8], Jalisco[9], Zacatecas y Tamaulipas. Desde el punto de vista de diseño, la búsqueda de nuevos dispositivos que permitan un mejor acoplamiento entre la turbina eólica y el generador eléctrico ha abierto una gran línea de investigación, de los diversos factores que incluyen el modelamiento mecánico, el análisis aerodinámico, estructural de los dos rotores, así como el comparativo de eficiencia energética[4].

Actualmente se encuentran muchos trabajos en los que podemos observar la implementación de diversas tecnologías en los aerogeneradores horizontales, así como su evolución a través del tiempo [10],[11],[12].

La energía eólica es una tecnología en rápido crecimiento desde 1990, en términos de porcentaje de la capacidad de crecimiento de potencial energético [13]. No obstante, es posible clasificarlos según diversos criterios. Por ejemplo, tomando en consideración la velocidad rotacional, las turbinas de viento pueden ser divididas en dos tipos: unidades de velocidad rotacional fija y unidades de velocidad rotacional variable [5]. En las máquinas de velocidad fija, el generador es directamente acoplado a la red principal de suministro, siendo la frecuencia de esta última, la que determina la velocidad rotacional del generador y así, la del rotor, por su parte, la baja velocidad de giro del rotor de la turbina, es trasladada a la velocidad rotacional del generador por una caja convertidora de velocidad, con una relación de transmisión dada [14],[15]. Conlleva a estos últimos generadores a encarecerse por el costo de mantenimiento necesario para su correcto funcionamiento.

El factor más importante en la generación de energía por medio de los aerogeneradores es directamente proporcional al potencial eólico de la región. Los aerogeneradores de una generación posterior con llevan a un diseño en el que el tamaño de sus componentes propiciaba la capacidad energética brindada. No obstante este cambio conllevaba a un aumento en la problemática de las vibraciones, rotura en las aspas, pérdida de equilibrio, contaminación acústica, mayor tamaño de equipo eléctrico y mecánico y un mayor costo de mantenimiento.

Los generadores de última vanguardia implementan la tecnología Direct Drive [16]utilizada en los aerogeneradores de las marcasSiemens [17], Entoi, Alstom. Que se enfoca a la simplificación de la piezas mecánicas es decir ya no sea necesario el sistema de engranes conocida como caja multiplicadora entre turbina y el generador, esto disminuye la problemática de vibraciones y acústica y es por ende que aumenta su eficiencia [24].

Es por ello que la idea central en esta propuesta es el diseño y manufactura de un dispositivo de acoplamiento entre estos dos subsistemas del aerogenerador (aspas – generador) mediante el uso de imanes permanentes, que permita mejorar los sistemas de generación que no cuenten con la tecnología Direct Drive en términos de su eficiencia y costos de mantenimiento.

2.-Antecedentes

La gran multidisciplinariedad que conlleva el estudio de los aerogeneradores lo conduce a ser sujeto a estudio en sus distintas disciplinas [8],[9],[10],[12]. De acuerdo con las últimas investigaciones y proyectos se ha encontrado con la implementación y diseño de Generadores síncronos de imanes permanentes [11],[15],que de acuerdo a los resultados estos permiten una reducción en la cantidad de piezas mecánicas, que repercuten en los costos de mantenimiento [14].

El uso de imanes permanentes en los generadores eólicos se encuentra actualmente en investigación y pruebas enfocándose primordialmente en el generador. La tecnología Direct Drive [23] proporciona un paso a la evolución de los aerogeneradores, esta tecnología se enfoca en la implementación de un sistema en el generador que permite un movimiento constante, prescindiendo de la caja de velocidades la cual aminoraba la

eficiencia de la aspas-generator y necesitaba un continuo mantenimiento para su correcto funcionamiento, elevaba los costos de manejo.

Por lo que en la propuesta de este proyecto se enfoca al diseño mecánico así como la construcción de un dispositivo a base de imanes permanentes que actúe independientemente de la sección del generador para así propiciar un movimiento angular constante, y así obtener el máximo aprovechamiento del fenómeno magnético para transmitirlo a un movimiento mecánico y que este mismo movimiento angular llegue finalmente al generador.

3.-Justificación

El problema de los aerogeneradores es su baja eficiencia, debido a pérdidas por rozamiento de las partes mecánicas independientemente de lo eficiente que sean los rodamientos además de la inconstante captura de la energía cinética del viento, al no tener las condiciones mínimas de diseño, otorgando un suministro de energía oscilante.

La adecuación de un dispositivo a base de imanes permanentes acoplado al eje turbina-generator, brindará una velocidad angular continua y por ende otorgará una potencia energética constante y posiblemente un porcentaje mayor al de diseño inicial que tiene la turbina eólica. Esto permite que la adecuación de dicho impulsor se encuentre dentro de los parámetros de una fuente de energía renovable y limpia.

4.-Objetivos

General

Realizar el diseño mecánico y la construcción de un dispositivo que proporcione una velocidad angular continua de entrada al generador eléctrico de un sistema de generación de energía eólico, el cual estará basado en la integración de imanes permanentes.

Particulares

Realizar un estudio sobre las especificaciones técnicas de los principales aerogeneradores utilizados en México.

Determinar las dimensiones del dispositivo que pueda ser transferido a un sistema de generación de energía eólico práctico.

Realizar el diseño mecánico detallado del dispositivo a proponer.

Desarrollar la manufactura del dispositivo, considerando aspectos de facilidad de instalación, costos y mantenimiento.

5.-Metodología o descripción técnica.

Fase 1. Realizar un estudio sobre las especificaciones técnicas de los principales aerogeneradores utilizados en México. Identificando las regiones de país en las que se encuentran instalados los aerogeneradores y determinando las especificaciones técnicas de acuerdo al promedio de la potencia eléctrica suministrada.

Fase 2. Determinar las dimensiones del dispositivo que pueda ser transferido a un sistema de generación de energía eólico práctico. Realizando una comparación y elección de aerogeneradores en el mercado para seleccionar el aerogenerador con la mayor eficiencia y dimensionar los datos recopilados.

Fase 3. Realizar los dibujos mecánicos normalizados detallado del dispositivo a proponer. Así como su modelaje y simulación

Fase 4. Desarrollar la manufactura del dispositivo, considerando aspectos de facilidad de instalación, costos y mantenimiento. Para finalmente elaborar el reporte del proyecto

6.-Cronograma de actividades.

Cronograma de actividades del trimestre 16-I

Actividades		Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Identificar las regiones de país en las que se encuentran instalados aerogeneradores	X	X										
2	Seleccionar el perfil de las aspas más apropiado.			X	X								
3	Determinar las especificaciones técnicas de acuerdo al					X							

	promedio de la potencia eléctrica suministrada.																			
4	Realizar una comparación y elección de aerogeneradores en el mercado.								X											
5	Seleccionar el aerogenerador con la mayor eficiencia								X	X										
6	Dimensionar el aerogenerador									X										
7	Elaborar los dibujos normalizados en Solidworks									X										
8	Desarrollar el modelaje y ensamblaje en Solidworks									X	X									
9	Realizar un análisis usando el método de elemento finito										X									
10	Estimar el costo de los materiales a utilizar											X								
11	Realizar el Ensamble de los componentes que conforma el dispositivo											X	X							
12	Realizar pruebas en un túnel de viento																	X	X	
13	Elaborar el documento final del reporte del proyecto.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

7.-Entregables.

Diseño de definición del dispositivo.

Plano y dibujos en programas CAD.

Simulación y comparación de rendimientos con dispositivos convencionales.

Dispositivo terminado.

Resultados de las pruebas realizadas al dispositivo.

8.-Referencias Bibliográficas

[1] L. R. M. Moreno, V. G. L. Torres y M. E. M. Vargas, ACTIVIDAD TURISTICA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO, 1980-2012, *Revista Internacional Administración & Finanzas*, ISSN:1933-608X, EISSN:2157-3182, vol. 8, nº 4, Pag Inicio. 61, 2015.

[2] A. G. Merino y Y. C. Zavala, Biocombustibles, biotecnología y alimentos. Impactos sociales

para México, *Argumentos : Estudios Críticos de la Sociedad,Articulo,ISSN 0187-5795.vol. 21, nº 57, PAG. 55-83, 2008.*

- [3] www.electrosector.com, Diego Oroño, Martín Sapio, Gustavo Terzano y Andrés Vázquez,Generadores para energia Eolica,Facultad de Ingeniería, UdelaR, Instituto de Ingeniería Eléctrica, Uruguay, Articulo WEP, 2015. Disponible en http://www.electrosector.com/wp-content/ftp/news/10_2013/eolico2.pdf?2a2588 .
- [4] A. O. R. L. F. B. M. E. T. D. María Eugenia González Avila, Potencial de aprovechamiento de la energía eólica para la generación de energía eléctrica en zonas rurales de México, ISSN 3018-1844, Articulo *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, PAG. 240-245, 2006.
- [5] R. Henestroza Orozco, Desarrollo del proyecto eolico en la region del Istmo de Tehuantepec,Articulo, *Investigacion y Ciencia,ISSN:1665-4412, Pag 18-*, 2008.
- [6] www.evwind.es, José Santamarta en colaboracion con la sociedad española de energia del viento (AEE) ,Energia del viento en Mexico: En la inversion de la granga eolica con 50 aerogeneradores, Articulo WEB,2015. Disponible en <http://www.evwind.es/2015/07/14/wind-energy-in-mexico-enel-green-power-invest-in-a-wind-farm-with-50-wind-turbines/53328>.
- [7] www.evwind.es, José Santamarta en colaboracion con la sociedad española de energia del viento (AEE) ,Energia del viento en Mexico: Soriana plantá dos grangas de viento para restablecer la energia, Articulo WEB,2015. Disponible en <http://www.evwind.es/2015/06/05/wind-energy-in-mexico-soriana-plans-two-wind-farms-to-power-its-stores/52553>.
- [8] www.evwind.es, José Santamarta en colaboracion con la sociedad española de energia del viento (AEE), Primera granja de viento inaugurada en la frontera en tecate california, Articulo WEB,2015. Dispoible en <http://www.evwind.es/2015/08/24/first-u-s-mexico-cross-border-wind-farm-inaugurated-in-tecate-baja-california/53871>.
- [9] www.evwind.es, José Santamarta en colaboracion con la sociedad española de energia del viento (AEE), El poder del viento en Mexico: En la granja de eolica de Poder verde (EGP) en Jalisco,Articulo WEB, 2015. Disponible en <http://www.evwind.es/2015/10/27/wind-power-in-mexico-enel-green-power-wind-farm-in-jalisco/54575>.
- [10] W. Gomez-Rivera, W. Aperador-Chaparro y E. Delgado-Tobon, Desarrollo de rotores para] turbina eolica de 200 vatios mediante la implementation de tecnologia local, *Revista Ingenieria y Universidad,ISSN:0123-2126,PAG. 303-318, 2011*
- [11] O. Aguilar, Modelado y control de un sistema hibrido de generacion de energia] electrica,Articulo, ISSN:1850-0870, *Ciencia y tecnologia*, Pag Inicio 143, 2013
- [12] A. L. Rodrigues, Generador eolico superconductor, *Informacion Tecnologica,*] *Revista,ISSN:0716-8756, Pag inicio 37, 2010.*

- [13 F. González-Longatt, Comportamiento de Turbinas de Viento a Velocidad Constante accionando Generador de Inducción de Rotor Tipo Jaula de Ardilla, *EXPOSICIÓN INDUSTRIAL INTERNACIONAL DE ENERGÍA EÓLICA*, PAG. 1-9, 2008.
- [14 P. B. ROSENMAN, Tesis para el grado de Ingeniero Civil Electricista, UNIVERSIDAD DE CHILE, Chile, 2007. Disponible en http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2007/baillarie_p/sources/baillarie_p.pdf
- [15 D. R. Padillo, Tesis para el grado de Ingeniero electricista, Universidad Politècnica de Catalunya, España, 2009. Disponible en <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/23236/Resum.pdf?sequence=1&isAllo wed=y>
- [16 Franz-Ferdinand Friese, La industria Siemens presenta su nuevo generador de viento sin engranes Direct Drive, Artículo Web, Nuremberg, Alemania, 2012, Disponible en <http://www.siemens.com/press/pool/de/pressemitteilungen/2012/industry/drive-technologies/IDT2012094045e.pdf>
- [17 Z., Eduardo Recordon, Tecnología de punta en aerogeneradores, Catálogo Web Siemens AG, 2009. Disponible en http://www.cigre.cl/sem_2_junio_10/presentaciones/SIEMENS.pdf
- [18 Lindsay Morris, Conexión Directa vs Caja de velocidades: Progreso en ambos sentidos, Artículo Web, 2007-2014, Disponible en <http://www.power-eng.com/articles/print/volume-115/issue-3/features/direct-drive-vs-gearbox-progress-on-both-fronts.html>

9.- Apéndices

No necesario

10.-Terminología.

Ninguna

11.-Infraestructura.

Se utilizarán las instalaciones del Taller Mecánico dentro de la UAM Azcapotzalco

12.-Estimacion de Costos.

Partida			
$\left(\frac{\text{Sueldo base semanal}}{40 \text{ horas}}\right)$	Tiempo dedicado al proyecto (horas)	Estimación de la partida (\$/hora de trabajo)	Subtotal (\$)

Asesor	4 horas X semana	143.4	573.63
Asesorías adicionales	4 horas x semana	143.4	573.63
Otro personal de la UAM	4 horas X semana	21.17	84.68
Equipo específico (Renta de máquinas, herramientas, etc.)			2200
Software específico			0
Equipo de uso general			0
Materia de consumo			2000
Documentación y publicaciones			0
Otras (especificar)			0
Total (\$)			

13.-Asesoría Complementaria.

No necesaria

14.-Patrocinio Externo.

Ninguno

15.-Publicación o Difusión de los resultados.

Ninguno