

LA FORMACIÓN PRÁCTICA DEL INGENIERO ELÉCTRICO EN LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ. EXPERIENCIAS CON EL USO DE UN SIMULADOR DE ENERGÍA EÓLICA

LA FORMACIÓN PRÁCTICA DEL INGENIERO ELÉCTRICO EN LA ULEAM

AUTORES: Miguel Escalona Reyes¹

Kléber Coronel Pineda²

Raúl Largacha Córdova³

Mario David Silva Briones⁴

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: miguelescalrey@gmail.com

Fecha de recepción: 27-07-2015

Fecha de aceptación: 12-11-2015

RESUMEN

El presente trabajo se enmarca en el camino hacia la mejora en la formación experimental en la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), y se ha desarrollado con la intención de formar parte del material didáctico en el cual los estudiantes apoyen su aprendizaje práctico, considerando el desarrollo del mismo, no sólo el proceso de estudio que conlleva adquirir nuevos conocimientos, sino que además proporciona información respecto al uso de equipos para el aprovechamiento de energías renovables como lo es la energía eólica. En él se describe el proceso de conformación del equipo simulador para la generación de electricidad por medio de la energía eólica, y los requerimientos para su implementación efectiva; además, se presenta un manual para el desarrollo de las prácticas de laboratorio, utilizando el equipo elaborado, que contiene las actividades elegidas como una forma de acercar al alumno a las aplicaciones que pueden ofrecer la energía eólica como fuente de generación eléctrica. Lo anterior contribuye al mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes en el eje de Práctica y Laboratorio, específicamente, en el área de la tecnología de generación energética con la utilización de energía eólica.

PALABRAS CLAVE: Energías Renovables; Energía Eólica; Formación Práctica; Ingeniería Eléctrica; Proceso de Enseñanza Aprendizaje.

¹ Licenciado en Educación, especialidad Matemática Computación. Máster en Didáctica de la Matemática. Doctor en Ciencias Pedagógicas. Docente Investigador.

² Ingeniero Eléctrico. Magister en Administración Portuaria. Catedrático a tiempo completo. Facultad Ingeniería. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador. E-mail: kcp54@hotmail.com

³ Docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador. E-mail: raullargacha@hotmail.com

⁴ Docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador. E-mail: david.silva.briones@hotmail.com

THE PRACTICAL TRAINING OF THE ELECTRICAL ENGINEER IN THE LAY UNIVERSITY ELOY ALFARO FROM MANABÍ. EXPERIENCES IN THE USE OF A WIND ´S ENERGY SIMULATOR

ABSTRACT

This research work is based on improving the experimental training in Electrical Engineering course of study, in the "Eloy Alfaro" Lay University of Manabí (ULEAM) and it has been developed with the aim to take part of teaching didactic material of the students as a support for their practical learning, taking into account for its development, not only the learning process for acquiring new knowledge, but it also brings information referring to the use of equipment for the exploitation of renewable energies, like the wind power. In the development of this work it is described the process of creation of the simulator equipment for the generation of electricity through the wind energy, and the requirements for its effective implementation; and also a handbook is described for the development of the lab practice using the elaborated equipment, containing the activities chosen as a way to bring the students to the applications that the wind energy can provide, as a source of electric generation. All this contributes to the improvement of the students' teaching-learning process in the axis of practice and laboratory, specifically, in the area of the technology of energetic generation using the wind energy.

KEYWORDS: Renewable Energy; Wind Energy; Practical Training; Electrical Engineering; Teaching-Learning Process.

INTRODUCCIÓN

Los cambios que han acontecido a nivel económico, político y social en los últimos años en Ecuador, han influido sobremanera en las Instituciones de Educación Superior del país, en especial, en el perfeccionamiento de los procesos sustantivos que en ellas se desarrollan, en aras de lograr formar profesionales competentes que contribuyan a la elevación de los resultados en todas las esferas y sectores de la sociedad.

Lo anterior se aprecia en la Constitución de la República del Ecuador (2008), la Ley Orgánica de Educación Superior (2010) y su Reglamento; es importante destacar, que los cambios experimentados, van desde la selección de universidades, hasta la acreditación de las instituciones que cumplen con los requisitos determinados por los órganos de educación superior.

Entre los programas y acciones emprendidos por el Gobierno, que tienen mayor incidencia en la Educación Superior, se destaca el Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV), en él se presentan las políticas, líneas estratégicas y metas del gobierno para el periodo 2013-2017, sus objetivos fundamentales

están organizados en tres ejes: cambio en las relaciones de poder para la construcción del poder popular; derechos, libertades y capacidades para el Buen Vivir; y transformación económica-productiva a partir del cambio de la matriz productiva.

En el objetivo 4 del Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV 2013-2017), se plantea que:

"La educación no es un fin en sí mismo, es un proceso continuo y de interés público que integra todos los niveles de formación. El Sistema Nacional de Educación –que comprende la educación inicial y básica y el bachillerato– (art. 343) y el Sistema de Educación Superior (art. 350) están llamados a consolidar las capacidades y oportunidades de la población y a formar académica y profesionalmente a las personas bajo una visión científica y humanista, que incluye los saberes y las culturas de nuestro pueblo".

Es por ello que los procesos académicos de la universidad se deben constituir en respuestas a las demandas sociales, a través de la vinculación de los sectores productivos, laborales, sociales, profesionales y culturales; a través de la excelencia en el desarrollo de las actividades académica, investigativas y de vinculación, para poder contar con recursos humanos más calificados y competentes.

A raíz de esta situación, las transformaciones que se están llevando a cabo en la Educación Superior en el país de forma general, y en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM) en particular, responden a estos requerimientos; las acciones están dirigidas a perfeccionar el proceso de formación de los futuros profesionales, entre estas se tienen el rediseño curricular de las carreras, así como la evaluación y acreditación de las mismas.

En el caso de la carrera de Ingeniería Eléctrica, su perfeccionamiento ha estado centrado en los ejes de formación, donde se señala el de *Prácticas y Laboratorios* como uno de los fundamentales para contribuir al desarrollo de las competencias profesionales de sus estudiantes.

En el presente artículo se presenta los resultados de la experiencia desarrollada en la ULEAM para perfeccionar el eje de formación antes señalado, donde se ofrece una propuesta para la formación experimental de los estudiantes, consistente en la simulación del proceso de generación eléctrica por medio de la energía eólica y su manual de prácticas; considerando en el desarrollo del mismo, no sólo el uso de procedimientos y herramientas propias del ingeniero eléctrico, sino también un proceso de estudio que conlleva adquirir nuevos conocimientos; en este caso, el aprovechamiento de energías renovables de forma general y de la eólica en particular.

DESARROLLO

El aprovechamiento de las energías renovables

En la actualidad existen diferentes sistemas de generación eléctrica, de acuerdo a (Castells, 2012), se pueden clasificar en:

- Centrales basadas en combustibles fósiles.
- Centrales Nucleares.
- Centrales basadas en energías renovables.

Dentro de las primeras se tienen las termoeléctricas, instalación que produce energía eléctrica a partir de la combustión del carbón, fuel-oil o gas de una caldera diseñada para este efecto.⁵

Todas las centrales térmicas constan, en su forma más simple, de una caldera y de una turbina que mueve un generador eléctrico. La única diferencia entre ellas es el combustible, por lo que la caldera debe adaptarse al mismo.

Castells, (2012) las describe como, las que contribuyen mayoritariamente a los impactos ambientales. Las centrales térmicas de carbón, petróleo y gas natural, son responsables del calentamiento global, destrucción de la capa de ozono, acidificación, etc.

La energía nuclear surgió como solución a los problemas ambientales generados por las termoeléctricas, ya que produce mucha energía de forma continua y a un precio razonable y sin originar gases contaminantes.

Una central nuclear es una instalación que aprovecha el calor obtenido mediante la fisión de los núcleos de uranio para producir energía eléctrica (UNESA). Por consiguiente, las centrales nucleares tienen un reactor; es decir, una instalación que permite iniciar y controlar una reacción en cadena de fisión nuclear. El calor generado en dicha reacción se utiliza para convertir un líquido, generalmente agua, en vapor que de manera semejante a como ocurre en las centrales térmicas de combustibles fósiles, se emplea para accionar un grupo turbina-generador y producir así energía eléctrica.

El uranio es un mineral con alto poder calorífico, pero su utilización encuentra los peligros de la radiactividad y la contaminación que generan los desechos durante muchos años.

A diferencia de las anteriores, existen formas de generación eléctrica que no contaminan al medio ambiente, dentro de las cuales se tienen las centrales basadas en energías renovables. Según Vilorio (2013), este tipo de generación de energía eléctrica no cubre el 20% de la demanda mundial. En

⁵ Instituto Tecnológico de Canarias S.A.(2008)-Energías Renovables y eficiencia energética-Ed. ISBN 978-84-69093-86-3

este grupo de generación eléctrica, se destacan las siguientes:

- Hidráulica
- Fotovoltaica
- Eólica

Una *central hidroeléctrica* es una instalación en la que la energía potencial de gravedad del agua, es transformada en energía hidráulica.⁶

En este tipo de centrales es el agua el componente básico. Esta agua mediante corrientes naturales o artificiales y por efecto de un desnivel, transforma la energía cinética en energía mecánica, accionando un grupo de turbinas-alternador, que dará lugar a la producción de energía eléctrica (Rosas, 2009)

En las *centrales fotovoltaicas*, el elemento básico para generar electricidad (UNESA) es el conjunto de células fotovoltaicas, que captan la energía solar transformándola en corriente eléctrica continua mediante el efecto fotoeléctrico; así como en el caso de la energía eólica, durante la fase de generación de energía eléctrica a partir de sistemas fotovoltaicos, no se producen impactos ambientales significativos, únicamente se generan los residuos normales de las operaciones de mantenimiento e instalación (Xavier Elías Castells, 2012).

Por su parte las *centrales eólicas*, utilizan el viento como un recurso abundante, renovable y limpio para generar electricidad; además de ayudar a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, remplazando a las termoeléctricas a base de combustibles fósiles, lo que la convierte en un tipo de energía renovable o limpia.⁷

Debido a los objetivos del presente artículo, se profundizará un poco más en este tipo de generación de energía.

La energía eólica ha sido aprovechada desde la antigüedad para mover los barcos impulsados por velas o hacer funcionar la maquinaria de molinos al mover sus aspas. La energía del viento es utilizada mediante el uso de máquinas eólicas capaces de transformarla en energía cinética de rotación utilizable, ya sea para diversos trabajos (molinos de viento en la antigüedad) o para la producción de energía eléctrica (aerogeneradores); en este último caso, el sistema de conversión consta de un generador eléctrico (alternador) unido al sistema (rotor) y una conexión a la red eléctrica.

Para generar grandes cantidades de energía, los aerogeneradores se agrupan en grandes parques eólicos. Las concentraciones de varios aerogeneradores es necesaria para producir energía que pueda abastecer altas demandas de

⁶ Energy Terminology (2013) -A Multi-Lingual Glossary- Ed. World Energy Conference.

⁷ ECoticias.com / Red / Agencias, 08/02/2012, 12:32 h | (11028) veces leída-Fuente: www.ecoticias.com

consumo. Los parques eólicos se pueden situar en tierra o en el mar, siendo los primeros los más habituales, aunque los parques offshore (en el mar, alejado de la costa), han experimentado un crecimiento importante en los últimos años.

En el mundo existen países que generan mayor cantidad de energía eólica, para cubrir la demanda energética, de acuerdo a ecología hoy, en el 2011 se tenían los datos siguientes, los cuales hoy en día son mucho mayores:

China (45 GW) de electricidad proveniente de 80 granjas eólicas.

Estados Unidos (43 GW) de energía eléctrica gracias a sus 103 granjas eólicas.

Alemania (28 GW) de producción de energía, por sus 21607 turbinas eólicas.

España (21 GW) de electricidad, con lo cual cubre aproximadamente el 16% de la demanda total del país.

India (14 GW) de electricidad que cubre solamente el 1.6% de la demanda energética.

En el caso de Ecuador, en estudios realizados (Acosta, Alberto 2010 y 2014), así como en el PNBV 2013-2017, se refleja que en la actualidad el ecosistema es el más afectado con el sistema de generación eléctrica existente en el país, convirtiendo entonces el tema de la energía, es un sector estratégico para el gobierno ecuatoriano.

Para modificar el tema de generación eléctrica, se han desarrollado varios proyectos, hidráulicos fundamentalmente, entre los que se destacan codo codo Sinclair, Manduriacu, Minas San Francisco, Quijos, entre otros. De acuerdo al MEER, la energía eólica en el Ecuador, está siendo aprovechada en la Isla San Cristóbal con una capacidad de 2,4. Así mismo en la provincia de Loja, en el cerro Villonaco, con una potencia instalada de 16.5 MW. Además del proyecto recientemente inaugurado en la Isla Baltra con una capacidad de 2.25 MW.

A través del MEER, gracias a los últimos veinte años de progreso tecnológico, han desarrollado el "Atlas Eólico del Ecuador", el cual se ha elaborado mediante mapeo satelital, y permite conocer las zonas potenciales para el aprovechamiento energético en el Ecuador. Esta información constituye un valioso aporte para los sectores productivos público y privado del país con la finalidad de promover la inversión e investigación en el uso de la energía eólica como fuente energética renovable y no contaminante.

La energía eólica en la formación experimental de los ingenieros eléctricos de la ULEAM

La necesidad actual de buscar soluciones a futuros problemas energéticos y los constantes cambios tecnológicos, se vuelven un referente para los futuros

profesionales en Ingeniería Eléctrica, quienes deben cursar sus estudios con los respectivos recursos didácticos que permitan el aprendizaje teórico – práctico, lo cual vuelve imperiosa la implementación de un laboratorio, para el estudio y posterior aprovechamiento de las energías renovables. Los estudiantes de Ingeniería Eléctrica, se ven limitados a obtener este conocimiento, inconveniente que se ve reflejado en el área ocupacional; más aún, si se considera los esfuerzos del gobierno en el impulso de proyectos destinados al aprovechamiento de energías renovables.

La capacidad que tenga la ULEAM y por consiguiente la Facultad de Ingeniería, para preparar al futuro profesional de tal forma que pueda adaptarse a las necesidades de su entorno y contribuir al desarrollo económico y social, será lo que determine su calidad educativa, esto en base a la perspectiva de las políticas internacionales. En este sentido, la Facultad de Ingeniería cuenta con la infraestructura física, lo que evita incurrir en gastos para un nuevo laboratorio de prácticas; pues lo que se busca es el mejoramiento de los existentes, lo cual trascenderá en docentes y estudiantes, quienes deben enseñar y aprender sobre energías renovables, utilizando varios recursos de enseñanza-aprendizaje para contribuir con el proceso teórico – práctico dentro de la Facultad.

El proyecto propuesto permitirá incrementar los conocimientos del estudiante, forjando futuros profesionales capaces de desenvolverse en diferentes áreas tecnológicas, ya que obtendrán información especializada, material didáctico y equipos modernos para desarrollar las prácticas.

El mismo está estructurado en dos fases, en la primera se describe el proceso de conformación del equipo simulador de la energía eólica; y en la segunda se presenta el manual para el desarrollo de las prácticas de laboratorio, utilizando el equipo elaborado, lo cual perfecciona el eje de formación profesional Prácticas y Laboratorios de la carrera.

1ra Fase: Equipo simulador de la energía eólica

El equipo simulador para la generación eólica se encuentra conformado por:

- 1.- El Aerogenerador
- 2.- Simulador del viento (motor que provoca el giro necesario para mover las palas)
- 3.- Controlador de carga o Regulador de Voltaje
- 4.- Voltímetro DC
- 5.- Dimmer
- 6.- Batería 12 V
- 7.- Inversor 12V DC/110V AC

8.- Consola de Pruebas

9.- Conectores banana

Requerimientos para su implementación

1.- Espacio Físico.- Para determinar el espacio necesario que ocupará el simulador de generación eólica, debemos tomar en cuenta la dimensión que tienen algunos de los equipos que lo componen, tales como:

- a) Las aspas de la turbina eólica, siendo en gran medida el referente para determinar el espacio a ser utilizado, teniendo una dimensión de 1,20 cm. Siendo necesario este referente si se piensa utilizar dentro del laboratorio, ya que por seguridad, éstas han sido retiradas.
- b) Mesa de Trabajo, siendo el lugar de descanso del aerogenerador eólico, tiene una dimensión de 1,80 cm. de alto, 1,20 cm. de ancho y 70 cm. de profundidad.

2.-Punto Eléctrico. Para el funcionamiento del simulador eólico, es necesario contar con un punto eléctrico o toma corriente de 110V, el mismo que será utilizado para conectar el simulador de viento (motor asíncrono). Cabe indicar que este punto eléctrico será compartido con el simulador fotovoltaico.

3.-Número de componentes y esquema gráfico de conexión.- El número de componentes del simulador eólico no es más que la cantidad de equipos que lo conforman, es así que podemos detallar que se encuentra compuesto por: (1) simulador de viento, (1) Un aerogenerador conectado a (1) un controlador de carga, el que se conecta a (1) una batería, esta batería estará conectada a (1) un inversor de voltaje.



Figura: Esquema Gráfico del Montaje de los elementos que componen el Simulador Eólico

Fuente: El autor

Estudio de factibilidades

La Facultad de Ingeniería cuenta con laboratorios destinados al desarrollo de las prácticas estudiantiles, siendo uno de ellos el Laboratorio de Máquinas, Transformadores y Seguridad donde se plantea implementar este recurso didáctico.

Para comprobar la factibilidad de este proyecto, se realizó un análisis comprensivo de los resultados, operativos, técnicos y financieros.

- **Análisis operativo:** Se realizó un reconocimiento operativo de los equipos, para establecer los idóneos, los mismos que proporcionarán una fácil adaptación de uso entre el estudiante y este recurso de enseñanza aprendizaje.
- **Análisis técnico:** Se analizaron los recursos técnicos con los que cuenta la Facultad de Ingeniería, determinando entre los necesarios, el humano, el espacio, las herramientas, conocimientos, etc., para establecer si los que se poseen actualmente son suficientes o deben complementarse.
- **Análisis financiero:** se examinaron todos los recursos económicos necesarios para desarrollar las actividades e implementación del proyecto.

2da Fase: Análisis y diseño de prácticas en el laboratorio

El análisis se efectuó utilizando algunas técnicas de investigación, a continuación se presentan los resultados obtenidos:

1. Una vez que se aprobó el proyecto se procedió a realizar una visita a los laboratorios de la Unidad Académica, encontrando que el idóneo para acoger los equipos es el Laboratorio de Máquinas, Transformadores y Seguridad.
2. El Laboratorio de Máquinas, Transformadores y Seguridad, cuenta con el espacio suficiente para colocar el equipo simulador de energía eólica.
3. El laboratorio cuenta con las herramientas necesarias que se utilizarán en el desarrollo de las prácticas.
4. Los equipos adquiridos funcionarán al interior del laboratorio con la ayuda de otros equipos que simularán al viento; por lo que, será necesario conectarlos a la red eléctrica de 110V AC con la que cuenta el laboratorio.
5. Existe el recurso humano necesario para el cuidado y resguardo de los equipos en el laboratorio.

Luego de este análisis se procedió a desarrollar algunos de los temas para el desarrollo de las prácticas con la utilización del simulador eólico, para lo cual

se elaboró el "Manual de Prácticas para la Utilización del Equipo Simulador Eólico".

Este manual de prácticas contiene actividades elegidas como una forma de acercar al alumno a las aplicaciones que pueden ofrecer la energía eólica como fuente de generación eléctrica.

Objetivo General del Manual

Proporcionar al estudiante los conocimientos prácticos a través del desarrollo de actividades realizadas con los equipos que componen el simulador eólico.

Resultados de Aprendizaje Esperados:

- Conocimiento general de las precauciones o advertencias al manipular los equipos.
- Desarrollar las prácticas con la utilización de los equipos que componen el simulador eólico y fotovoltaico.
- Realizar el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de los equipos.

Precauciones y advertencias

- Por seguridad es recomendable realizar las prácticas en el laboratorio, retirando las palas del aerogenerador.
- Cuando sea utilizado fuera del laboratorio, realice las operaciones de instalación con vientos inferiores a 6 m/s.
- Nunca se coloque debajo de las palas durante las operaciones de instalación o mantenimiento.
- Durante el traslado fuera del laboratorio e instalaciones asegúrese de que el aerogenerador se encuentra frenado, con las tres fases cortocircuitadas y desconectado de la instalación eléctrica.
- Para realizar una instalación segura es recomendable hacerlo con al menos dos personas.
- Durante la instalación utilice equipamiento de seguridad y adecuado, tales como: casco, guantes, zapatos adecuados, gafas de seguridad, etc.
- Recuerde que el primer paso para asegurar una manipulación correcta de equipos peligrosos es poner todo interruptor de circuito, válvulas o mecanismo de aislamiento en posición visiblemente de apagado o desconectado.
- Antes de un traslado, evalúe si existe circuitos adicionales que abastecen otras partes de la zona de trabajo y bloquéelos, las piezas diferentes o adicionales a los equipos reciben su energía de

circuitos diferentes.

- No introducir objetos o extremidad de su cuerpo, mientras el aerogenerador se encuentre en marcha.
- Recuerde fuera del laboratorio, en prácticas externas, una vez en marcha el aerogenerador es muy importante tener presente que las palas se moverán con la fuerza del viento, tornándose peligrosa su cercanía al equipo si no se toman las medidas de seguridad antes detalladas, tales como: su posición y proximidad, velocidad del viento, equipo de seguridad, etc.

Desarrollo de Prácticas utilizando los equipos del simulador eólico

1. Comprobación de voltaje de salida del Aerogenerador.
2. Pruebas de voltaje con variaciones en el giro del rotor del Aerogenerador
3. Conexión del sistema eólico para obtener 12V DC
4. Conexión del sistema eólico para obtener 110V AC

Comprobación de voltaje de salida del Aerogenerador

Para el desarrollo de esta práctica es necesario detallar algunos pasos previos, los mismos que garantizarán el buen uso del simulador eólico, siendo:

- Primer paso, conectar las tres líneas de salida de corriente alterna del aerogenerador con las tres líneas de entrada de corriente alterna del controlador de carga o regulador de voltaje del aerogenerador.
- Segundo paso, Conectar las salidas de voltaje DC del aerogenerador con un voltímetro digital.



- Tercer paso, encender el simulador de viento, que para las prácticas en el laboratorio es un motor asíncrono, el mismo que hace girar el rotor del aerogenerador.

IMPORTANTE: Por seguridad en el laboratorio, para realizar las prácticas aquí descritas, se han retirado las palas del aerogenerador.

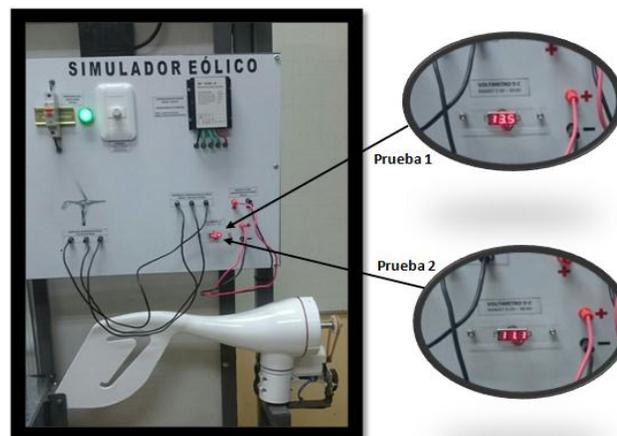
Pruebas de voltaje con variaciones en el giro del rotor del Aerogenerador

En esta práctica retomaremos los pasos descritos anteriormente hasta el tercer paso, para realizar las pruebas de voltaje con variaciones en el giro del rotor del aerogenerador.

- Primer paso, conectar las tres líneas de salida de corriente alterna del aerogenerador con las tres líneas de entrada de corriente alterna del controlador de carga o regulador de voltaje del aerogenerador.
- Segundo paso, Conectar las salidas de voltaje DC del aerogenerador con un voltímetro digital.
- Tercer paso, encender el simulador de viento, que para las prácticas en el laboratorio es un motor asíncrono, el mismo que hace girar el rotor del aerogenerador.
- Cuarto paso, utilizar el Dimmer para realizar variaciones de velocidad en el motor (simulador de viento). Estas variaciones se pueden verificar en el voltímetro digital así como se demuestra en la gráfica anterior.

Nota 1: Con la utilización del Dimmer variará el giro del rotor y por consiguiente el voltaje generado por el aerogenerador.

Nota 2: Si los giros sobrepasan la velocidad nominal del aerogenerador 12 m/s, el equipo se frena automáticamente (freno dinámico), para evitar el sobre voltaje que puede dañar la batería.



Conexión del sistema eólico para obtener 12V DC

Para realizarla esta práctica retomaremos los pasos ya descritos en la práctica anterior, hasta el tercero.

- Primer paso, conectar las tres líneas de salida de corriente alterna del aerogenerador con las tres líneas de entrada de corriente alterna del controlador de carga o regulador de voltaje del aerogenerador.
- Segundo paso, Conectar las salidas de voltaje DC del aerogenerador con un voltímetro digital.
- Tercer paso, encender el simulador de viento, que para las prácticas en el laboratorio es un motor asíncrono, el mismo que hace girar el rotor del aerogenerador.
- Cuarto paso, realizar una conexión desde la salida DC del aerogenerador a la batería.
- Quinto paso, regular el dimmer hasta lograr el voltaje deseado.

Nota: El aerogenerador está construido de fábrica para generar 12V y cuando el giro del rotor supera los 14.4V el aerogenerador se frena automáticamente para no causar daños a la batería. Este efecto se conoce como frenado dinámico.



Conexión del sistema eólico para obtener 110V AC

Para realizarla esta práctica retomaremos los pasos ya descritos en la práctica anterior, hasta el cuarto, con la variante que se conectan las baterías en paralelo.

- Primer paso, conectar las tres líneas de salida de corriente alterna del aerogenerador con las tres líneas de entrada de corriente alterna del controlador de carga o regulador de voltaje del aerogenerador.

- Segundo paso, Conectar las salidas de voltaje DC del aerogenerador con un voltímetro digital.
- Tercer paso, encender el simulador de viento, que para las prácticas en el laboratorio es un motor asíncrono, el mismo que hace girar el rotor del aerogenerador.
- Cuarto paso, realizar una conexión desde la salida DC del aerogenerador a las baterías conectadas en paralelo.
- Quinto paso, regular el Dimmer hasta lograr el voltaje estable en 12V.
- Sexto paso, conectar los terminales de las baterías con los terminales de entrada del inversor de voltaje 12VDC/110VAC.
- Séptimo paso, con la utilización de un voltímetro en AC (no incluido en la consola de pruebas) verificar los valores de voltaje en AC en los terminales de salida del inversor.

Nota: El gráfico de esta práctica es igual al que se encuentra en este manual con el nombre Esquema Gráfico del Montaje de los elementos que componen el Simulador Eólico.

Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de los equipos

Antes de realizar las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos, es necesario volver a recordar que pueden suponer un peligro para la seguridad personal y se realizarán tras haber parado o desconectado el equipo, haber comprobado la inexistencia de energías residuales peligrosas y haber tomado las medidas necesarias para evitar su puesta en marcha o conexión accidental mientras esté efectuándose la operación.

Dentro de las tareas de mantenimiento se deben distinguir entre el mantenimiento planificado o preventivo, no planificado o correctivo y el mantenimiento predictivo.

Mantenimiento preventivo

Dentro de este mantenimiento se deben poner énfasis al funcionamiento habitual o inusual y realizar tareas de:

- ✓ Inspección y ajustes de tuercas.
- ✓ Inspección de las palas.
- ✓ Inspección de los ejes.
- ✓ Inspección del alternador.
- ✓ Inspección de las conexiones eléctricas
- ✓ Prácticas habituales de marcha y pausa

Mantenimiento correctivo

Una vez determinado el mal funcionamiento de los equipos se realizarán tareas de:

- ✓ Reemplazo de las palas si éstas han sufrido daño.
- ✓ Reemplazo de partes y piezas de los dispositivos de conexión.
- ✓ Reemplazo de toma eléctrica, utilizada para el funcionamiento de algún componente que sirven para complementar la utilización del simulador.

Mantenimiento predictivo

Con el fin de evitar posibles averías o mal funcionamiento es necesario realizar las siguientes tareas:

- ✓ Reajustes de tornillos
- ✓ Engrasado de partes que sean necesarias engrasar
- ✓ Comprobación de la pintura para evitar oxido.
- ✓ Comprobación de los diversos componentes
- ✓ Revisar vida útil de los elementos.

CONCLUSIONES

Luego del estudio realizado, se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

La energía renovable se caracteriza por utilizar recursos como fuentes de energía inagotable, limpia y no contaminante con escaso impacto en el medio ambiente, convirtiéndose en la solución a los desafíos estructurales de la generación energética convencional: escases, dependencia y seguridad.

Una de sus representantes es la energía eólica, cuyo recurso renovable es el viento, utilizada para fines energéticos no genera gases contaminantes o emisiones de CO₂. En Ecuador, se han desarrollado algunos proyectos para la generación eléctrica a través de esta fuente, así como se ha creado el Atlas Eólico para continuar potenciando este tipo de energía.

La necesidad de potenciar la formación práctica de los Ingenieros Eléctricos en la ULEAM, en temas de energías renovables en general y de la eólica en particular, condujo a la implementación de un simulador eólico en los laboratorios de dicha carrera; contribuyendo al mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes en el eje de Práctica y Laboratorio, específicamente en el área de la tecnología de generación energética con la utilización de energía renovable.

Así mismo se logró diseñar un manual de prácticas, que fomentará en el estudiante interés en el campo de la energía eólica, sirviendo como apoyo para el desarrollo de trabajos de investigación, considerando además que la

tecnología empleada puede ser aprovechada para el desarrollo de proyectos que ayuden a mitigar los problemas existentes por la utilización del petróleo como fuente de generación energética, así como los problemas ambientales por los que estamos atravesando.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, A. (2010) Hacia la Declaración Universal de los Derechos de la Naturaleza. En: Aportes Andinos No. 27. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador; Programa Andino de Derechos Humanos, julio 2010. 4 p.
- Acosta, A. y Martínez, E. (2014) La Naturaleza entre la cultura, la biología y el derecho. En Revista Latinoamericana, Volumen 13, N° 38, 2014
- Barrera, M. F. (2010). Energía Solar: Electricidad Fotovoltaica. Liberfactory.
- Bridgewater, A. (2009). Energías alternativas. Handbook. Madrid: Paraninfo.
- Carpio, M. C. (2011). Energía Solar Fotovoltaica. España: Progensa.
- Casas Úbeda, J. M. (2007). Educación medioambiental. San Vicente Alicante: Editorial Club Universitario
- Castejón, A. Santamaría, G. (2012). Instalaciones Solares Fotovoltaicas. Madrid: Editex
- Castells, X. E. (2012). Aspectos medioambientales y demográficos relacionados con la Energía, Agua, Medioambiente, territorialidad y Sostenibilidad. Madrid: Ediciones Díaz de Santos
- EcologiaHoy. (2011). Recuperado el 3 de julio de 2015, de <http://www.ecologiahoy.com/los-5-paises-mas-eolicos>
- Escudero, J. M. (2008). Manual de energía eólica/ Guide to Wind Energy. México: Mundi-Prensa Libros.
- García, J. M. (2007). Energía Solar Fotovoltaica. Madrid, España: Fundación Confemetal.
- López, M. V. (2012). Ingeniería de la Energía Eólica. Barcelona: Marcombo S.A.
- Lozano, L. R. (2012). Programación organización y supervisión del aprovisionamiento y montaje de instalaciones de la energía eólica. España: Editorial Paraninfo.
- Martínez, A. P. (2008). Energía eólica. España: Universidad de Zaragoza.
- Martínez, P. R. (2010). Energía Solar Térmica. Barcelona: Marcocombo.
- MEER. Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. Recuperado el 1ro de julio de 2015. <http://www.energia.gob.ec>
- Nieves, A. A. (2011). Gestión del mantenimiento de instalaciones de energía eólica. Buenos Aires: Editorial Vértice.
- Rosas, R. M. (2009). Tecnología eléctrica. Catalunya: Upc Edicions.
- Sohr, R. (2011). Chao, petróleo el mundo y las energías del futuro. Chile: Penguin Random House Grupo Editorial.
- Talayero, A. (2008). Energía Eólica. España: Universidad de Zaragoza
- UNESA. Asociación Española de la Industria Eléctrica. Recuperado el 1ro de julio de 2015. <http://www.energia.gob.ec> <http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas/1349-central-nuclear>.
- Viloria, J. R. (2013). ENERGIAS RENOVABLES. LO QUE HAY QUE SABER. España: Ediciones Paraninfo.
- Xavier Elías Castells, J. G. (2012). Impactos ambientales y energía: Tratamiento y valoración energética de residuos. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.