

1. **Universidad de Quintana Roo**
2. **Actualización del Laboratorio de Ingeniería en Sistemas de Energía de la Universidad de Quintana Roo**
3. No. Convenio: 0727/19.
4. No. De Proyecto: 3547
5. Duración de proyecto: seis meses
6. Reporte de actividades desarrolladas en el proyecto con base en los objetivos y metas.

La solicitud de este proyecto fue autorizada oficialmente el 22 de julio de 2019, de acuerdo al oficio número 511/2019-1156-35 de la Subsecretaría de Educación Superior de la Dirección General de Educación Superior Universitaria, DGESU. La firma del convenio entre la DGESU y la Universidad de Quintana Roo (UQRoo) se concluyó a finales de octubre y a inicios de noviembre se iniciaron los procesos de compra (todos). Es pertinente hacer esta aclaración porque a la fecha, uno de los equipos solicitados no ha llegado a la UQRoo.

Cortadora láser CNC

El proyecto consistió en adquisición de equipo y materiales para actualizar el laboratorio de Ingeniería en Sistemas de Energía de la Universidad de Quintana Roo. Esta actualización de equipo permitirá ser más competitivos con la nueva oferta educativa a nivel superior que hay en la región sur del Estado de Quintan Roo. En primer lugar, se adquirió una cortadora láser CNC, que viene a completar el equipamiento para tener un área de diseño y manufactura asistidas por computadora competitiva a nivel nacional, ya que será posible realizar prácticamente cualquier prototipo enfocado en el aprovechamiento de las energías renovables, así como dar servicio al posgrado en Mecatrónica (PNPC) con el que cuenta la UQRoo.

Materiales y consumibles para construcción de prototipos

Dado que el enfoque que se le dio al proyecto fue desarrollo de prototipos para aprovechamiento de las energías renovables, se realizó la compra de materiales como MDF, triplay, alucobond, acrílico, Acrilnitrilo Butadieno Estreno (ABS en inglés), componentes electrónicos y herramienta menor, con la finalidad de construir los prototipos mencionados previamente. Esta actividad, estará relacionada con las asignaturas de los últimos semestres de la carrera de Ingeniería en Sistemas de

Energía. En las Figuras 1 a-d se observa el equipo adquirido, así como los materiales para la construcción de prototipos.

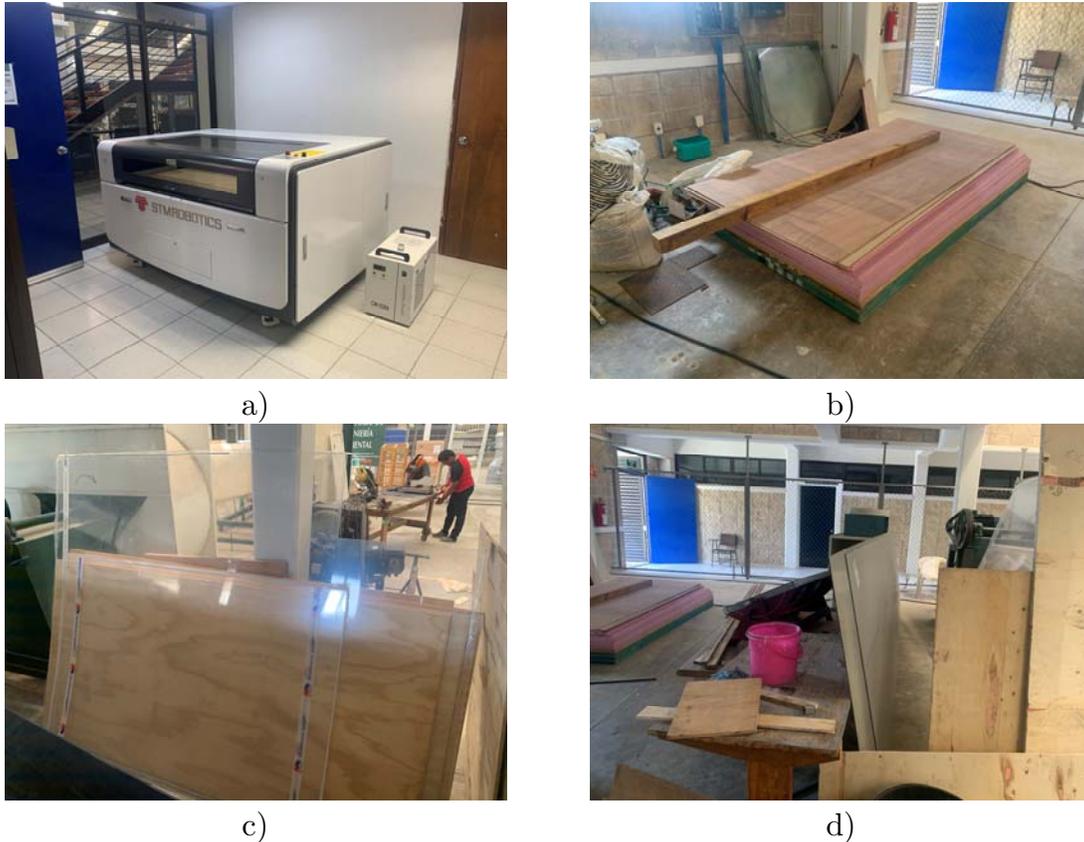


Figura 1. Cortadora laser y materiales para construcción de prototipos, a) cortadora láser CNC; b) triplay y foamular (espuma rígida aislante térmico); c) acrílico 3 y 6 mm y d) hojas de alucobond.

Sensores para túnel de viento (tubos de Pitot)

El siguiente equipo adquirido fue un sensor para medición de velocidad del viento en los túneles de viento con los que cuenta la universidad de Quintana Roo. Este equipo, mostrado en la Figura 2, permite evaluar la velocidad de viento en la cámara de pruebas de un túnel de viento y con este dato poder determinar los coeficientes de sustentación, arrastre y presión de perfiles aerodinámicos para aerogeneradores de baja potencia. Su funcionamiento es mediante diferencia de presiones entre la cámara de pruebas del túnel de viento y el ambiente (fuera de la cámara), las cuales se registran en un sistema de adquisición de datos. La velocidad del viento y la presión se relacionan mediante una ecuación de energía (Bernoulli), de la cual se puede calcular la velocidad de viento teniendo el valor de la presión dinámica en el

instrumento de medición. Actualmente se trabaja en dos tesis relacionadas con este tema y de uno de estos trabajos se obtuvo un artículo para revista nacional, se espera respuesta del dictamen. Se adjunta documento y correo electrónico con la recepción de este.



Figura 2. Anemómetro digital para medición de velocidad de viento, marca

Mesa de trabajo para PLC's

Otro equipo que mejorará el proceso de enseñanza aprendizaje, así como el desarrollo de competencias relacionadas con la domótica y mecatrónica, es la mesa de trabajo para controladores lógicos programables (PLC's). La mesa en conjunto con los equipos de PLC's, será empelada para el desarrollo de prácticas en las asignaturas como: Domótica y Mecatrónica. Será instalada en el interior del laboratorio de Electrónica. Este equipo aún no ha llegado a la UQRoo, pero se cuenta con una carta compromiso del proveedor de entregarla en la primera quincena de febrero, se adjunta documento. En la Figura 3 se muestra una imagen del equipo solicitado.

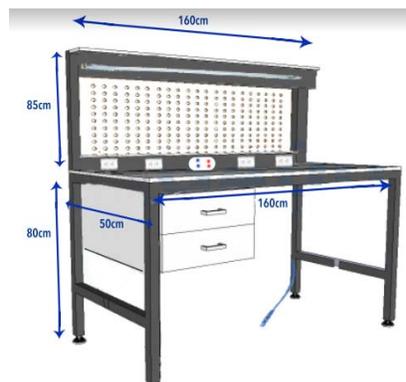


Figura 3. Mesa de trabajo para PLC's

Variadores de velocidad

Se adquirieron 4 variadores de velocidad marca Delta, dos de 2 HP y dos de 3 HP. Estos variadores de velocidad se utilizarán para habilitar el banco de motores en el área de eléctrica. Actualmente se tienen motores eléctricos, pero no es posible hacer prácticas de inversión de giro, arranques escalonados, variaciones de velocidad y variaciones de frecuencia. Este equipo viene a fortalecer el área de eléctrica del Programa Educativo de Ingeniería en Sistemas de Energía. En la Figura 4 se observan los variadores de frecuencia adquiridos, que ya se encuentran en el laboratorio. Este equipo se utilizará en las asignaturas de Máquinas Eléctrica I y II.



Figura 4. Variadores de frecuencia.

Filtros de línea

Se adquirieron filtros de línea, que convierten el voltaje cuadrado de salida del PWM que controla un motor, en una onda senoidal con bajo rizo, elimina el daño prematuro en los motores eléctricos, causado por sobre voltajes, altos niveles de dv/dt , sobrecalentamiento y pérdidas de corrientes de Eddy. Además, filtran el contenido armónico en convertidores de potencia y actúan como filtro de enlace para la interconexión de convertidores electrónicos y sistemas de corriente alterna (CA). Este equipo fortalece el laboratorio de Ingeniería en Sistemas de Energía, área eléctrica. Se usarán en las asignaturas como Electrónica I, Electrónica III, Circuitos Eléctricos II y Control Automático. En la Figura 5 se muestran los filtros de línea que se adquirieron.

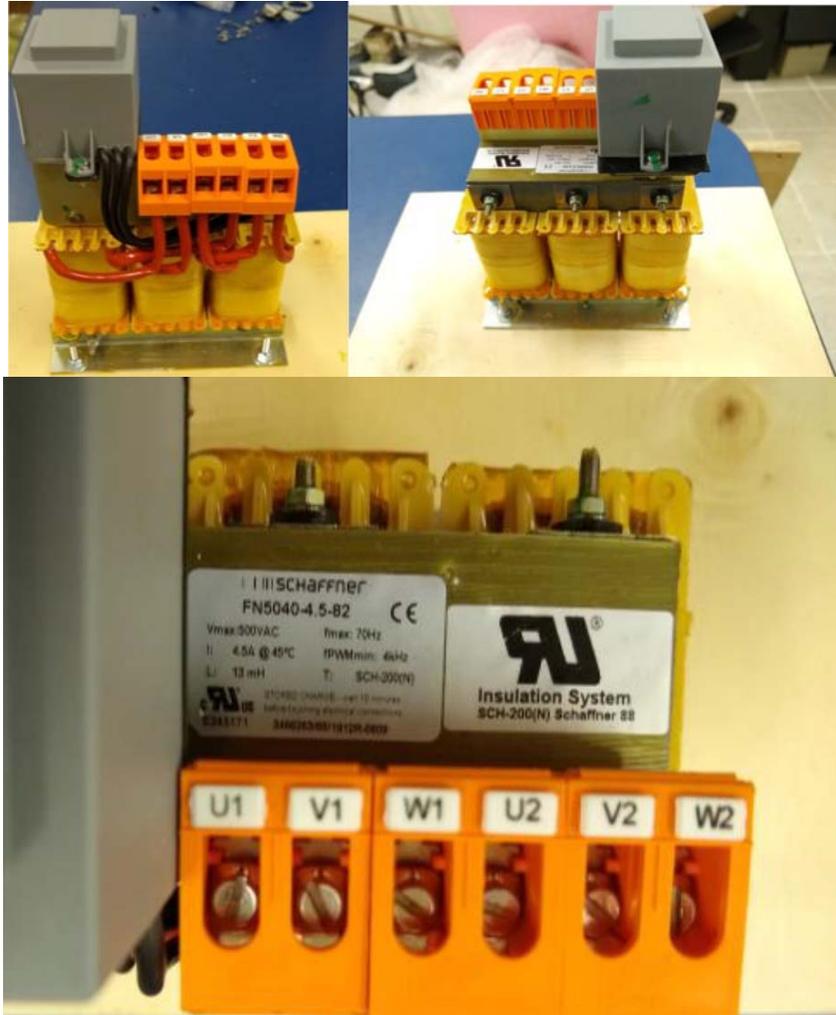


Figura 5. Filtros LC de onda sinusoidal FN 5040

Sistema de Adquisición de datos

Para la evaluación de perfiles aerodinámicos, es necesario conocer la velocidad del viento, variable que ayudará a determinar el valor de los coeficientes de arrastre, sustentación y presión. Para conocer la velocidad del viento en el tiempo, es necesario contar con un sistema de adquisición de datos, que almacena la información para posteriormente ser procesada y analizada. El equipo comprado es Keysight 34970A, con capacidad de tres tarjetas de medición con 16 canales cada una. En la Figura 6 se muestra el sistema de adquisición de datos comprado.



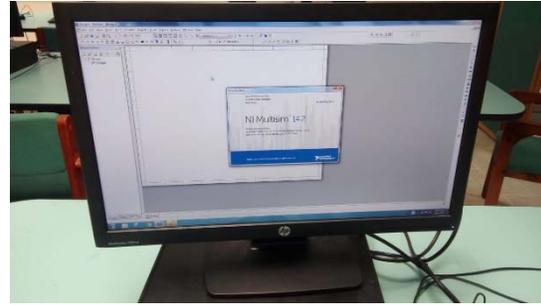
Figura 6. Sistema de adquisición de datos Keysight 34970A.

Software MultiSim

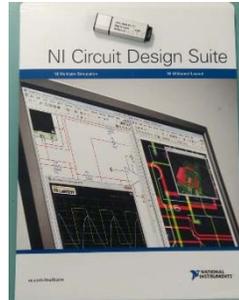
El software Multisim es un software estándar en la industria para diseño de circuitos y simulación SPICE (Simulation Program with Integrated Circuits Emphasis) para electrónica de potencia, analógica y digital en la educación e investigación. Multisim integra simulación SPICE estándar en la industria con un entorno esquemático interactivo para visualizar y analizar al instante el comportamiento de los circuitos electrónicos. Multisim tiene una interfaz intuitiva que ayuda a los profesores a reforzar la teoría de circuitos y a mejorar la teoría en todo el plan de estudios de ingeniería. Investigadores y diseñadores utilizan Multisim para reducir las iteraciones de prototipos PCB y ahorrar costos de desarrollo, añadiendo simulación potente de circuitos y análisis al flujo de diseño. En las Figuras 7 *a-c* se observan computadoras con el software instalado.



a)



b)



c)

Figura 7. Software multisim a) aula de cómputo con el software instalado; b) multisim versión 14.2; c) USB para instalación de multisim.

7. Describir las metas alcanzadas durante el ejercicio del proyecto

MA 1.1 Espacio habilitado para el proceso de enseñanza aprendizaje del Programa Educativo de ingeniería en Sistemas de Energía

A 1.1.1 Implementar un mecanismo innovador en el aprendizaje de la elaboración de prototipos por medio de la compra de equipo adecuado para tal propósito.

Se tiene el espacio habilitado para la cortadora laser CNC, sin embargo, debido a los tiempos de entrega del equipo, aún no está en funcionamiento. Se espera que la segunda quincena de febrero se encuentre en operación y con profesores capacitados en la operación eficiente del equipo.

A 1.1.2 Adquirir insumos suficientes para la utilización de la cortadora laser CNC, para la elaboración de prototipos didácticos que servirán para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje del alumno. Se desarrollarán prototipos didácticos para el aprovechamiento de las energías renovables.

MA 1.2 Proceso de enseñanza aprendizaje del Programa Educativo de Ingeniería en Sistemas de Energía.

A 1.21 Adquisición de infraestructura física para el equipamiento del laboratorio de Ingeniería en Sistemas de Energía.

Se cumplió la meta de equipar el área eléctrica y eólica del laboratorio de Sistemas de Energías Renovables. Se adquirieron cuatro variadores de frecuencia, dos filtros de línea y el software multisim. El área de eólica se vio beneficiada con la adquisición de un tubo de Pitot para medir la velocidad del viento en el área de pruebas del túnel de viento. Finalmente, se compró un sistema de adquisición de datos, que permitirá almacenar la información medida de variables como temperatura, velocidad de viento e irradiancia solar entre otras. El banco de motores se encuentra en proceso de implementación y utiliza los motores eléctricos, variadores de frecuencia y filtros de línea, para realizar prácticas del área eléctrica del Programa Educativo de Ingeniería en Sistemas de Energía.

8. Productos Académicos

Entregables

1. *Informe de resultados de implementación de talleres.* Este documento es el informe de resultados del proyecto.
2. *Memorias que incluyan los trabajos realizados en eventos académicos.* Se adjunta a este informe el borrador de artículo enviado al Congreso Nacional de Ingenieros Eléctricos, Electrónicos y Biomédicos del Mayab. Se esperan resultados del dictamen en enero de 2020.
3. *Documento de participación por la presentación de la investigación en Congresos Nacionales e Internacionales.* Se buscará un congreso nacional para la presentación de una ponencia en donde se muestre el diseño de prototipos didácticos para aprovechamiento de las energías renovables. Se adjunta un prototipo realizado previamente con tecnologías CAD/CAM de última generación, fuera de la UQRoo.
9. *Impacto académico.* Desde 2010, en la Universidad de Quintana Roo se ofertan cursos de robótica para niños, en donde se ha tenido de participación de más de 100 niños por año. En estos cursos, se compran robots didácticos que

utilizan los niños para realizar sus prácticas. Sin embargo, estos robots se tienen que comprar a proveedores externos. Con el equipamiento logrado en este proyecto, se tendrá la capacidad de desarrollar prototipos didácticos en la UQRoo. Además, las asignaturas de concentración profesional como Energía Eólica, Energía Solar Fotovoltaica, Resistencia de Materiales podrán utilizar la cortadora laser para el desarrollo de prototipos enfocados en el aprovechamiento de las energías renovables.

10. Actividades de apoyo complementarias. (no aplica)
11. Comentarios adicionales. El proyecto se encuentra concluido en lo referente a la adquisición de equipos, solo queda pendiente la instalación de la cortadora láser CNC, el banco de pruebas de motores eléctricos y la mesa de trabajo para PLC's.
12. Dr. Jorge Ovidio Aguilar Aguilar, Profesor Investigador Asociado C.
13. Mtro. Francisco Xavier López Mena, Rector.
14. 28 de enero de 2020.