



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS

"Francisco García Salinas"

COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

22/11/2016



Informes del Investigador: RAFAEL VILLELA VARELA Semestre: 1617snon

Registro: UAZ-2014-36586

Avance

90%

Proyecto

Sistema de monitoreo de radiación solar y energía eólica

Informes del proyecto		
Tipo de producción	Título	Fecha
Tesis de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica	Tesis: Sistema de monitoreo de velocidad del viento	11/11/2016
LIBRO	Análisis del comportamiento dinámico de un aerogenerador	15/11/2016
Tesis de Ingeniería Eléctrica	Tesis: Mantenimiento Eléctrico en el Aeropuerto Internacional de Zacatecas	18/11/2016
Tesis de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica	Tesis: Reporte de prácticas profesionales en la fabricación industrial de circuitos impresos	23/11/2016
Tesis de Ingeniería Eléctrica	Tesis: Reporte de Prácticas Profesionales realizadas en la CFE	25/11/2016
MEMORIAS Y MEMORIAS EN EXTENSO	Criterios de ajuste de reguladores para el accionamiento de motores trifásicos de inducción con convertidores electrónicos	28/11/2016
Tesis de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica	Tesis: Reporte de estudios de la Maestría en Tecnologías de la Información	29/11/2016

Aval Consejo de Unidad

Recibido de Investigación y Posgrado

**COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS**

**Informe semestral de proyecto de investigación**

**DATOS GENERALES**

**DATOS PERSONALES**

Nombre del investigador responsable: **Rafael Villela Varela**

Nombre de investigadores colaboradores:

**Aurelio Beltrán Telles**

**Claudia Reyes Rivas**

**Francisco Eneldo López Monteagudo**

**Alejandro Chacón Ruíz**

**Arturo Moreno Báez**

**Amando Castañeda Carrillo**

Título del proyecto de investigación:

**Sistema de Monitoreo de radiación solar y energía eólica**

Clave del Proyecto (registro UAZ):

**UAZ-2014-36586**

Fecha de inicio:

**Agosto 2014**

Fecha de término:

**Julio 2017**

Horas dedicadas al proyecto:

**10 Hs – s- m (SIN DESCARGA)**

Unidad Académica:

**Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica**

Periodo del Informe:

**Agosto - Diciembre 2016**

Teléfono y Fax:

**92 204 95**

Correo electrónico:

**wrrmx@yahoo.com.mx**

**AVANCE DEL PROYECTO**

Grado estimado de avance: 90 %

## **ACCIONES REALIZADAS:**

### **A.- Prototipo 1 "Sistema de medición de radiación solar"**

1. Diseño de un sistema de adquisición de datos de la radiación solar incidente. Es un sistema Data Logger basado en una tarjeta con microprocesador Arduino. Este sistema es capaz de sensor y medir al nivel de radiación solar, y posteriormente registrar la lectura correspondiente.
2. Se usa como sensor de la energía solar a un grupo de fotorresistencias que convierten el nivel de la radiación solar incidente en un valor de resistencia eléctrica que después se cambia a un voltaje de corriente directa que es proporcional a la radiación solar detectada.
3. Se usa al microprocesador Arduino para programar al sistema de detección, debido a su bajo costo y a su sencilla programación.
4. Este prototipo fue sometido a pruebas experimentales durante varios días, y fue capaz de leer a la radiación solar, registrando su valor en una base de datos, así como la fecha y hora de cada lectura.
5. El usuario del sistema puede consultar las lecturas realizadas por el sistema, ya sea en forma tabular o gráfica, usando el software Excel.

### **B.- Prototipo 2 "Sistema de medición de la velocidad del viento"**

1. Diseño de un sistema de adquisición de datos de la velocidad del viento. Es un sistema Data Logger basado en una tarjeta con microprocesador Arduino. Este sistema es capaz de sensor y medir a la velocidad eólica, y posteriormente registrar la lectura correspondiente.
2. Se usa al microprocesador Arduino para programar al sistema de detección, debido a su bajo costo y a su sencilla programación.
3. Se usa como sensor a un anemómetro de "cazoleta", que convierte la velocidad del viento en un tren de pulsos cuya frecuencia dependerá de la magnitud de esa velocidad. Esa frecuencia deberá ser detectada y medida con el sistema Data Logger.
4. Este prototipo fue sometido a pruebas experimentales durante varios días, y fue capaz de leer a la velocidad del viento, registrando su valor en una base de datos, así como la fecha y hora de cada lectura.
5. El usuario del sistema puede consultar las lecturas realizadas por el sistema, ya sea en forma tabular o gráfica, usando el software Excel.

## **RESULTADOS OBTENIDOS:**

1. El prototipo 1 ya se encuentra terminado y funcionando. Fue presentado en el examen profesional de los egresados de ICE que lo desarrollaron como proyecto de tesis.
2. El prototipo 2 ya se encuentra terminado y funcionando. Ya fue presentado en examen profesional de ICE.
3. Se diseñó y construyó la circuitería necesaria para amplificar la salida de los sensores de radiación solar (fotorresistencias) y de velocidad del viento (anemómetro) a los requerimientos de voltaje del Data Logger.
4. Se logró el diseño y la construcción del sistema Data Logger y su armado en una tarjeta Protoboard. El sistema se sometió a pruebas tanto con el anemómetro como con el piranómetro, y ya fue posible leer a las dos variables y registrar las lecturas en una base de datos. El programa de medición y registro se realizó en el microprocesador Arduino.
5. La base de datos que contiene a las lecturas en ambos sistemas permite al usuario consultar fácilmente la información de radiación solar y velocidad del viento como tabla y como gráfica.

## TRABAJO FUTURO:

1. Realizar pruebas para los prototipos de medición de radiación solar y velocidad de viento durante periodos más largos para determinar el desempeño de cada detector en condiciones reales de operación.
2. Se tiene planeado diseñar un sistema similar para medir el nivel de lluvia y otro para medir la temperatura ambiental.
3. Después de que funcionen adecuadamente todos los prototipos, se está planeando diseñar un sistema que incluya la medición de radiación solar, temperatura, nivel de precipitación pluvial, y velocidad del viento, para así configurar una estación meteorológica completa.
4. Se planea elaborar un artículo para cada tesis terminada que se logre en este proyecto.

## CONTRIBUCIÓN TÉCNICA:

Se tienen terminados al prototipo de monitoreo de radiación solar y al prototipo para la medición de la velocidad del viento. Cada prototipo tiene un sistema Data Logger basado en el microprocesador Arduino. Ambos prototipos pueden ser usados en otras tesis posteriores, o servirán como referencia para desarrollar otros sistemas de monitoreo ambiental.

## PRODUCTOS ACADÉMICOS DEL PROYECTO:

- Dos prototipos terminados y funcionando: el primero para la medición de la radiación solar, el segundo para la medición de la velocidad del viento.
- Dos tesis terminadas y presentadas en examen profesional.
- Tres tesis en proceso relacionadas con energías renovables.

## FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS:

### TESIS TERMINADA:

**Tesis 1: Título de la tesis: "Sistema de monitoreo de velocidad del viento".**

- Nombre de los tesistas: **Leonel Espinoza Carrillo y Felipe Antonio Gallegos Cruz.**
- Nivel de avance: 100 %
- Unidad Académica: **Ingeniería Eléctrica**
- Fecha de inicio: **Enero de 2015.**
- Fecha del examen profesional: **11 de Noviembre de 2016.**
- Nivel académico: **Licenciatura (Programa de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica)**
- Asesores: **Rafael Villela Varela y Claudia Reyes Rivas.**

### TESIS DIRIGIDAS EN PROCESO:

**Tesis 1: Título de la tesis: "Control de un seguidor solar biaxial, usando el microprocesador Arduino"**

- Nombre de los tesistas: **María Isabel Murillo Muñoz y Martín David Márquez González.**
- Nivel de avance: 95 %
- Unidad Académica: **Ingeniería Eléctrica**
- Fecha de inicio: **Enero de 2015.**
- Fecha estimada de término: **Febrero de 2017.**
- Nivel académico: **Licenciatura (Programa de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica)**

**Tesis 2: Título de la tesis: “Concentrador solar usado en la generación de energía eléctrica”**

- Nombre del tesista: **Gumaro Gallegos Nuñez**
- Nivel de avance: 85 %
- Unidad Académica: **Ingeniería Eléctrica**
- Fecha de inicio: **Marzo de 2015.**
- Fecha estimada de término: **Abril de 2017.**
- Nivel académico: **Licenciatura (Programa de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica)**

**Tesis 3: Título de la tesis: “Sistema de concentración de energía solar”**

- Nombre del tesista: **Jorge Luis Cosío Castañeda.**
- Nivel de avance: 85 %
- Unidad Académica: **Ingeniería Eléctrica**
- Fecha de inicio: **Abril de 2015.**
- Fecha estimada de término: **Mayo de 2017.**
- Nivel académico: **Licenciatura (Programa de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica)**

**PRODUCTOS ACADÉMICOS TERMINADOS COMPLEMENTARIOS AL PROYECTO:**

- **Análisis del comportamiento dinámico de un aerogenerador.** Libro publicado por la Editorial Académica Española, 15 de Noviembre de 2016. Autores: Francisco Eneldo López Monteagudo, Rafael Villela Varela, Lucila Graciano Gaytán, Claudia Reyes Rivas, y Alejandro Chacón Ruiz. ISBN: 978-3-8417-5387-8.
- **Criterios de ajuste de reguladores para el accionamiento de motores trifásicos de inducción con convertidores electrónicos.** Artículo aprobado para su presentación en el Congreso “Annual Meeting on Innovation, Technology and Engineering 2016” del Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos. Autores: Francisco Eneldo López Monteagudo, Rodolfo Arias García, Rafael Villela Varela, Claudia Reyes Rivas, y Alejandro Chacón Ruiz. El Congreso será en Coatzacoalcos, Veracruz del 28 de noviembre al 1 de diciembre de 2016. Están pendientes las memorias del Congreso y la publicación del artículo en una revista indexada.
- **Mantenimiento Eléctrico en el Aeropuerto Internacional de Zacatecas.** Tesis del Programa Académico de Ingeniería Eléctrica, elaborada por Erick Adrián Ramírez Caldera y Jhulian Emmanuel Rodríguez Muro. Asesores: Rafael Villela Varela y Francisco Eneldo López Monteagudo. Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, UAZ. Se presentó el examen profesional el día 18 de noviembre de 2016.
- **Reporte de Prácticas Profesionales en la fabricación industrial de circuitos impresos.** Reporte de Prácticas Profesionales del Programa Académico de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, elaborada por José Jairo García Conde. Asesores: Rafael Villela Varela y Eduardo García Sánchez. Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, UAZ. Se presentó el examen profesional el día 23 de noviembre de 2016.
- **Reporte de Prácticas Profesionales realizadas en la CFE.** Reporte de Prácticas Profesionales del Programa Académico de Ingeniería Eléctrica, elaborada por Ricardo Aguayo Canales.

Asesores: Rafael Villela Varela y Amando Castañeda Carrillo. Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, UAZ. Se presentará el examen profesional el día 25 de noviembre de 2016.

- **Reporte de estudios de la Maestría en Tecnologías de la Información.** Reporte de estudios de maestría del Programa Académico de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, elaborada por Luis Gerardo Jarero Trujillo. Asesores: Rafael Villela Varela y Francisco Eneido López Monteagudo. Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, UAZ. Se presentará el examen profesional el día 29 de noviembre de 2016.

Firma de aval del Responsable del Cuerpo Académico de Sistemas de Control y Comunicaciones



---

**M. en I. Claudia Reyes Rivas**

Firma de aval del Consejo de Unidad

---

**Dr. Jorge de la Torre y Ramos**

Firma del investigador responsable del proyecto

---

**Dr. Rafael Villela Varela**



Zacatecas, Zac. 23 de Noviembre de 2016.