

# Desarrollo e implementación de prototipo experimental para generación de energía eléctrica mediante una bicicleta estática y un generador eléctrico

V. A. Maciel-Soto<sup>1</sup>, N. Alvarado-Tovar<sup>2</sup>, R. Adame-Delgado<sup>3</sup>, J. Meza-Butrón<sup>4</sup> Gilberto Galván Aguirre<sup>5</sup>

**Resumen**—El presente trabajo consiste en el desarrollo de un prototipo experimental inicial para generar energía eléctrica mediante una bicicleta estática la cual tendrá montado un generador eléctrico. Para el desarrollo del prototipo se llevaron a cabo varias actividades como investigación de los beneficios que conlleva usar energías libres de contaminantes, como por ejemplo la energía en forma de movimiento, la cual es energía cinética de los cuerpos en movimiento. Otras actividades estuvieron relacionadas al diseño mecánico y electrónico, esto para que la energía cinética se puede transmitir a un sistema mecánico, y a su vez al generador de imanes permanentes acoplado en este. La energía eléctrica generada pasara por un controlador de carga antes de llegar a las baterías. Las baterías almacenarán la energía para después suministrarla a cargas. Dentro de los experimentos desarrollados se ha usado un variador de velocidad conectado a un motor de CA para simular el pedaleo de una persona. Con este prototipo, se busca tener que el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo tenga formas alternativas de generar energía para reducir, en lo más posible, el consumo de energía eléctrica y fomentar las tecnologías limpias.

**Palabras claves**—Energías, generador eléctrico, tecnologías limpias.

**Abstract**—The present work consists of the development of an initial experimental prototype to generate electrical energy by means of a static bicycle which will have mounted an electric generator. For the development of the prototype several activities were carried out as research into the benefits of using free energies of pollutants, such as energy in the form of movement, which is kinetic energy of bodies in motion. Other activities were related to mechanical and electronic design, so that the kinetic energy can be transmitted to a mechanical system, and in turn to the generator of permanent magnets coupled in it. The electrical energy generated will pass through a charge controller before reaching the batteries. The batteries will store the energy and then supply it to loads. Within the developed experiments, a variable speed drive connected to an AC motor has been used to simulate the pedaling of a person. With this prototype it is sought that the Instituto Tecnológico Superior de Lerdo has alternative ways of generating

electricity, to reduce as much as possible, the consumption of electric power and promote clean technologies.

**Keywords**— Energies, electric generator, clean technologies.

## I. INTRODUCCIÓN

La principal fuente de obtención de energía eléctrica a nivel nacional en México proviene de los hidrocarburos que para el año 2012 se importaron alrededor de 28'369,000 toneladas. El aumento de las emisiones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) es proporcional al porcentaje de azufre del combustible y a la cantidad de combustible usado para la generación de energía. El combustible usado en el territorio mexicano es en parte producido por las refinerías mexicanas (PEMEX) y otra parte es importada, tratando de abastecer la demanda. El porcentaje de azufre de la mezcla mexicana va del 3.3 – 3.9 % y para la mezcla importada ronda por 1.7 %. La contaminación ambiental es abundante dentro del país gracias a que la principal manera de obtención de energía es a partir de la combustión de combustibles fósiles. De acuerdo a datos reportados por el Sistema Meteorológico Nacional, la incrementación de temperatura se ha dado de manera clara anualmente, comparando con el año de 1961 hasta 2012[1].

En México se han desarrollado algunos trabajos relacionados a la generación de energía eléctrica mediante el pedaleo de una bicicleta estático o no estático. Uno de estos trabajos emplea una bicicleta no estática para generar energía eléctrica que será almacenada en una batería que está montada en esta. Una vez cargada la batería, esta se desmonta para poder usar su energía almacenada en la alimentación de otros dispositivos [2]. En otro trabajo se muestra el desarrollo el prototipo inicial para la generación de energía eléctrica mediante una bicicleta estática instalada en un gimnasio [3].

En otras partes del mundo se han desarrollado prototipos en

<sup>1,2,3,4,5</sup>Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, Dpto. de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Av Tecnológico S/N Col Periférico, Cd. Lerdo, Dgo. CP 25150

<sup>1</sup> V. A. Maciel-Soto (c14231137@gmail.com).

<sup>2</sup> N. Alvarado Tovar (nalvarado@itslerdo.edu.mx)

<sup>3</sup> R. Adame-Delgado (radame@itslerdo.edu.mx)

los cuáles está involucrada una bicicleta estática o elíptica para generar electricidad [4] [5].

En la actualidad lo que se busca es disminuir el consumo de energía del INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR DE LERDO con la generación de energías eléctrica a través de energía cinética; ya que el consumo ha estado aumentando por el ingreso de una gran cantidad de alumnos, y aunque en el instituto se cuentan con programas para reducir el consumo de energía y generar una cultura en el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica para contribuir con el desarrollo sustentable, esto no es suficiente. Por lo que se ha optado por desarrollar prototipos que sean capaces de generar energías eléctricas mediante energía renovales como lo que sucede a través del movimiento, ya que serán sustentables a largo plazo mediante generadores y paneles solares.

## II. DESCRIPCION TECNICA DE LOS ELEMENTOS

### A. Bicicleta de spinning Nordika.

Este tipo de bicicletas fueron diseñadas para que una persona se pueda ejercitar pero en este proyecto se le dará un segundo uso mientras la persona se esté ejercitando puede generar una gran cantidad de energía cinética la cual será aprovechada con otro dispositivo el cual generara energía eléctrica, la figura 1 muestra la bicicleta usada en el prototipo.



Figura 1 Bicicleta estática

### B. Batería de ciclo profundo Cale Solar CL-31-T-700.

La batería CALE SOLAR (Figura 2) es libre de mantenimiento para aplicaciones de ciclo profundo y está diseñada específicamente para aplicaciones fotovoltaicas. Voltaje 12 V, CA=875 A, CCA=700 A y CR=190 min.



Figura 2 Batería.

### C. Controlador de carga ProStar-30 Controlador de carga.

Este dispositivo es el encargado de cargar la batería de la manera correcta, también se encarga de la descarga de la batería, este dispositivo ayuda a que la batería prolongue su vida útil. La figura 3 muestra el controlador de carga.



Figura 3 Controlador de carga.

### D. Generador AMATEK.

La función principal de este dispositivo (figura 4) es la generación de energía, para que el dispositivo genere un voltaje es necesario hacer girar la flecha del generador, el voltaje dependerá de la velocidad con la que esta sea girada. Ofrece 38 Vdc nominal y una corriente máxima de 12 A.



Figura 4 Generador eléctrico

E. Inversor samlexpower

Inversor de 120W cuya función es convertir 12v DC en 120V AC para después ser utilizado con diferentes dispositivos. La figura 5 muestra el inversor.



Figura 5 Inversor

F. Variador de velocidad GS2-10P5

Este dispositivo fue utilizado para hacer girar la fecha del generador y poder tener un voltaje constante en la salida del generador. ¼ hp a 1 hp, 115 VAC (Entrada de una sola fase). La figura 6 muestra el variador.



Figura 6 Variador de velocidad.

III. METODOLOGÍA

En la figura 7 y 8 se muestra el esquema general del prototipo de las etapas principales de la metodología, respectivamente.

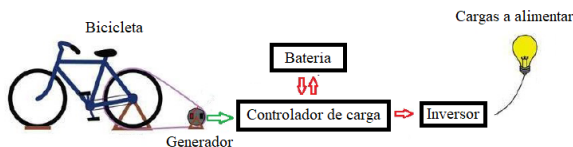


Figura 7 Esquema general del prototipo experimental



Figura 8 Metodología propuesta

A. Prueba de componentes.

En esta etapa de la metodología consistió en probar cada componente involucrado en el desarrollo del prototipo, es decir, el generador, el controlador de carga y la pila, principalmente.

B. Variador de velocidad + Generador

En esta etapa se llevó a cabo una caracterización del funcionamiento del generador eléctrico mediante el uso del variador de velocidad y un motor trifásico, esto con para simular el pedaleo de una persona.

Para llevar cabo esta etapa se realizaron las siguientes acciones:

- Instalación eléctrica.
- Acoplamiento del generador al motor trifásico.
- Configuración de los parámetros del variador de velocidad.
- Puesta en operación

En la figura 9 se muestra el diagrama eléctrico empleado para realizar la instalación eléctrica.

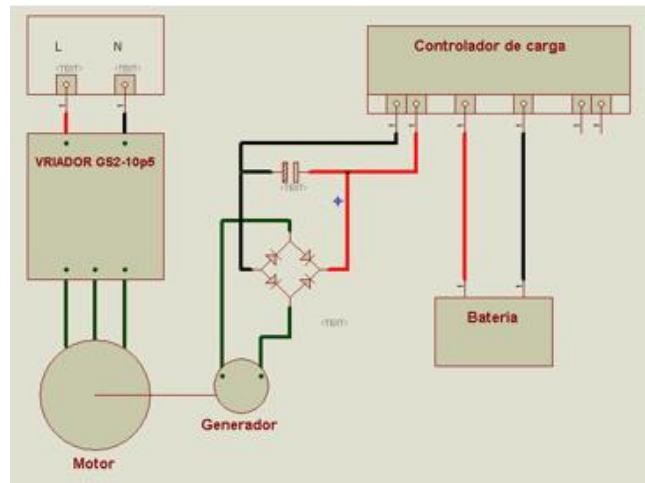


Figura 10 Diagrama eléctrico variador + generador

Los parámetros principales del variador que se configuraron se muestran en la tabla 1.

Tabla 1 Parámetros Variador

| GS2-<br>parametros | Descripción                     | Rango   | Default                                    |
|--------------------|---------------------------------|---|--|
| P0.00              | Voltaje de la placa del motor   | 115V/230V:<br>200/208/220/230/240<br>460V:<br>380/400/415/440/460/480<br>575V: 380 to 637 | 240<br>480<br>575                          |
| P0.01              | Amp del motor                   | Unidad de amperios nominales X .3 a 1.0   | Conductor clasificado Amperios x 1.0<br>60 |
| P0.02              | Frecuencia base del motor       | 50/60/400   |  |
| P0.03              | RPM de la base del motor        | 375 to 9999 RPM   | 1750                                       |
| P3.00              | Fuente de comando de operación  | 00: Operación determinada por teclado digital.  | 00   |
| P4.00              | Fuente de comando de frecuencia | 00: Frecuencia determinada por teclado. potenciómetro                                     | 00   |

*C. Diseño mecánico*

Se diseña el sistema mecánico para acoplar la llanta de la bicicleta estática con el generador.

La figura 12 muestra el diseño con el que se ha estado trabajando.

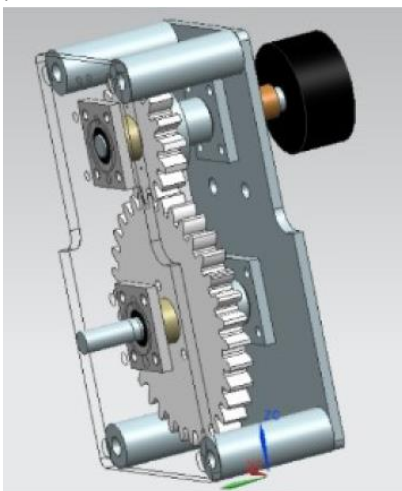


Figura 12 Diseño mecánico

*D. Montaje de componentes*

Esta etapa consistió en el montaje de todos los componentes involucrado en el proyecto:

- Montaje del sistema mecánico en la bicicleta.
- Montaje del generador al sistema mecánico
- Conexión de eléctrico de generador, pilar, controlador de carga e inversor.

IV. RESULTADOS

La figura 11 muestra el montaje del generador al motor trifásico, además de la operación del variador.



Figura 11 Motor trifásico y generador

Le montaje de los componentes principales del prototipo se muestran en la figura 12.

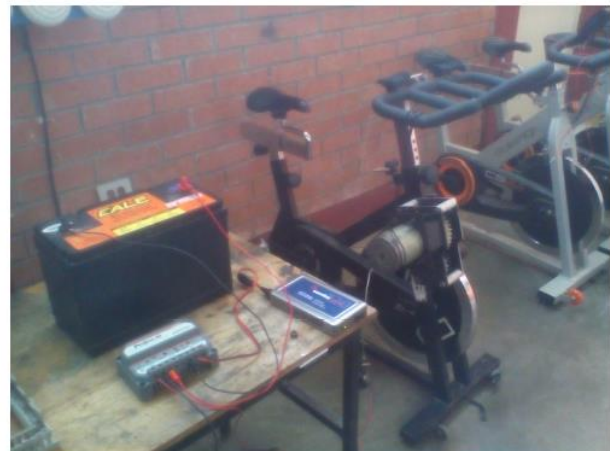


Figura 12 Montaje de componentes

Los siguientes datos muestran algunos resultados obtenidos a partir del uso del variador de velocidad con las siguientes cargas (figura 13):

- Resistencia de 150 ohms.
- Tira de leds
- Taladro



Figura 13 Cargas Empleadas

La tabla 2,3 y 4 muestran los datos con las tres cargas.

Tabla 2 Resultados resistencia 150 ohms

| RPM | V     | I      | P       |
|-----|-------|--------|---------|
| 100 | 1.92  | 0.016  | 0.03072 |
| 200 | 5.35  | 0.0436 | 0.23326 |
| 300 | 8.77  | 0.071  | 0.62267 |
| 400 | 11.8  | 0.096  | 1.1328  |
| 500 | 15.5  | 0.1253 | 1.94215 |
| 600 | 18.9  | 0.153  | 2.8917  |
| 700 | 22.2  | 0.18   | 3.996   |
| 800 | 25.85 | 0.21   | 5.4285  |
| 900 | 29.3  | 0.238  | 6.9734  |

Tabla 3 Resultados tira de leds

| RPM | V    | I     | P      |
|-----|------|-------|--------|
| 100 | 2.2  | 0.005 | 0.011  |
| 200 | 5.4  | 0.019 | 0.1026 |
| 300 | 8.8  | 0.049 | 0.4312 |
| 400 | 11.9 | 0.093 | 1.1067 |
| 500 | 15.6 | 0.116 | 1.8096 |
| 600 | 18.9 | 0.134 | 2.5326 |
| 700 | 22.3 | 0.154 | 3.4342 |
| 800 | 25.7 | 0.173 | 4.4461 |
| 900 | 29.2 | 0.194 | 5.6648 |

Tabla 4 Resultados taladro

| RPM | V     | I     | P        |
|-----|-------|-------|----------|
| 100 | 0.09  | 0.336 | 0.03024  |
| 200 | 0.28  | 1.003 | 0.28084  |
| 300 | 0.358 | 1.516 | 0.542728 |
| 400 | 1.57  | 1.919 | 3.01283  |
| 500 | 3.11  | 2.318 | 7.20898  |
| 600 | 4.9   | 2.726 | 13.3574  |
| 700 | 6.275 | 3.084 | 19.3521  |
| 800 | 14.68 | 3.445 | 50.5726  |
| 900 | 16.26 | 3.898 | 63.38148 |

## V. DISCUSIÓN, CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

En el presente trabajo muestra el desarrollo de un prototipo experimental para generar energía eléctrica a partir de la energía cinética generado por una persona al pedalear una bicicleta estática. El sistema mecánico empleando para conectar mecánicamente está conformado por sistema de engranes. Con este sistema se transmite el movimiento circular a circular, donde la rueda es la encargada de transmitir la velocidad y potencia, y de ella al engranaje dentado. Con los componentes descritos en este trabajo se

lograron resultados con diferentes cargas, tal como se muestran en las tablas 2,3 y 4. A partir de los experimentos realizados con el prototipo experimental, se puede tener el conocimiento y un prototipo real en un futuro no muy lejano que permita generar la energía eléctrica a partir del pedaleo, y que está pueda ser aplicada en una oficina o salón del Instituto.

## VI. AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Tecnológico Superior de Lerdo por brindar la oportunidad de seguir creciendo profesionalmente y a mis asesores por brindarme todo el apoyo para la realización de este artículo.

## VII. REFERENCIAS

- [1] Rodríguez, L. A, Rodríguez, J. F y Velázquez, J.D (2015). "Proyecto bicicleta generadora de energía eléctrica para alumbrado público", presentado en Segundo Concurso ViveconCiencia 2015. <https://www.viveconciencia.com/2018/docs/2.pdf>
- [2] Rueda Alcalá, J.A. (2017). Análisis para la recuperación de energía cinética no aprovechada por medio del rin de una bicicleta. Tesis para obtener el grado de ingeniero mecánico, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Azcapotzalco, Instituto Politécnico Nacional.
- [3] Espinoza., Jiménez, O. E. y Martínez, B. I. (2017). Energía eléctrica generada por magnetismo para el uso en un gimnasio. Tesina para obtener el título de técnico en máquinas con sistemas automatizados, Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No.9 Juan de Dios Bátiz, Instituto Politécnico Nacional.
- [4] Velásquez, R. (2015). Desarrollo de un sistema de generación eléctrica eficiente a partir de propulsión humana con base en una bicicleta estática. Trabajo de grado para optar el título de: Tecnólogo mecánico, Facultad De Tecnologías Escuela de Tecnología Mecánica Pereira, Universidad Tecnológica de Pereira.
- [5] Peña, W. F. y Nieto, O. A. (2016). Diseño de un sistema de conversión de energía mecánica a eléctrica a partir de dos máquinas de gimnasio (Elíptica Y Bicicleta Estática). Proyecto integral de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico, Facultad de Ingenierías Programa de Ingeniería Mecánica, Fundación Universidad de América.

## VIII. BIOGRAFÍA

**Víctor Antonio Maciel Soto.** Nació el 21 de agosto de 1996. Obtuvo la licenciatura en Ingeniería en Electrónica en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, en cd. Lerdo Durango, México en el año 2018.



**M.C. Noé Alvarado Tovar.** Nació en la Ciudad de Torreón, Coah. México el 11 de julio de 1978. Egresado del Instituto Tecnológico de la Laguna de la carrera de Ingeniería Electrónica en el año 2000. Obtuvo el grado de Maestría en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica en el Centro de Graduados del Instituto Tecnológico de la Laguna, ubicado en la ciudad de Torreón, Coah. México, en el año de 2006, en la especialidad en Control de Robots Manipuladores. Actualmente está en la etapa final del sus estudios de doctorado en la Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España. Actualmente labora en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, desempeñando el puesto de Investigador-Docente, en el Departamento de

Investigación y Desarrollo Tecnológico y en la División de Ingeniería Electrónica respectivamente, el instituto se encuentra ubicado en la ciudad de Lerdo, Dgo. México. Cuenta con experiencia profesional en el ramo de la automatización industrial, robótica, control electrónico. Sus actuales líneas de investigación incluyen: Mecatrónica, robótica, automatización industrial, control de movimiento, comunicaciones industriales y electrónica de control y de potencia.



**Ing. Raymundo Adame Delgado**, nacido en Durango Dgo. el día 04 de enero de 1973. Se graduó de la Ingeniería Industrial Mecánica, con especialidad en Térmica, en el Instituto Tecnológico de Durango. Estudio la Maestría en Educación en la Universidad Interamericana para el Desarrollo, en Gómez Palacio, Dgo. Él actualmente labora en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo en la carrera de

Electromecánica, y en la Universidad Politécnica de Gómez Palacio en la especialidad de Ingeniería en Tecnologías de Manufactura. Ha participado en el desarrollo de los prototipos “Convertidor de energías”, “Ciclo Rankine”, “Protector Solar para Auto” y “Bobinadora de mínimo Error”. Líneas de Investigación de interés: Automatización y Procesos de Manufactura.

**Juan Meza Butrón**. Nació el 28 de febrero de 1996. Actualmente alumno de Ingeniería Electromecánica en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, en cd. Lerdo Durango.

**Gilberto Galván Aguirre**. Nació el 31 de octubre de 1996. Actualmente alumno de Ingeniería Electromecánica en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, en cd. Lerdo Durango.