

ISSN 2523-6873

Volumen 3, Número 12— Octubre — Diciembre - 2019

Revista de Ingeniería Innovativa



ECORFAN-Perú

Editor en Jefe

MIRANDA - TORRADO, Fernando. PhD

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Revista de Ingeniería Innovativa, Volumen 3, Número 12, de Octubre a Diciembre 2019, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Perú. La Raza Av. 1047 No.-Santa Ana, Cusco-Perú. Postcode: 11500. WEB: www.ecorfan.org/republicofperu, revista@ecorfan.org. Editor en Jefe: MIRANDA - TORRADO, Fernando. PhD. ISSN 2523-6873. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 31 de Diciembre 2019.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional de defensa de la competencia y protección de la propiedad intelectual.

Revista de Ingeniería Innovativa

Definición del Research Journal

Objetivos Científicos

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Ingeniería y Tecnología, en las Subdisciplinas Diseño de sistemas de producción, Gestión de calidad en los productos, Investigación de operaciones, Simulación informática, Cadenas de suministros, Certificación de calidad, Hidrometeorología.

ECORFAN-México S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

Alcances, Cobertura y Audiencia

Revista de Ingeniería Innovativa es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Perú, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de la Diseño de sistemas de producción, Gestión de calidad en los productos, Investigación de operaciones, Simulación informática, Cadenas de suministros, Certificación de calidad, Hidrometeorología con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ingeniería y Tecnología. El horizonte editorial de ECORFAN-Mexico® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

Consejo Editorial

LÓPEZ - HERNÁNDEZ, Juan Manuel. PhD
Institut National Polytechnique de Lorraine

MEJÍA - FIGUEROA, Andrés. PhD
Universidad de Sevilla

DIAZ - RAMIREZ, Arnoldo. PhD
Universidad Politécnica de Valencia

ROBLEDO - VEGA, Isidro. PhD
University of South Florida

CENDEJAS - VALDEZ, José Luis. PhD
Universidad Politécnica de Madrid

DE LA ROSA - VARGAS, José Ismael. PhD
Universidad París XI

LARA - ROSANO, Felipe. PhD
Universidad de Aachen

LÓPEZ - LÓPEZ, Aurelio. PhD
Syracuse University

GUZMÁN - ARENAS, Adolfo. PhD
Institute of Technology

HERNÁNDEZ - PRIETO, María de Lourdes. PhD
Universidad Gestalt

Comité Arbitral

GONZÁLEZ - LÓPEZ, Juan Miguel. PhD
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

URBINA - NAJERA, Argelia Berenice. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

GONZALEZ - MARRON, David. PhD
Instituto Tecnológico de Pachuca

VALENZUELA - ZAPATA, Miguel Angel. PhD
Universidad Autónoma Metropolitana

ALONSO - CALPEÑO, Mariela J. PhD
Instituto Tecnológico Superior de Atlixco

LUGO - DEL ANGEL, Fabiola Erika. PhD
Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

LICEA - SANDOVAL, Guillermo. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

FERREIRA - MEDINA, Heberto. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

ALCALÁ - RODRÍGUEZ, Janeth Aurelia. PhD
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

GARCÍA - VALDEZ, José Mario. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

AGUILAR - NORIEGA, Leocundo. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

Cesión de Derechos

El envío de un Artículo a Revista de Ingeniería Innovativa emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Perú considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.

Declaración de Autoría

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación del Artículo y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor del Artículo.

Detección de Plagio

Todos los Artículos serán testeados por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandara a arbitraje y se rescindirá de la recepción del Artículo notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

Proceso de Arbitraje

Todos los Artículos se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homologo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceania. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

Área del Conocimiento

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de Diseño de sistemas de producción, Gestión de calidad en los productos, Investigación de operaciones, Simulación informática, Cadenas de suministros, Certificación de calidad, Hidrometeorología y a otros temas vinculados a las Ingeniería y Tecnología.

Presentación del Contenido

Como primer artículo presentamos, *Prototipo de sistema fotovoltaico conectado a red eléctrica: Diseño, caracterización e implementación*, por MEJIAS-BRIZUELA, Nildia, BRIÓN-GONZÁLEZ, Rosa, RAMÍREZ-LUGO, Arturo y OROZCO-GUILLÉN, Eber, con adscripción en la Universidad Politécnica de Sinaloa, como segundo artículo presentamos, *Prototipo electrónico simple y de bajo costo para rastreo de vehículos basado en GPS*, por MORALES-HERNÁNDEZ, Maricela, CABALLERO-JULIAN, Franco Gabriel, WONG-DÍAZ, Antonio Erick y AGUILAR-ORTIZ, Gabriela, con adscripción en el Instituto Tecnológico de Oaxaca, como tercer artículo presentamos, *Diseño y construcción de un pico-satélite educativo CanSat tipo rover denominado EagleSat V2.1*, por MANCILLA-CEREZO, Josue, PALACIOS-GARCIA, Ana Cristina, PÉREZ-LOPEZ, Adriana y JIMENEZ-GONZALEZ, Diane Grace, con adscripción en el Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca y el Instituto Tecnológico Superior de Teziutlan, como último artículo presentamos, *Rediseño de un triciclo de carga pesada, libre de contaminación*, por MORALES-HERNÁNDEZ, Maricela, VILLALOBOS-NOLASCO, Marco Antonio, DIAZ-SARMIENTO, Bibiana y MINGÜER-ALLEC, Luz María, con adscripción en el Instituto Tecnológico de Oaxaca.

Contenido

Artículo	Página
Prototipo de sistema fotovoltaico conectado a red eléctrica: Diseño, caracterización e implementación MEJIAS-BRIZUELA, Nildia, BRIÓN-GONZÁLEZ, Rosa, RAMÍREZ-LUGO, Arturo y OROZCO-GUILLÉN, Eber <i>Universidad Politécnica de Sinaloa</i>	1-8
Prototipo electrónico simple y de bajo costo para rastreo de vehículos basado en GPS MORALES-HERNÁNDEZ, Maricela, CABALLERO-JULIAN, Franco Gabriel, WONG-DÍAZ, Antonio Erick y AGUILAR-ORTIZ, Gabriela <i>Instituto Tecnológico de Oaxaca</i>	9-16
Diseño y construcción de un pico-satélite educativo CanSat tipo rover denominado EagleSat V2.1 MANCILLA-CEREZO, Josue, PALACIOS-GARCIA, Ana Cristina, PÉREZ-LOPEZ, Adriana y JIMENEZ-GONZALEZ, Diane Grace <i>Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca</i> <i>Instituto Tecnológico Superior de Teziutlan</i>	17-23
Rediseño de un triciclo de carga pesada, libre de contaminación MORALES-HERNÁNDEZ, Maricela, VILLALOBOS-NOLASCO, Marco Antonio, DIAZ-SARMIENTO, Bibiana y MINGÜER-ALLEC, Luz María <i>Instituto Tecnológico de Oaxaca</i>	24-31

Prototipo de sistema fotovoltaico conectado a red eléctrica: Diseño, caracterización e implementación

Prototype of photovoltaic system connected to electrical network: Design, characterization and implementation

MEJIAS-BRIZUELA, Nildia^{1†*}, BRIÓN-GONZÁLEZ, Rosa², RAMÍREZ-LUGO, Arturo³ y OROZCO-GUILLÉN, Eber¹

Universidad Politécnica de Sinaloa, ¹Unidad Académica de Ingeniería en Energía, ²Maestría en Enseñanza de la Ciencia, ³Unidad Académica de Ingeniería en Mecatrónica

ID 1^{er} Autor: Nildia, Mejias-Brizuela / ORC ID: 0000-0003-2973-473X, CVU CONACYT ID: 253092

ID 1^{er} Coautor: Rosa, Brión-González / ORC ID: 0000-0001-8116-5250, CVU CONACYT ID: 940784

ID 2^{do} Coautor: Arturo, Ramírez-Lugo / ORC ID: 0000-0002-5863-3105

ID 3^{er} Coautor: Eber, Orozco-Guillén / ORC ID: 0000-0001-9309-252X, CVU CONACYT ID: 252917

DOI: 10.35429/JOIE.2019.12.3.1.8

Recibido Agosto 27, 2019; Aceptado Noviembre 30, 2019

Resumen

Se presenta el diseño de un prototipo de un sistema solar fotovoltaico interconectado a red eléctrica basado en el Estándar del CONOCER EC 0586.01 con el cual estudiantes de Universidades Politécnicas y otras instituciones educativas con carreras de energías renovables y afines adquieran el conocimiento teórico-práctico de la tecnología debido a que es imperante ya este tipo de formación académica para lograr profesionales más competitivos. El diseño se realizó empleando el software SolidWorks®, de dimensiones adaptables a pequeños espacios pequeños y de fácil transportación por su bajo peso. Su implementación consiste en las conexiones entre componentes y la correspondiente a red eléctrica y determinar la aceptación por los usuarios mediante cuestionarios aplicados. La caracterización radica en adquirir datos en tiempo real de parámetros físicos y eléctricos mediante herramienta computacional diseñada, las curvas características de paneles solares en función de la irradiancia solar recibida y gráficos de producción energética del sistema fotovoltaico. Finalmente el uso de la red eléctrica para abastecer una carga eléctrica no cubierta por el prototipo de sistema fotovoltaico interconectado.

Sistema fotovoltaico, Prototipo, Certificación

Abstract

We present the design of a prototype solar photovoltaic system interconnected to the electrical network based the Standard CONOCER Mexico EC 0586.01 with which students from Polytechnic Universities and other education institutes technological of renewable energy acquire the theoretical-practical knowledge of photovoltaic technology, for so that students professionals more competitive. The prototype is designed using SolidWorks® software, is design for small space by the dimensions that have and is easy transportation because it does not weigh. The implementation consist in connections between components and the corresponding connections to the electrical grid and determine the acceptance by users through questionnaires applied. The characterization consist in acquired real-time physical and electric parameters by computational tool designed, the graphs of characteristic curves of solar panels as function of solar irradiance and graphics of energy production of the photovoltaic system. Finally the use of the electricity network to supply an electric demand not covered by the prototype of grid interconnected photovoltaic system.

Photovoltaic system, Prototype, Certification

Citación: MEJIAS-BRIZUELA, Nildia, BRIÓN-GONZÁLEZ, Rosa, RAMÍREZ-LUGO, Arturo y OROZCO-GUILLÉN, Eber. Prototipo de sistema fotovoltaico conectado a red eléctrica: Diseño, caracterización e implementación. Revista de Ingeniería Innovativa. 2019. 3-12: 1-8

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: nmejias@upsin.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer Autor.

Introducción

Dado que el territorio mexicano cuenta con una irradiación solar media diaria anual de 5.5 kWh/m²/día y superior a 8.0 kWh/m² por formar parte del cinturón solar, desde el año 2014 es uno de los primeros cinco países más atractivos para la inversión extranjera en proyectos de energía solar fotovoltaica (ProMéxico, 2015) lo que ha permitido que el desarrollo de esta tecnología en los últimos años vaya en aumento.

De igual forma, el esquema de interconexión a la red eléctrica mediante balance neto para la generación de energía eléctrica fotovoltaica a pequeña escala (Secretaría de Energía, 2007) ha permitido por los beneficios que brinda un incremento en la generación distribuida, así en enero 2019 la capacidad de generación eléctrica fue de 496 MW basado en instalaciones en residencias y comercios, lo que implicó un incremento aproximado del 50 % con lo instalado en 2018 (40 mil) las instalaciones realizadas en 2017 (27 mil) y mucho mayor respecto a las realizadas en el 2016 (12 mil) (Solar Depot, 2019). Al mismo tiempo, también se cuenta con una base sólida en la manufactura de paneles solares por empresas mexicanas y extranjeras (ProMéxico, 2015,2017).

Este crecimiento vertiginoso de la tecnología fotovoltaica motivó al gobierno mexicano y empresarios en el año 2015 a establecer un alto nivel de desempeño de los profesionistas y/o personas encargadas de las instalaciones para garantizar la competitividad económica, el desarrollo educativo y el progreso social, por lo que a través del Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER) establecieron el Estándar de Competencias EC 0586 y en el 2017 el EC 0586.01 que evalúa la metodología basada en normas y especificaciones técnicas mexicanas vigentes para la instalación de sistemas fotovoltaicos interconectados a red eléctrica en residencia, comercio e industria.

El fondo sectorial CONACyT-SENER brindó apoyo en el 2017-2018 para la certificación de estudiantes de energías renovables, profesores y técnicos de Universidades Politécnicas y Tecnológicas (ProMéxico, 2017).

La certificación en esta tecnología brinda a los estudiantes en energías uno de los beneficios más importante para todo joven que es una oportunidad sobresaliente de integrarse al mercado laboral y la movilidad en el mismo debido a que muchas empresas instaladoras con apoyo del Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica (FIDE) y transnacionales solicitan dicha certificación.

Bajo este contexto, las Universidades Politécnicas y Tecnológicas donde incursiona un gran número de jóvenes para estudiar ingeniería en energía o energías renovables deben garantizar el conocimiento práctico de estas tecnologías para el fortalecimiento del capital humano en función de las necesidades industriales, sociales y de crecimiento de país, pero no todas ellas cuentan con equipos e instrumentos para hacerlo dado que todavía son costosos aún más si son gabinetes integrados, por lo que es necesario desarrollar prototipos funcionales que garanticen tal fin.

El objetivo de este proyecto es el diseño y la implementación de un prototipo para la interconexión a red eléctrica de un sistema solar fotovoltaico (SFIR) que permita la enseñanza, formación y adquisición de competencias teórico-prácticas en estudiantes de energía referente a la generación de la energía fotovoltaica, su conversión y distribución y las formas de utilización de la tecnología.

A partir de la metodología de proyecto didáctico y la bottom-up se presenta el diseño del prototipo y de un pequeño programa computacional para la adquisición de datos y gráficos de parámetros importantes; la caracterización de componentes del SFIR, así como la generación de energía eléctrica y su aprovechamiento para la alimentación de cargas. Finalmente, la implementación del prototipo a través del acompañamiento pertinente del docente en el desarrollo de actividades prácticas por dos grupos de estudiantes del quinto cuatrimestre de ingeniería en energía.

El prototipo está compuesto por módulos que se integran, tiene dimensiones y peso adaptable a pequeños espacios, componentes de calidad industrial, una estación de trabajo móvil con paneles solares a los que se adaptan equipos para medición de parámetros físicos y eléctricos, conectores de color para distinción de polaridad, interruptores, contador de energía, inversor para conexión a la red, cargas variables, medidor bidireccional, protecciones AC/DC, una caja de herramientas, manuales técnicos de los componentes, de instalación y de trabajo práctico que permiten desarrollar las competencias teórico-prácticas y laborales para cumplir los estándares de calidad.

Esta investigación pretende contribuir en el área de las energías renovables al desarrollo de prototipos didácticos de calidad como una estrategia de ahorro en comparativa con productos comerciales para la enseñanza de la tecnología solar fotovoltaica; como una estrategia atractiva para la incursión de estudiantes en investigación colaborativa y participativa; como una estrategia diferente de aprendizaje donde docente-alumno construyen juntos un nuevo conocimiento desde la particularidad de cada uno; como estrategia para la solución de problemas reales del área fotovoltaica; como herramienta para desarrollar la metodología de instalación descrita en el EC 0586.01.

Metodología

Está basada en el “*método de proyectos didácticos*” con participación activa de estudiantes de ingeniería en mecatrónica e ingeniería en energía y profesores para llevar a cabo las etapas mencionadas, así como la evaluación en cada fase y en la totalidad del proyecto partiendo del *saber hacer* del estudiante pero también a partir de lo que necesita aprender.

Diseño

Es el eje central para llevar a cabo el prototipo seguido de la verificación del funcionamiento de sus componentes interconectados. Se basó en una metodología para diseños pequeños, ya que el prototipo de SFIR tiene una potencia nominal entre 500 y 1000 W y es la metodología Bottom-Up (Franco, M. 2017).

Previo, se realizó un prediseño que consistió en determinar las entradas (todos los componentes del SFIR, radiación solar y temperatura ambiente) y las salidas (cargas eléctricas como luminarias y/o electrodomésticos). El prototipo está conformado por tres partes que se integran mediante módulos.

1.- Una estación móvil compuesta por dos paneles solares fotovoltaicos silicio monocristalino de 250 W \pm 5% de potencia nominal fijado cada uno a una base metálica

2.- Tablero eléctrico que consiste en una lámina metálica sobre una base metálica fija, pintada con pintura electrostática y en la cual se integran los otros componentes fundamentales del SFIR: inversor de 600 W de potencia nominal para conexión a red eléctrica, medidor bidireccional de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) Mexico, encargado de registrar la energía eléctrica producida por los paneles solares inyectada a la red de distribución de CFE así como la suministrada por la red para suplir cargas eléctricas que no cubre el SFIR (Galván G., 2019), cargas variables y su contador de energía, interruptores, conectores y protecciones eléctricas.

Para el diseño de este tablero se consideró las dimensiones y peso de cada componente integrante y se empleó el software SolidWorks® professional. Tiene dimensiones de aproximadamente 1.0 m de alto por 1.0 m de ancho lo que hace que pueda adaptarse a una mesa o en pequeños espacios de laboratorios de docencia y su peso hace que pueda transportarse fácilmente de un lugar a otro para efectos de certificación fuera de laboratorios. La Figura 1 muestra el diseño.

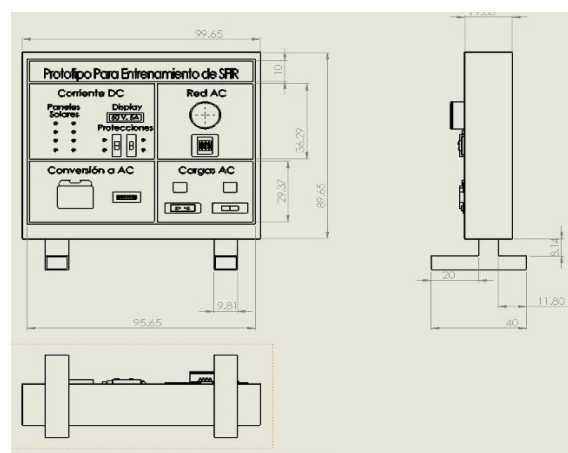


Figura 1 Diseño del tablero eléctrico que conforma el prototipo del SFIR

Fuente: *Elaboración Propia*

MEJIAS-BRIZUELA, Nildia, BRIÓN-GONZÁLEZ, Rosa, RAMÍREZ-LUGO, Arturo y OROZCO-GUILLÉN, Eber. Prototipo de sistema fotovoltaico conectado a red eléctrica: Diseño, caracterización e implementación. Revista de Ingeniería Innovativa. 2019.

A su vez en la parte frontal se divide en cuatro módulos que se integran mediante cables de conexión: Corriente DC (corriente directa proveniente de los paneles solares), Conversión AC (Corriente alterna obtenida a través del inversor), cargas variables (luminarias, electrodomésticos) y red eléctrica (medidor bidireccional). Toda la demarcación se realizó mediante serigrafía.

Todos los componentes son de calidad industrial y dispuestos para conexión mediante las especificaciones establecidas en el estándar EC 0586.01 y en la NOM NOM-001-SEDE-2018 de instalaciones eléctricas (CCNNIE y SENER, 2018).

La Figura 2 muestra el diseño de las conexiones eléctricas con sus respectivas protecciones del SFIR.

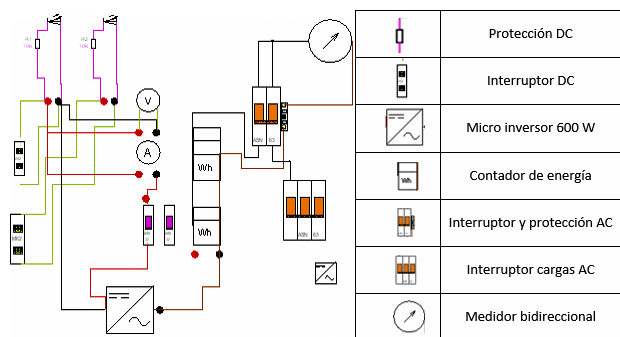


Figura 2 Diagrama eléctrico del prototipo de SFIR
Fuente: *Elaboración Propia*

3.- Caja de herramientas con instrumentos de medición de mano tales como: brújula, inclinómetro, pinza amperimétrica DC/AC, multímetro y vatímetro digitales, desatornilladores y los manuales técnicos de los equipos (piranómetro, analizador de panel fotovoltaico, microinversor) de instalación del SFIR y el de actividades prácticas a realizar.

Para la adquisición y representación gráfica de datos experimentales arrojados por el prototipo se diseñó una herramienta computacional utilizando lenguaje de programación Python ejecutable en el entorno de programación Spyder (Lutz L., 2018). La Figura 3 muestra parte del código de programación.

```
tempF.append(temp)
pressure.append(P)
drawnow(self.makeFig2)
plt.pause(.000001)
self.cnt=self.cnt+1
if(self.cnt>50):
    tempF.pop(0)
    pressure.pop(0)

def makeFig2(self): #Create a function that makes a
plt.ylim(200,300)
plt.title('Monitoreo de señales')
plt.grid(True)
plt.ylabel('Voltaje (V)')
plt.plot(tempF, 'ro-', label='Voltaje')
plt.legend(loc='upper left')
plt2=plt.twinx()
plt2.ylim(200,300)
plt2.plot(pressure, 'b^-', label='Amperaje (A)')
plt2.set_ylabel('Amperaje')
plt2.ticklabel_format(useOffset=False)
plt2.legend(loc='upper right')
```

Figura 3 Código de programación utilizando Python para la adquisición de datos experimentales arrojados por el prototipo de SFIR

Fuente: *Elaboración Propia*

Caracterización

Se determinaron parámetros físicos y eléctricos de los paneles solares bajo condiciones de trabajo experimental, es decir, irradiancia solar y temperatura de celda diferentes a 1000 W/m² y 25°C respectivamente medidos en días de verano a diferentes ángulos de inclinación. Para ello, se les fija un piranómetro portátil Kimo modelo SL 200 para medición de la irradiancia solar global captada una vez ubicados en un lugar libre de sombras y orientados al sur.

También se les conecta un analizador fotovoltaico (Prova 210) para determinar parámetros eléctricos básicos (Vmaxp, Imaxp, Vca, Icc) y la curva característica corriente-voltaje (IV), potencia-voltaje (PV). Mediante la herramienta computacional se obtuvieron datos ambientales de los paneles solares (temperatura-presión) y la puesta en marcha del SFIR determinando la energía consumida por las cargas variables anexadas a través del contador de energía y el funcionamiento del mismo a través del medidor bidireccional.

Implementación

El prototipo se dispuso en una mesa del laboratorio de energía y la implementación se realizó a través de una prueba piloto que involucro dos grupos de estudiantes (60 en total) de la asignatura Sistemas Fotovoltaicos con Laboratorio del quinto cuatrimestre de Ingeniería en Energía. El grupo 1, previo a realizar trabajo práctico de instalación conforme al estándar EC 0586.01 y mediciones eléctricas en un SFIR de 10 kW de potencia nominal ubicado en techo de edificio de la Universidad, tuvo entrenamiento en el tablero haciendo uso de los manuales correspondientes.

MEJIAS-BRIZUELA, Nildia, BRIÓN-GONZÁLEZ, Rosa, RAMÍREZ-LUGO, Arturo y OROZCO-GUILLÉN, Eber. Prototipo de sistema fotovoltaico conectado a red eléctrica: Diseño, caracterización e implementación. Revista de Ingeniería Innovativa. 2019.

Mientras que, el grupo 2, fue directamente a actividades prácticas en el SFIR de 10 kW de potencia nominal y luego al tablero de entrenamiento del prototipo. Para la evaluación se emplearon como técnicas y/o instrumentos de investigación la entrevista, la observación y el cuestionario.

La entrevista se realizó a los profesores de la asignatura teórica y la asignatura práctica relacionada con los sistemas fotovoltaicos y asignaturas con contenido de circuitos eléctricos para determinar lo relevante a evaluar en las rúbricas y cuestionarios aplicados a los usuarios del prototipo. La observación, cuyos instrumentos de investigación fueron registros escritos por parte de los estudiantes, fotografías, videos y rúbricas de evaluación a los usuarios y el cuestionario para determinar la escalas de opinión de los usuarios del prototipo de SFIR.

Primero se aplicó a todos los estudiantes de los dos grupos de trabajo una rúbrica que evaluó por parte de un grupo de profesores certificados en el EC 0586.01 el desempeño de los estudiantes en función de los saberes aprendidos y después se aplicó un cuestionario diseñado en función de la escala de Likert (Méndez L., Peña J., 2007), con 10 preguntas a un grupo de 32 estudiantes seleccionados al azar del total inscrito en la asignatura y con una duración de 10 minutos. Los datos colectados fueron tabulados y tratados para realizar análisis estadístico descriptivo.

Resultados

La Figura 4 muestra el diseño del prototipo del sistema fotovoltaico interconectado a red eléctrica con todos los componentes que lo integran y los módulos de trabajo.



Figura 4 Prototipo de sistema fotovoltaico interconectado a red eléctrica con todos los componentes que lo integran
Fuente: Elaboración Propia

La Figura 5 presenta la interfaz gráfica que permite almacenar parámetros ambientales y eléctricos en tiempo real y su respectiva gráfica o exportarlos a un archivo Excel para que el estudiante construya el gráfico.

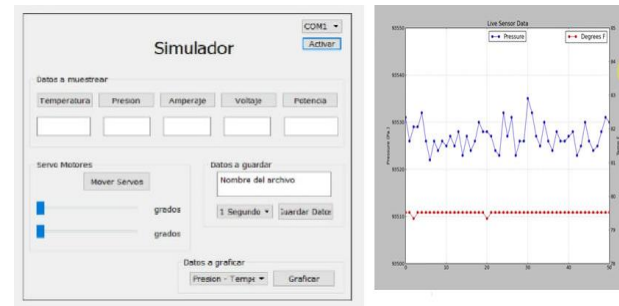


Figura 5 Interfaz gráfica para adquisición de parámetros
Fuente: Elaboración Propia

La caracterización de la estación móvil del prototipo se muestra en el Gráfico 1, Figura 6 y Figura 7. El Gráfico 1 determina la relación que existe entre la energía eléctrica fotovoltaica generada y la irradiancia solar captada por uno de los dos paneles solares base silicio monocristalino durante un tiempo determinado en un día de verano (soleado-nublado) para posteriormente ser entregada a la red eléctrica.

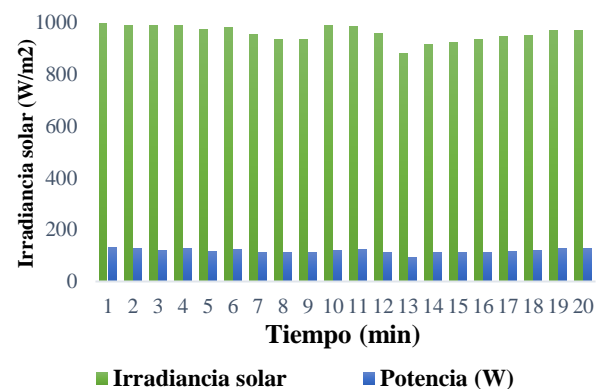


Gráfico 1 Potencia producida por un panel solar del prototipo de SFIR monocristalino de 250 W respecto a la irradiancia solar captada
Fuente: Elaboración Propia

Ambas mediciones se determinaron con el piranómetro portátil y el Prova 210 respectivamente a una temperatura promedio ambiental de 30°C:

La Figura 6 muestra la curva IV, mientras que, la Figura 7 muestra la curva PV del panel solar base silicio monocristalino seleccionado, medidas ambas a diferentes valores de irradiancia solar y temperatura promedio ambiental de 30°C y ángulo de inclinación fijo.

Se muestra que tanto la corriente como la potencia eléctrica son directamente proporcional a la radiación solar incidente sobre el panel solar, mientras que el voltaje es aproximadamente constante. Esto le permite al estudiante corroborar los conocimientos teóricos impartidos en el aula de clases.

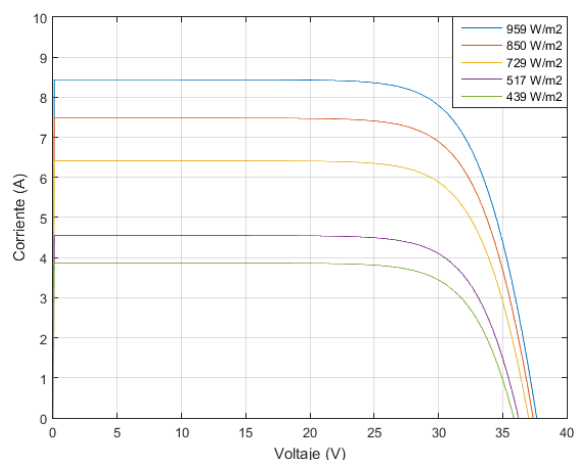


Figura 6 Curva IV característica de panel solar monocristalino de 250 W perteneciente a la estación móvil del prototipo de SFIR respecto a la irradiancia solar captada a 30 °C y ángulo de inclinación fijo

Fuente: *Elaboración Propia*

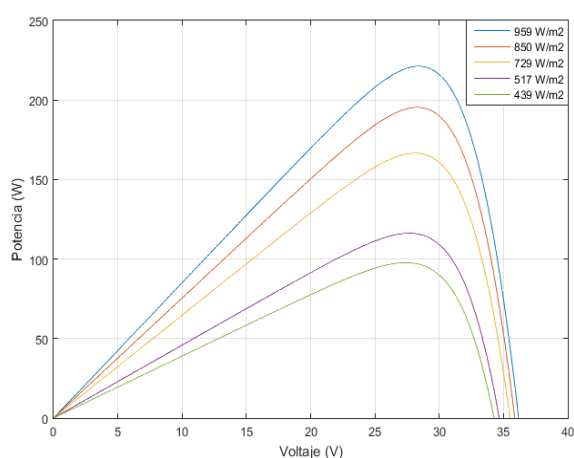


Figura 7 Curva PV característica de panel solar monocristalino de 250 W perteneciente a la estación móvil del prototipo de SFIR respecto a la irradiancia solar captada a 30 °C y ángulo de inclinación fijo

Fuente: *Elaboración Propia*

La caracterización referente a la puesta en marcha de todos los componentes que integran el prototipo de SFIR se realizó conectando cargas variables, una DC compuesta por dos lámparas de 75 W cuyo consumo eléctrico pueda ser suministrado por la energía eléctrica generada por el SFIR y la otra.

Un artefacto eléctrico (cafetera con una potencia de 800 W) cuyo consumo eléctrico sea ahora suministrado por la red eléctrica de CFE con el fin de que el estudiante adquiera el conocimiento de las aplicaciones de la tecnología fotovoltaica, excedentes suministrados a red, ventajas, desventajas, la interconexión a red eléctrica, todo a partir de las capacidades desarrolladas durante las experiencias prácticas realizadas.

El Gráfico 2 muestra la energía eléctrica generada por los dos paneles solares de la estación móvil del prototipo de SFIR, el consumo eléctrico del artefacto y la energía suministrada por la red eléctrica para compensar la potencia real del artefacto.

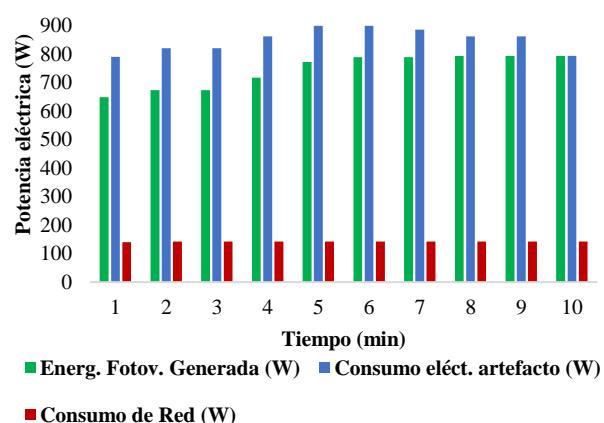


Gráfico 2 Caracterización del prototipo de SFIR a través del consumo eléctrico de un artefacto cubierto tanto por los paneles solares del y la red eléctrica CFE

Fuente: *Elaboración Propia*

Referente al impacto en los dos grupos de trabajo al utilizar el prototipo a partir de las actividades prácticas realizadas se tiene el siguiente análisis descriptivo de acuerdo al tratamiento estadístico de los datos

1.- El 90% de los estudiantes encuestados manifiestan estar completamente de acuerdo con el entrenamiento realizado en el prototipo porque adquirió las capacidades y habilidades prácticas requeridas de manera sencilla por el conocimiento previo de los circuitos eléctricos, conexión de componentes, etc. descritos en el manual de prácticas y de instalación, lo que le brindo confianza y motivó para llevar a cabo la instalación fotovoltaica interconectada a red de 10 kW de potencia nominal mencionada y cualquier otra instalación, además de emplear un tiempo de instalación corto.

Por lo tanto, generaron un mayor interés en emplearse en aplicaciones y desarrollo de la tecnología fotovoltaica y en la certificación del EC 0586.01. Al mismo tiempo el profesor de la asignatura se le facilitó la evaluación de conocimientos prácticos y manifestó que los estudiantes que primero se entrenaron con el prototipo no presentaron ningún problema para desarrollarla.

2.- El 10% restante, manifestó estar de acuerdo con el entrenamiento previo en el prototipo pero que se les dificultó un poco la instalación por ser un tablero pequeño ya que preferían el sistema fotovoltaico de 10 kW sin importarles el tiempo que se tomaran para hacerlo y su exposición al sol. Sin embargo, se les hizo interesante porque se asocian cargas eléctricas variables que permiten observar las ventajas de un SFIR, hecho que la instalación de 10 kW no tiene. De igual manera manifestaron no tener interés a corto plazo de la certificación.

Agradecimiento

Al PRODEP por el financiamiento otorgado al Cuerpo Académico de Ingeniería en Energía para el desarrollo del proyecto “Desarrollo y evaluación de prototipos de sistemas de generación de energía no convencional (eólica, solar y biomasa) para la formación de recurso humano”.

Conclusiones

El prototipo presentado es un modelo diseñado fundamentalmente para facilitar las actividades prácticas relacionadas con la tecnología solar fotovoltaica mediante la obtención y representación gráfica de los parámetros esenciales de la misma, cálculos matemáticos para la obtención de energía eléctrica en un determinado tiempo, el ahorro económico que representa y el tiempo de amortización. Todo ello hace que los usuarios sin complicación se acoplen a la normatividad mexicana, por lo que también está diseñado para cuantificar el nivel de aceptación entre cada uno de ellos.

Brinda a estudiantes, profesionales afines a la energía y personas no profesionales interesadas en adquirir conocimientos en la tecnología fotovoltaica de interconexión a red eléctrica una oportunidad de realizar una instalación solar real donde se pueden cometer errores y buscar una solución.

Lo que representa una parte fundamental para el desarrollo de capacidades educativas, confianza y motivación para el trabajo eléctrico, para el trabajo colaborativo en equipo, etc.

La participación de herramientas computacionales para el diseño y la adquisición de datos en tiempo real también es fundamental en el desarrollo de prototipos tecnológicos debido a las modificaciones que estos experimentarían a largo plazo.

Los trabajos a futuro conllevan a hacer transferencia a Universidades Tecnológicas, Institutos Tecnológicos y Preparatorias presentes en la localidad con carreras de Energías para que hagan uso del prototipo y las observaciones correspondientes que a bien tengan para la mejora continua del mismo.

Aun cuando ya fue usado por un grupo de 14 personas (no estudiantes) para certificación del EC 0586.01, es conveniente seguir utilizándolo para tomar en cuenta las observaciones y mejoras que puedan aportar los participantes en este evento. De igual manera se pretende diseñar la parte de sistemas fotovoltaicos autónomos que se integraría al prototipo.

Referencias

Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas y Secretaría de Energía. *Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-001-SEDE-2018, Instalaciones Eléctricas (utilización)*. Diario Oficial de la Federación (2018, 06 de agosto). Mexico. Recuperado de <http://dof.gob.mx>.

Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (2017). *Instalación de sistemas fotovoltaicos en residencia, comercio e industria*. Recuperado de <https://www.conocer.gob.mx>.

Franco Avendaño, M. A. (2017). *Diseño e implementación de un sistema alterno de suministro eléctrico mediante energía solar fotovoltaica en iluminación y térmica en calentamiento de agua en una casa rural en el municipio de Icononzo Tolima* (Tesis de Licenciatura). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá Colombia.

Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica. *Certifícate con FIDE en el Estándar EC 0586.01 Instalación de sistemas fotovoltaicos en residencia, comercio e industria*. Recuperado de <http://www.fide.org.mx>.

Galván G. (2019). *Funcionamiento del medidor bidireccional de CFE*. Recuperado de <https://ccee.mx/>

Lutz L. (2018). *Python Guía paso a paso para aprender programación Python*. España: Python.

Méndez Hinojosa L. M., Peña Moreno J. A. (2007). *Manual práctico para el diseño de la Escala de Likert*. México: Trillas.

ProMéxico (2015). *Energías renovables* (Publicación N° 2). México, D.F. Recuperado de <http://www.promexico.gob.mx>.

ProMéxico (2017). *Energías renovables y electricidad* (Publicación N° 1). México, D.F. Recuperado de <http://www.promexico.gob.mx>.

Secretaría de Energía (2007). Resolución N° RES/176/2007. Diario Oficial de la Federación. (2007, 27 de junio). Mexico. Recuperado de <http://dof.gob.mx>.

Solar Depot México (2018, 19 de diciembre). *Más de 40 mil instalaciones fotovoltaicas en México en 2018*. Recuperado de <http://www.sde.mx>.

Prototipo electrónico simple y de bajo costo para rastreo de vehículos basado en GPS**Simple and low-cost electronic prototype for GPS-based vehicle tracking**

MORALES-HERNÁNDEZ, Maricela†*, CABALLERO-JULIAN, Franco Gabriel, WONG-DÍAZ, Antonio Erick y AGUILAR-ORTIZ, Gabriela

Instituto Tecnológico de Oaxaca / Tecnológico Nacional de México

ID 1^{er} Autor: *Maricela, Morales-Hernández* / **ORC ID:** 0000-0002-3521-2041, **CVU CONACYT ID:** 731036

ID 1^{er} Coautor: *Franco Gabriel, Caballero-Julian* / **ORC ID:** 0000-0002-5924-7759, **CVU CONACYT ID:** 88993

ID 2^{do} Coautor: *Antonio Erick, Wong-Díaz* / **ORC ID:** 0000-0001-7901-5894

ID 3^{er} Coautor: *Gabriela, Aguilar-Ortiz* / **ORC ID** 0000-0003-3055-5712, **CVU CONACYT ID:** 730590

DOI: 10.35429/JOIE.2019.12.3.9.16

Recibido 19 de Marzo, 2019; Aceptado 30 de Junio, 2019

Resumen

En este artículo se presenta el desarrollo de un prototipo electrónico para rastreo de vehículos basado en localización GPS como una propuesta de solución al problema de robo de vehículos que aqueja al municipio de Oaxaca de Juárez y sus municipios conurbados, de acuerdo con estadísticas de la Fiscalía Especializada en Delitos de Alto Impacto, los robos de vehículos se han incrementado aceleradamente en los últimos años.

El prototipo se desarrolla utilizando el diagrama en "V" y propone una solución al alcance del bolsillo de los dueños de vehículos, ya que productos similares requieren el dispositivo y el pago de una membresía para hacer el seguimiento en tiempo real. El prototipo consta de una placa Arduino, un módulo GPS, un módulo de comunicación SIM800 para envío de mensajes SMS, un acelerómetro para detectar movimientos del vehículo y otros componentes que se requieren para el funcionamiento del circuito completo. El programa se ha desarrollado en lenguaje C para Arduino y se está utilizando una aplicación gratuita de GoogleMaps para enviar la localización del vehículo al momento de detectar algún movimiento del mismo.

Antirrobo, Arduino, GPS

Abstract

This article presents an electronic prototype for vehicle tracking based on GPS (Global Positioning System) location as a proposed solution to the problem of vehicle theft that affects the Oaxaca de Juárez municipality and its surrounding municipalities, according to statistics from the Office of the Prosecutor Specialized in High Impact Crimes, vehicle thefts have increased rapidly in recent years. The "V" diagram was used to make the prototype, which proposes a solution within reach of the owners of vehicles, since similar products require the device and the payment of a membership to follow up in real time. The prototype consists of an Arduino board, a GPS module, a communication module for sending SMS (Short Message Service) messages, an accelerometer to detect vehicle movements and other components that are required for the operation of the complete circuit. The program has been developed in C language for Arduino and a free application of GoogleMaps is being used to send the location of the vehicle when detecting any vehicle movement

Anti-theft device, Arduino, GPS

Citación: MORALES-HERNÁNDEZ, Maricela, CABALLERO-JULIAN, Franco Gabriel, WONG-DÍAZ, Antonio Erick y AGUILAR-ORTIZ, Gabriela. Prototipo electrónico simple y de bajo costo para rastreo de vehículos basado en GPS. Revista de Ingeniería Innovativa. 2019. 3-12: 9-16

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: moralesh.maricela@gmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer Autor.

Introducción

El presente documento describe el desarrollo de un prototipo para rastreo de vehículos basado en GPS – Global Positioning System (Hofmann, Lichtenegger y Collins, 2012), la intención es construir, a partir de componentes de bajo costo, o bien, componentes reciclados, un prototipo funcional que sea capaz de rastrear un vehículo cuando este ha sido movido del lugar donde el propietario lo haya dejado.

Este trabajo tiene como objetivo coadyuvar en la prevención de robo de vehículos que, de acuerdo con las autoridades policiacas, en el estado de Oaxaca es un problema que se ha ido incrementando de manera alarmante en los últimos años.

Cuando el prototipo desarrollado detecta un movimiento inusual en el vehículo, envía un mensaje SMS - Short Message Service (Fue y Tarimo, 2012), a un número de teléfono celular, el cual ha sido registrado previamente para poder recibir las notificaciones; en este mismo mensaje, se agrega una liga que abre directamente la aplicación de mapas de Google y se obtiene la ubicación específica en tiempo real del vehículo.

El prototipo que se propone está basado en un microcontrolador montado en una placa Arduino. El microcontrolador no es más que un circuito integrado en cuyo chip interno están implementados todos los módulos que componen la unidad central de proceso (Angulo, Angulo y Prieto, p.206). En este caso se está usando una arquitectura de código abierto como lo es Arduino, para la primera fase de la investigación; sin embargo, en un futuro, se tiene planeado sustituir esta placa por un diseño propio utilizando directamente un microcontrolador que permita un tamaño más pequeño del prototipo. Y también, se pueda tener una arquitectura y marca propia, con lo que se podría disminuir el costo del prototipo.

Este primer prototipo es el resultado de la primera fase de investigación y experimentación con circuitos programables que apoya la formación de ingenieros en electrónica y en sistemas computacionales del Instituto Tecnológico de Oaxaca; al ser una investigación que continúa en desarrollo no se ha registrado con derecho de autor.

En una siguiente fase, como se explicó en párrafos anteriores, se trabajará un diseño propio, el cual podrá registrarse con derechos de autor. La presente investigación contribuye a la búsqueda de soluciones alternativas a problemas reales, cuyo costo puede ser menor a las alternativas que ofrecen los dispositivos comerciales actuales, y de acuerdo con investigaciones desarrolladas en diferentes países como por ejemplo Sinisterra (2018) en Colombia, quien desarrolló un estudio donde demuestra la factibilidad financiera de un circuito electrónico de seguridad antirrobo en los vehículos de gasolina y diésel; proporciona las bases para que de manera análoga se pueda aplicar un estudio similar a la presente propuesta cuando se hayan concluido todas las fases de la investigación y se tenga un prototipo final.

Para el diseño de un sistema embebido o sistema programable, según Bailey (2005), se debe tener presente primero la implementación del hardware, como el diseño de un prototipo. Este prototipo debe tener un sistema de control (microcontrolador), y un conjunto de elementos de hardware que desarrollen las funciones requeridas, además debe desarrollarse también el software para programar el microcontrolador y finalmente se debe contar con una fuente de alimentación adecuada para el sistema embebido.

Para explicar el desarrollo que se ha realizado del prototipo electrónico para vehículos basado en GPS, el presente artículo se ha dividido en varias secciones, en la primera se da una breve introducción al lector para que conozca a grandes rasgos el artículo; a continuación, se plantea el problema que se está abordando; posteriormente se plantea una solución que se pretende pueda ser una alternativa para el usuario de vehículos que están en riesgo; en seguida, se explica la metodología utilizada que para el caso de sistemas embebidos o programables la literatura sugiere el “Diagrama en V” (Oshana y Kraeling, 2013).

Más adelante se explica cómo se fue desarrollando el prototipo, basándose en el diagrama en “V”, para después presentar los resultados obtenidos hasta el momento.

En las secciones finales se agradece a la Institución que nos ha dado las facilidades para desarrollar el prototipo y continuar el trabajo involucrando a los estudiantes en los proyectos de investigación; también se presentan las conclusiones a las que se llegan después de haber realizado este primer prototipo. Resaltando los trabajos futuros por desarrollar y finalmente se presentan las referencias utilizadas en el documento.

Planteamiento del problema

En el municipio de Oaxaca de Juárez y sus municipios conurbados, como en muchas otras regiones de nuestro país, existe un problema de gran impacto social, el robo de vehículos. De acuerdo con Santiago (2017) en su artículo “Van mil 500 autos robados en Oaxaca; superan cifra de 2016”, las estadísticas de enero a octubre de 2017 muestran 1500 automóviles robados, 500 más que en el año 2016.

Por lo que éste problema representa una gran preocupación para todos los niveles de gobierno: municipal, estatal y federal. Ya que a partir de este delito se desencadenan otros más en donde los vehículos robados se ven involucrados. A partir de esta problemática se propone una alternativa de solución, aplicando sistemas embebidos.

Propuesta de solución

Es importante que la sociedad civil tome medidas preventivas para combatir el delito de robo de vehículos, por lo que en el presente trabajo se propone una solución utilizando sistemas embebidos.

La idea es proporcionar un sistema electrónico simple y de bajo costo basado en GPS que sea capaz de rastrear los vehículos mientras el usuario se encuentra alejado de los mismos, de tal manera, que cuando el sistema detecte un movimiento inusual, éste envíe un mensaje SMS a un número de teléfono móvil registrado en el sistema. En el mensaje se recibe la localización geográfica del vehículo: altitud y longitud; y con dicha información, utilizando el sistema de posicionamiento global, se pueda localizar el vehículo en tiempo real en GoogleMaps.

El propietario del vehículo puede entonces darle seguimiento al mismo, ya que es configurable el tiempo entre mensaje y mensaje. De este modo, se facilita la ubicación del vehículo y la ruta que está siguiendo.

Metodología a desarrollar

Para el desarrollo del presente trabajo se utiliza la metodología en “V” o diagrama en “V” como es llamado por diferentes autores. En la Figura 1, se representa el ciclo de vida que sigue un sistema para su desarrollo; es importante destacar que la progresión en el tiempo se presenta de izquierda a derecha, y que este ciclo es iterativo, se realiza tantas veces como sea necesario hasta obtener un producto adecuado y acorde con los requisitos del usuario (Oshana y Kraeling, 2013).

Este diagrama es una técnica de desarrollo rápido, y es deseable que se reduzca al mínimo el número de iteraciones para un diseño requerido (Oshana y Kraeling, 2013).

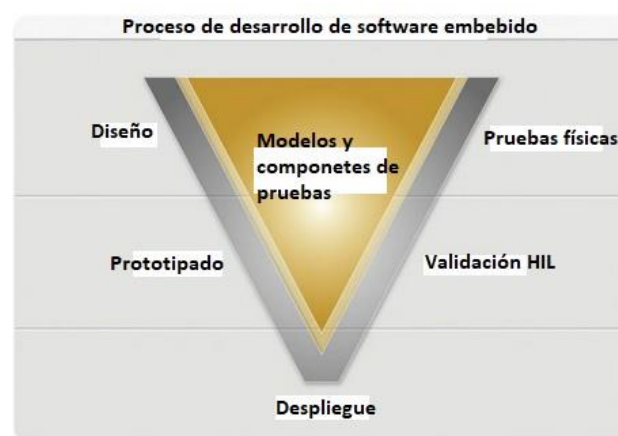


Figura 1 Diagrama en “V”

Fuente: Oshana y Kraeling, 2013

Se ha aplicado esta metodología, ya que de acuerdo con Oshana y Kraeling, ésta se adapta a las características de los sistemas embebidos, donde se requiere soluciones rápidas y concretas.

Desarrollo

Como se menciona en la sección previa, se utiliza el diagrama en “V” en el desarrollo del presente trabajo, y aunque se siguieron los pasos principales, en algunos momentos se adaptó de acuerdo con las necesidades del trabajo específico. En los siguientes párrafos, se encuentra esta descripción.

Investigación preliminar

Según las estadísticas de la fiscalía especializada de delito de alto impacto, van mil quinientos autos robados en Oaxaca; cifra que supera la de 2016, las estadísticas abarcan desde enero del 2017 al mes de octubre, el titular de la dependencia, Juventino Pérez Gómez informó que en Oaxaca diariamente se registran de 5 a 10 denuncias de robo de vehículos. El servidor público dijo que la mayoría de estos ilícitos se cometen en los Valles Centrales de Oaxaca y asevera que las bandas no tienen un modus operandi definido para cometer el delito. Por este delito han sido detenidas 50 personas, los infractores son tanto de Oaxaca como otros estados (Santiago, 2017).

El 2018 está en aumento, y ya se registra en Oaxaca más de dos mil robos de autos y motocicletas. En 2017, menos del 50% de unidades robadas fueron recuperadas. Según registros de las autoridades de seguridad pública y procuración de justicia. La zona donde más se registran el robo de unidades, al menos en 10% más que otros puntos de la entidad, es en Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca de Juárez y Santa Lucía del Camino.

La última estadística de la Agencia Estatal de Investigaciones (AEI) mostró que tan sólo en el 2017, se registró un total de mil 412 autos robados y al menos mil 149 recuperados. Por mes, el organismo registró la denuncia de 116 automóviles robados en enero, 141 en febrero, 119 en marzo, 138 en abril, 118 en mayo, 134 en junio, 122 en julio, 136 en agosto, 103 en septiembre, 85 en octubre, 81 noviembre y 119 en diciembre (Sosa, 2018).

Por otro lado, se revisó lo que se ofrece comercialmente y existe una gama de productos que son semejantes al que nos ocupa en el presente trabajo; por ejemplo: ANDE Rastreador de GPS Dispositivo Anti-ladrón de rastreo de GPS Localizador de SMS Seguimiento Global en Tiempo Real para automóvil, HUAXING Rastreador de GPS, GSM/GPRS/GPS, ASG Rastreador de automóviles GPS Control Remoto, XHYA Rastreador de conducción (Amazon, 2019), entre otros. Los precios de estos oscilan entre los \$1,000 y \$2,500 pesos mexicanos.

La intención de desarrollar una propuesta alternativa es mejorar el precio, buscando componentes de bajo costo o reciclados y ampliar sus funcionalidades; utilizando para todo ello, arquitecturas y software de código abierto.

Diseño del prototipo

El prototipo se diseña con las características necesarias que le permitan recuperar la ubicación exacta de cualquier vehículo y enviar la posición al propietario, a través de un SMS. Para tal fin, el prototipo incluye un módem GPS que obtiene dicha ubicación en términos de longitud y latitud. Estos datos se envían a la placa Arduino, la cual está conectada con un módem GSM., el cual envía los mensajes usando el protocolo de comunicación SMS al número de teléfono móvil que ha sido registrado previamente en el sistema, en intervalos periódicos establecidos en la programación del prototipo. También se requiere de un teléfono móvil con tecnología 3G para establecer la comunicación usando el protocolo de comunicación SMS como se menciona anteriormente. En la figura 2 se presenta el diagrama a bloques del diseño del prototipo, incluyendo los elementos que se han descrito en los párrafos anteriores.

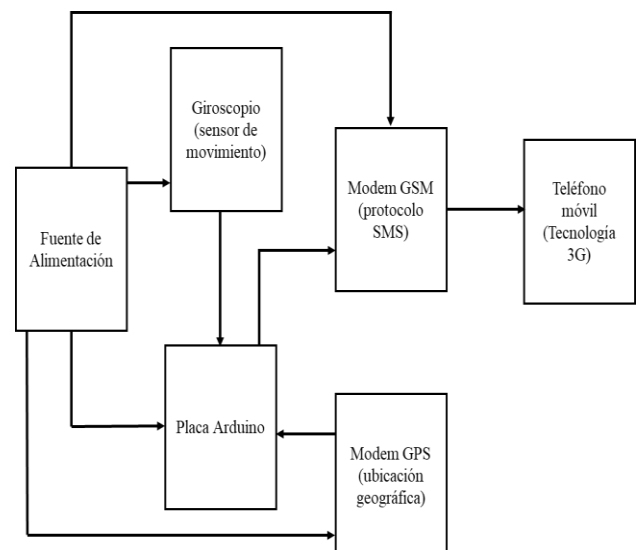


Figura 2 Diagrama a bloques del prototipo
Fuente: Elaboración Propia

La fuente de alimentación mostrada en la figura 2 es de 5 volts por 1 ampere. Cabe hacer hincapié que para que el módem GSM tenga cobertura para enviar mensajes se requiere de una tarjeta SIM con pago de servicios al proveedor de telefonía móvil.

Así mismo puede verse en la misma figura que se requiere un teléfono móvil con tecnología 3G o 4G, que es la tecnología con la cual se intercambian los mensajes SMS.

Simulación del prototipo

Antes de conectar físicamente los componentes, se realiza una simulación del prototipo, para ello se utiliza el simulador en línea tinkercad, éste se localiza en [http:// www.tinkercad.com/](http://www.tinkercad.com/). En la figura 3 se muestra el prototipo simulado; sin embargo, antes de poder probarlo se requiere programar la placa Arduino.

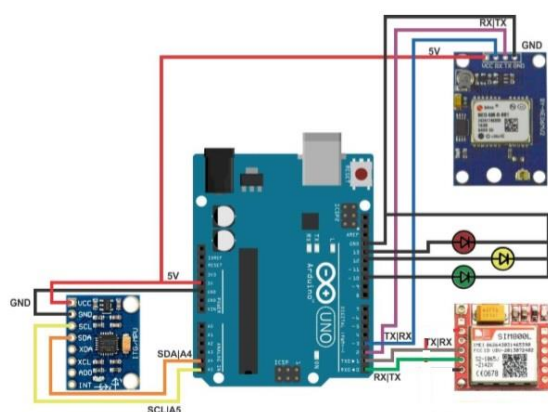


Figura 3 Simulación del prototipo

Fuente: *Elaboración Propia*

En la tabla 1 se muestra un fragmento de la programación de la placa Arduino, éste corresponde a las librerías para el manejo del giroscopio y el módulo SIM de comunicación.

```
#include <I2Cdev.h> // Librerías I2C para controlar el mpu6050
#include <MPU6050.h> // la librería MPU6050.h necesita I2Cdev.h, I2Cdev.h necesita Wire.h
#include <Wire.h>
#include <SoftwareSerial.h> // Librería para establecer una segunda conexión serial
#include <TinyGPS.h> // Librería para controlar y obtener datos del GPS
// La dirección del MPU6050 puede ser 0x68 o 0x69, dependiendo
// del estado de AD0. Si no se especifica, 0x68 estará implícito
MPU6050 sensorMPU;
TinyGPS gps;
SoftwareSerial SIM800L(2,3); // Se establecen los pines D4=RX y D5=TX - Comunicación serial con el módulo SIM800L
// Declaración de variables
bool newData = false;
unsigned long chars;
unsigned short sentences, failed;
float flat, flon;
```

```
// Valores RAW (sin procesar) del acelerómetro y giroscopio en los ejes x,y,z
int ax, ay, az;
int gx, gy, gz;
// Declaración del mensaje a enviar mediante el SIM800L
String msj; String notify;
```

Tabla 1 Fragmento de código de Arduino

Fuente: *Naylamp Mechatronics, 2016*

Construcción del prototipo físico

Una vez que se realizan las pruebas de simulación del prototipo, se genera la lista de componentes de hardware, los cuales se presentan en la tabla 2, también se presentan los precios aproximados de los componentes, pero cabe mencionar, que éstos pueden variar con el tiempo.

Componente	Fabricante	Costo
Módulo SIM800L	SIMCom Wireless Solutions Co.,Ltd.	\$173.00
Módulo GPS Neo-6M	u-blox Company.	\$189.00
Acelerómetro mpu6050	InvenSense, a TDK Group Company.	\$55.00
Cristal oscilador 8Mhz	IQD Frequency	\$8.00
Cables con conectores macho y hembra		\$15.00
Placa Arduino Uno	Arduino	\$160.00
Protoboard	Steren	\$140.00

Tabla 2 Lista de componentes

Fuente: *Elaboración Propia*

Ya que se tienen los componentes disponibles se inicia el armado del prototipo en tarjeta de prueba, éste se muestra en la figura 4.

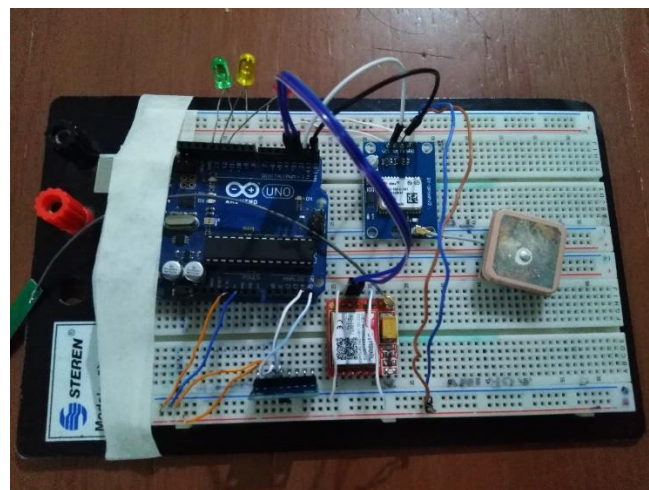


Figura 4 Prototipo físico armado

Fuente: *Elaboración Propia*

Con el prototipo armado en la tarjeta de prueba, se carga el programa a la placa Arduino, el cuál previamente se desarrolla, en éste se configura cada componente y posteriormente se programa la lectura del sensor (giroscopio) y se envía la señal que requiere el Módem GPS y el Módem GSM para poder generar los mensajes SMS que deben llegar al dispositivo móvil o celular con la información de ubicación del automóvil en coordenadas de altitud y longitud que se interpretan en el mapa de Google.

Pruebas físicas realizadas al prototipo

Al prototipo se le aplican varias pruebas: (1) prueba de continuidad, (2) prueba de integrado con multímetro, (3) prueba de voltaje y (4) prueba de integración. En los siguientes párrafos se describe cada una de ellas.

1. Prueba de continuidad. En electrónica, una prueba de continuidad es la verificación de un circuito eléctrico para ver si fluye la corriente. Se realiza una prueba de continuidad colocando una pequeña tensión (conectada en serie con un LED o componente que produce ruido, como un altavoz piezoeléctrico), a través de la ruta elegida. Si el flujo de electrones es inhibido por conductores rotos, componentes dañados o resistencia excesiva, el circuito está "abierto". Se aplica la prueba al prototipo y se obtiene un resultado positivo, lo cual indica que éste pasa la prueba de continuidad.
2. Prueba de integrado. Esta prueba consiste en revisar que la placa Arduino no tenga algún daño físico aparente, posteriormente se verifica que la alimentación se encuentra en los niveles correctos de acuerdo con la hoja de datos proporcionada por el fabricante. A continuación, se requiere verificar que las señales de entrada/salida estén correctas, concentrando las mediciones en las señales que se van a utilizar en el prototipo. En el caso del presente prototipo se tuvieron algunos problemas con los componentes periféricos como el módulo de comunicación GSM, que en dos ocasiones sufrió daños y no operó con normalidad. La solución que se le dio para superar la prueba de integrado fue sustituirlo por otro módulo.

3. Prueba de voltaje. Esta prueba se realiza para verificar si la tensión en diferentes terminales está de acuerdo con el requisito o no, en el caso de la placa Arduino, ésta ya contiene las salidas de 5 y 3 volts para alimentar circuitos, tomando la corriente a través del equipo de cómputo con una conexión USB. Por lo que ésta prueba concluye con éxito.
4. Prueba de integración. Finalmente se aplica esta prueba, que en este caso, se cargó el programa completo en la placa Arduino, se alimentó correctamente todo el prototipo y se inicia su funcionamiento con todos los componentes, desde luego no tuvo el éxito esperado en la primera prueba, pero después de arreglar detalles que se presentaban, se logró pasar la prueba y todo funciona como se planteó. Por lo que, esta prueba también fue superada.

Con las pruebas aplicadas al prototipo se concluyó la etapa de desarrollo y en la siguiente sección se explican los resultados obtenidos.

Resultados

Al finalizar la construcción y prueba del prototipo, se logra lo siguientes:

1. Un prototipo funcional que, al detectar un movimiento inusual en el mismo, el cual es sentido por el giroscopio; permite enviar señales que habilitan el modem GPS para leer la ubicación en tiempo real que se tiene.
2. El prototipo, entonces, envía una señal al modem GSM para que, estos datos sean colocados en un mensaje de texto SMS, éste mensaje es recibido en el número de dispositivo móvil que se configura en la programación de la placa Arduino. En este punto también se prueban diferentes números con el fin de corroborar el correcto funcionamiento del prototipo.

3. El módem GSM en conjunto con la tarjeta SIM envía un mensaje al dispositivo móvil, como se muestra en la figura 5. En la figura se puede notar que se recibe un mensaje que conecta los datos directamente al mapa de Google con el fin de que el usuario obtenga una ubicación inmediata y directa en un mapa y pueda darle seguimiento a la unidad en cuestión. Como puede observarse en la figura 5, se simuló el movimiento del prototipo a diferentes puntos dentro de un radio no mayor a 100 metros y la ubicación recibida varía de acuerdo a la posición física del prototipo.

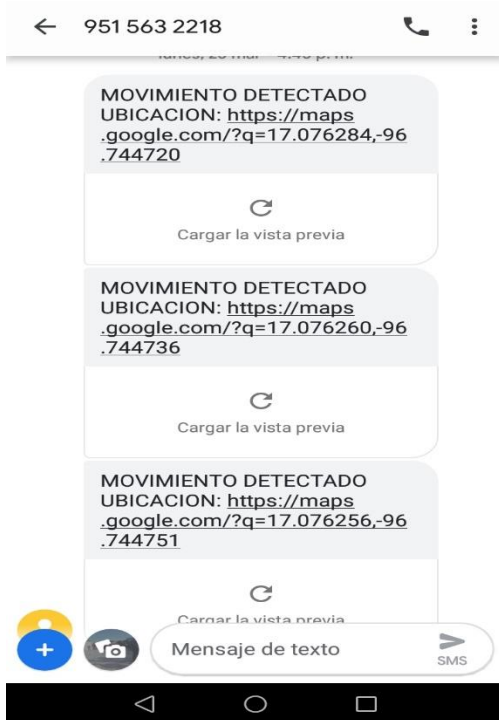


Figura 5 Mensaje SMS recibido en el teléfono celular
 Fuente: *Elaboración Propia*

4. Finalmente, como resultado de la lectura de ubicación geográfica, el prototipo dentro del mensaje SMS, agrega una liga para ir a la ubicación en el mapa de Google, tal como se muestra en la figura 6, donde puede verse la altitud y longitud que el prototipo lee del GPS, al momento de detectar un movimiento en el vehículo al que se le da el seguimiento.



Figura 6 Ubicación geográfica en Google Maps
 Fuente: *Elaboración Propia*

Agradecimientos

En el desarrollo del presente trabajo se agradece al Tecnológico Nacional de México, que a través del Instituto Tecnológico proporcionó el apoyo y las facilidades para el desarrollo de la investigación y elaboración del presente artículo; así como el apoyo para su divulgación, otorgando el crédito correspondiente a las instituciones. También se agradece ampliamente la colaboración y dedicación de los autores del artículo, profesores y estudiantes que participan en la investigación.

Conclusiones

Al realizar este primer prototipo para un dispositivo antirrobo se lograron los objetivos planteados originalmente, la idea de tener una tecnología que pueda patentarse y no usar los dispositivos comerciales, le da una ventaja al desarrollo de esta investigación, ya que se pretende mejorar este primer prototipo, de tal modo que se vaya desarrollando tecnología propia; la cual, pueda tener una marca propia.

En este momento el costo del prototipo es elevado, pero se plantea la posibilidad incluso de reutilizar algunos componentes de dispositivos que aparentemente han caído en la obsolescencia, pero que con los mensajes SMS, no se requiere que los dispositivos móviles sean de última tecnología para poder recibirlos.

Esto ofrece una gran ventaja sobre otros dispositivos que requieren de tecnologías de última generación, en su lugar, se usa la tecnología de comunicación básica para que los mensajes puedan intercambiarse sin ningún problema.

Por otro lado, se sabe que, en el estado de Oaxaca, por las estadísticas consultadas, ocurren diariamente robo de vehículos y el presente prototipo puede coadyuvar en el abatimiento de este delito.

Trabajos futuros

Una siguiente etapa que se ha pensado es cambiar la placa Arduino por un arreglo que incluya un microcontrolador de bajo costo y con características mínimas que habiliten las funcionalidades deseadas en el prototipo. Hacer un rediseño y tener un circuito propio que pueda ser registrado con derechos de autor.

Por otro lado, también se plantea que el dispositivo pueda ser autorecargable, que éste se pueda recargar cuando el automóvil esté en funcionamiento y cuando deje de moverse, tendrá una recarga de larga duración. Esta funcionalidad requiere de una investigación amplia sobre pilas y fuentes de energía autónomas que garanticen una duración adecuada para el uso que se le dará al dispositivo de rastreo.

Otro de los trabajos futuros a desarrollar es que el prototipo pueda interrumpir el funcionamiento del motor en caso de que éste haya sido robado. Esta funcionalidad tendrá que ver con la activación de actuadores en el sistema embebido y que pueda adaptarse a los modelos de vehículos que aún no cuentan con esta tecnología desde su fabricación.

Por otro lado, también se tiene la posibilidad de extender la funcionalidad a casi cualquier vehículo o bien que el dispositivo se adapte a diferentes tipos de vehículos

Referencias

Amazon (2019). Departamento de electrónicos: Localizadores GPS. Recuperado de <https://www.amazon.com.mx/>

Angulo, J.M., Angulo, I. y Prieto, M.A. (2010). *Electrónica Digital y Microprogramable*. España: Paraninfo.

Autodesk Tinkercad. (2019). Circuitos: Añade luz y movimiento a tus diseños 3D con circuitos electrónicos. Recuperado de <https://www.tinkercad.com/learn/circuits>.

Bailey, O. (2005). *Embedded Systems: Desktop Integration*. USA: Wordware Publishing, Inc.

Fue, K, y Tarimo, C. (2012). Design and implementation of the remote control system using SMS via GSM for home electrical system. Reino Unido: Lulu.com.

Hofmann, B., Lichtenegger, H. y Collins, J. (2012). *Global Positioning System: Theory and Practice*. USA: Springer Science & Business Media.

Naylamp Mechatronics. (16 de abril de 2016). Tutorial MPU6050, Acelerómetro y Giroscopio. Recuperado de https://naylampmechatronics.com/blog/45_Tutorial-MPU6050-Aceler%C3%B3metro-y-Giroscopio.html

Oshana, R. y Kraeling, M. (2013). *Software Engineering for Embedded Systems: Methods, Practical Techniques, and Applications*. USA: Elsevier, Inc.

Santiago, J. (23 de noviembre de 2017). Van mil 500 autos robados en Oaxaca; superan cifra de 2016. *NVI Noticias Oaxaca*. Recuperado de <https://www.nvinoticias.com/nota/77117/van-mil-500-autos-robados-en-oaxaca-supera-cifra-de-2016>

Sinisterra, H. (2018). Estudio de factibilidad para el desarrollo de un circuito electrónico de seguridad antirrobo en los vehículos de gasolina y diésel. Colombia: Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium. Facultad de Ciencias Empresariales.

Sosa, Y. (27 de enero de 2018). Registra Oaxaca más de 2 mil robos de autos y motocicletas. El imparcial de Oaxaca. Recuperado de <http://imparcialoaxaca.mx/oaxaca/116768/registra-oaxaca-mas-de-2-mil-robos-de-autos-y-motocicletas/>

Diseño y construcción de un pico-satélite educativo CanSat tipo rover denominado EagleSat V2.1

Design and construction of an educational CanSat pico-satellite rover type called EagleSat V2.1

MANCILLA-CEREZO, Josue†*, PALACIOS-GARCIA, Ana Cristina, PÉREZ-LOPEZ, Adriana y JIMENEZ-GONZALEZ, Diane Grace

*Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca
Instituto Tecnológico Superior de Teziutlan*

ID 1^{er} Autor: *Josue, Mancilla-Cerezo* / ORC ID: 0000-0002-9659-3677, CVU CONACYT ID: 457562

ID 1^{er} Coautor: *Ana Cristina, Palacios-Garcia* / ORC ID: 0000-0003-3138-9699, CVU CONACYT ID: 946392

ID 2^{do} Coautor: *Adriana, Pérez-Lopez* / ORC ID: 0000-0003-3712-400X, CVU CONACYT ID: 478724

ID 3^{er} Coautor: *Diane Grace, Jimenez-Gonzalez* / ORC ID: 0000-0003-3072-7107, CVU CONACYT ID: 1000644

DOI: 10.35429/JOIE.2019.12.3.17.23

Recibido 13 de Agosto, 2019; Aceptado 30 de Noviembre, 2019

Resumen

Se describe como se diseñó y construyó un pico-satélite CanSat tipo rover para concursar en el Cuarto Concurso Nacional de Pico-Satélites Educativos CanSat. Alumnos de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones con el apoyo de docentes de dicha carrera diseñaron y construyeron el pico-satélite denominado EagleSat V2.0. Utilizando la metodología del modelo "V", se conceptualizó la misión la cual fue el envío de datos de: temperatura interna y externa, presión, humedad relativa, altitud, longitud, latitud, nivel de batería, vibración y aceleración por medio de telemetría a una estación terrena; tomar video y el retorno al punto de partida mediante un vehículo tipo rover; se especificaron los requerimientos y la arquitectura de todas las etapas del EagleSatV2.1. Partiendo de la arquitectura se diseñaron y construyeron los circuitos impresos, se soldaron los componentes y los diferentes sensores para medir los datos. Además se diseñó una estructura mecánica y llantas que se imprimieron en una impresora 3D la cual conformaría el vehículo tipo rover. Gracias al excelente trabajo realizado se obtuvo el primer lugar en el Cuarto Concurso Nacional de Pico-Satélites Educativos CanSat en la categoría come back.

CanSat, Modelo V, vehículo rover

Abstract

It is described how a CanSat pico-satellite type rover was designed and built to compete in the Fourth CanSat National Educational Satellites Competition. Students of Engineering in Information Technologies and Communications with the support of teachers of that career designed and built the pico-satellite called EagleSat V2.0. Using the methodology of the "V" model, the mission was conceptualized which was the sending of data of: internal and external temperature, pressure, relative humidity, altitude, longitude, latitude, battery level, vibration and acceleration through telemetry to an earth station; take video and return to the starting point using a rover type vehicle; the requirements and architecture of all stages of the EagleSatV2.1 were specified. Starting from the architecture, the printed circuits were designed and built, the components and the different sensors were welded to measure the data. In addition, a mechanical structure and tires were designed and printed on a 3D printer which would make up the Rover type vehicle. Thanks to the excellent work done, the first place was obtained in the Fourth CanSat National Satellites Educational Contest in the comeback category.

CanSat, method in V, rover vehicle

Citación: MANCILLA-CEREZO, Josue, PALACIOS-GARCIA, Ana Cristina, PÉREZ-LOPEZ, Adriana y JIMENEZ-GONZALEZ, Diane Grace. Diseño y construcción de un pico-satélite educativo CanSat tipo rover denominado EagleSat V2.1. Revista de Ingeniería Innovativa. 2019. 3-12: 17-23

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: jmc_itst@outlook.es)

† Investigador contribuyendo como primer Autor.

Introducción

Fue al final de la década de los noventa cuando el profesor Robert Twiggs, propuso la construcción de un nuevo satélite que cupiera en el volumen de una lata de refresco, al cual se le llamo "CanSat" (Kawashima, 2016). Este pico-satélite tiene el objetivo principal de transmitir los conceptos básicos de diseño y construcción de satélites artificiales entre los estudiantes que lo construyen (Colín *et al.* 2016).

Existen diversas competencias CanSat entre las cuales destacan las internacionales: ARLISS en Estados Unidos (Sako *et al.* 2001) y UNISEC en Japón (NASA, 2012). En México destaca la competencia organizada por UNISEC México (University Space Enginnering Consortium), que desde el año 2015 ha organizado los concursos nacionales de pico-satélites educativos CanSat (UNISEC, 2018). En el cuarto concurso se abrieron dos categorías: Telemetría y comeback (UNISEC *et al.* 2018).

El equipo de trabajo de estudiantes y maestros, ha participado en tres de los concursos nacionales de pico-satélites educativos CanSat. La primera participación fue en el segundo concurso, en el cual se participó con el pico-satélite EagleSat en la categoría telemetría (Sombrerero *et al.* 2016) y se obtuvo el primer lugar (Macilla *et al.*, 2017).

La segunda participación fue en el tercer concurso, donde se compitió con dos CanSat: WashiSat (Mancilla, Palacios, Pérez y Torija, 2018) y EagleSat V2.0 (Mancilla *et al.*, 2018) en las categorías telemetría y comeback, respectivamente, en las cuales se obtuvo los primeros lugares.

También se participó en el cuarto concurso con el pico-satélite WashiSat V1.0 en la categoría telemetría (Mancilla, Palacios, García y Vázquez, 2019). Y con el pico-satélite EagleSat V2.1 en la categoría comeback.

Descripción del método

Siguiendo la metodología del diagrama en "V", que indica que las fases a seguir son: prefase, fase A, fase B, fase C, fase D, fase E y fase F (Bermúdez, 2016), se diseñó y fabricó el CanSat tipo rover EagleSat V2.1.

1. Prefase: estudio conceptual y selección de misión a desarrollar.

La motivación que se tuvo para la selección de esta misión fueron los diferentes rover planetarios que se han lanzado para el estudio de la luna y el planeta Marte desde la década de los setenta hasta la actualidad, entre los que se encuentran:

- Lunokhod. Primer robot rover de control remoto en la luna (Kassel, 1971).
- Sojourner. Primer rover usado para moverse autónomamente en Marte (NASA, 1997).
- Spirit y Opportunity. Enviados a Marte en el verano de 2003 para una misión conjunta. Su misión fue la exploración de las variedades de rocas y conocer la historia del agua en ese planeta (Leger *et al.* 2015).
- Curiosity. Es el sucesor de los rover mencionados anteriormente. Su misión comenzó el 11 de noviembre de 2011, esta misión consiste en recabar datos y muestras del cráter llamado "Gale Crater" en Marte (Benowitz, 2014)
- InSight. Su misión consiste en investigar la composición interna del planeta Marte utilizando un taladro para analizar muestras del subsuelo marciano (Good y Johnson, 2019).
- ExoMars 2020. Cuyo lanzamiento está previsto para julio o agosto de 2020 y su aterrizaje en Marte para febrero de 2021, tendrá un total de 23 cámaras que crearán amplias fotografías panorámicas y será lanzado por la agencia espacial europea (Forssmann, 2017).
- Con base a la motivación se decidió que la misión fuera el envío de datos de: temperatura interna y externa, presión, humedad relativa, altitud, longitud, latitud, nivel de batería, vibración y aceleración por medio de telemetría a una estación terrena; tomar video y el retorno al punto de partida mediante un vehículo tipo rover.

2. Fase A: desarrollo de los conceptos y tecnología a utilizar.

Los requerimientos de la misión se presentan en la Tabla 1.

Requerimientos del sistema	Subsistemas comprendidos	Metas
Debe tener dimensiones de 6.5 cm de diámetro y 20 cm de largo.	Potencia, computadora, misión, comunicación y chasis.	Diseñar una arquitectura compacta.
Masa máxima del CanSat 1 Kg.	Potencia, computadora, misión, comunicación y chasis.	Diseñar sistemas esbeltos, seleccionando materiales y dispositivos de bajo peso.
Alimentación del CanSat será suministrada por batería.	Potencia.	Selección de una batería que sea capaz de suministrar energía por lo menos 30 minutos.
La batería debe ser de fácil acceso.	Chasis.	Diseñar este subsistema de modo que el cambio de batería no afecte a los demás subsistemas.
El CanSat debe tener un interruptor principal en un lugar accesible.	Chasis.	Debe tener el botón de encendido y apagado en un lugar de fácil acceso.
Sistema de recuperación.	Recuperación.	Construir un paracaídas que asegure la recuperación óptima del CanSat.
Velocidad del descenso entre 5 y 12 m/s.	Recuperación.	Diseñar el paracaídas para que descienda a 5 m/s.
Alcance de radio entre 400 y 500 metros.	Comunicación.	Seleccionar un dispositivo capaz de mantener comunicación durante el descenso.
Sistema rover	Potencia, computadora, misión, comunicación y chasis.	Potencia: suministrar la energía necesaria para el envío de datos y motores para el regreso al punto de partida. Misión: contener los sensores, actuadores para el éxito de la misma. Computadora: asegurar el correcto funcionamiento de la misión. Comunicación: mandar en tiempo real la posición del vehículo mediante GPS. Chasis: suficiencia estructural para soportar el peso y los golpes. Alojar dos motores, pila y todos los demás subsistemas.
Medición de temperatura (externa e interna), presión, humedad relativa, latitud, longitud, altitud, aceleración, vibración, nivel de batería y video.	Potencia, misión, comunicación y computadora.	Potencia: debe tener el voltaje necesario para todos los dispositivos y espacio para alimentar la cámara. Misión: debe albergar todos los sensores. Comunicación: debe albergar espacio para el GPS. Computadora: debe contar con un dispositivo programable.

Tabla 1 Requerimientos de la misiónFuente: *Elaboración Propia*

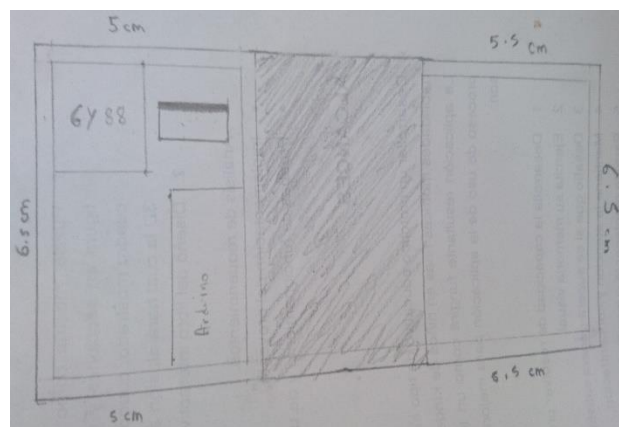
Con base a los requerimientos se seleccionaron los dispositivos necesarios para cumplir las metas, estos dispositivos se mencionan en la Tabla 2.

Actividad	Dispositivo
Medir Temperatura externa y humedad relativa	DHT 11
Medir Presión, altitud, vibración, aceleración y temperatura interna	GY-88
Medir Longitud y Latitud	GPS GY-NEO6MV2
Tomar Video	Mini cámara espía
Computadora y envío de datos	Arduino pro mini y Xbee S2
Vehículo rover	Diseño de chasis y llantas, impresión 3D, motores y controlador L298N
Dispositivo para desprender paracaídas	Mini servo motor

Tabla 2 Dispositivos seleccionadosFuente: *Elaboración Propia*

3. Fase B: diseños preliminares de arquitectura para cumplir la misión

Una vez seleccionados los dispositivos se inició con los bosquejos preliminares de lo que sería la arquitectura del EagleSat V2.1. Los bosquejos generales de las etapas se muestran en las Figura 1, donde se puede apreciar las medidas que tendrían las etapas que irían montadas en el chasis y la distribución de algunos componentes y en la Figura 2 se muestra como sería el EagleSat V2.1 cuando se terminara de construir.

**Figura 1** Bosquejo de las etapas y medidasFuente: *Elaboración Propia*

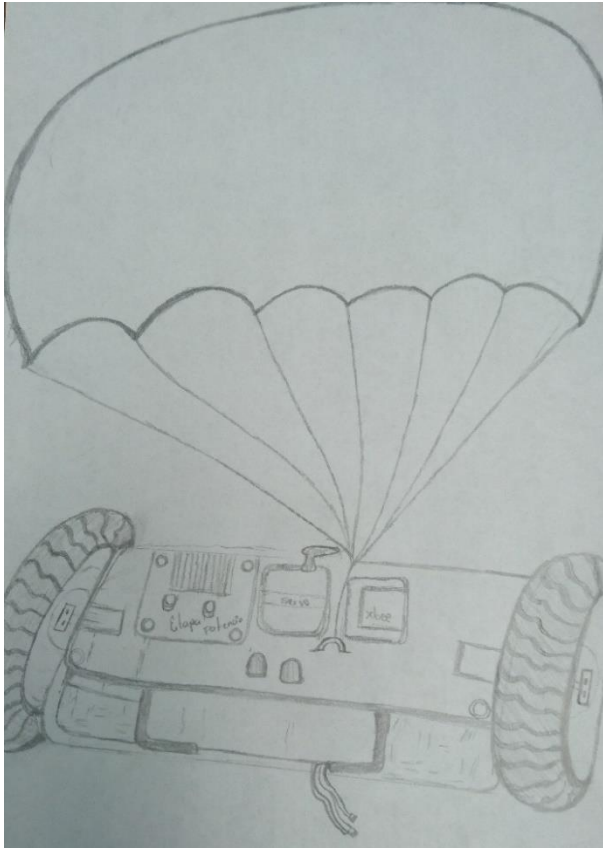


Figura 2 Bosquejo EagleSat V2.1 final
Fuente: Elaboración Propia

4. Fase C: diseños finales y fabricación.

Siguiendo los bosquejos y las ideas generadas en la Fase B se realizaron los diseños electrónicos los subsistemas así como el diseño mecánico del chasis. Los diseños electrónicos se muestran en la Figura 3, se diseñaron dos etapas que contuvieron los sensores. El diseño del chasis se puede observar en el Figura 4, este chasis cuenta con las cavidades donde podrán ser contenidas la batería, la cámara de video, el sensor DHT 11 y los motores.

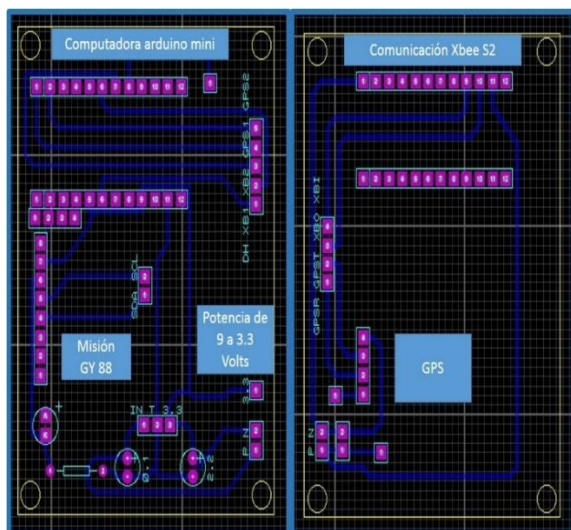


Figura 3 Diseños electrónicos de las etapas
Fuente: Elaboración Propia

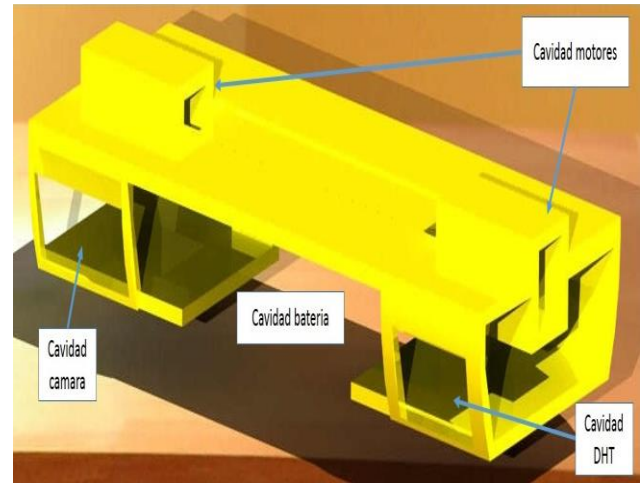


Figura 4 Diseño final chasis
Fuente: Elaboración Propia

También se diseñaron llantas de acuerdo a las necesidades del CanSat y se eligieron unas llantas helicoidales, en la Figura 5 se puede apreciar el diseño de estas llantas.



Figura 5 Diseño final llanta
Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente, se comenzó la fabricación de las etapas electrónicas por el método de planchado para realizar los circuitos impresos y a la par se imprimieron los diseños del chasis y las llantas utilizando una impresora 3D como se puede apreciar en las Figuras 6 y 7.

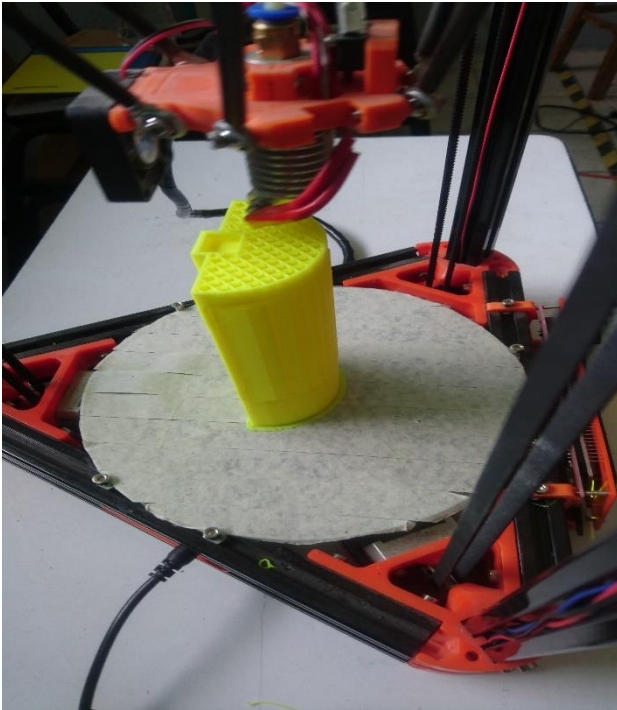


Figura 6 Impresión 3D chasis
Fuente: Elaboración Propia

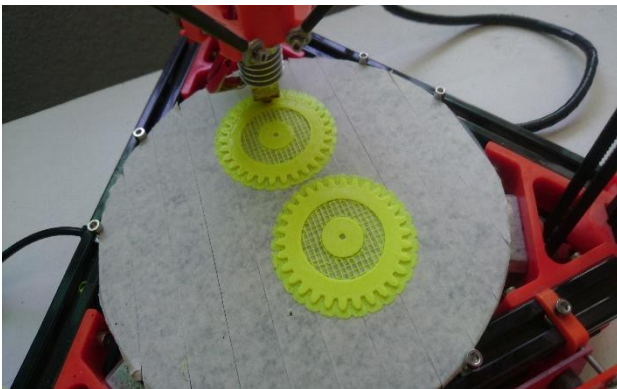


Figura 7 Impresión 3D llantas
Fuente: Elaboración Propia

5. Fase D: Integración.

Una vez construidas las etapas se realizaron pruebas de integración cumpliendo con los requerimientos y de funcionamiento de las etapas integrándolas e interconectándolas para comprobar su correcto desempeño. La prueba de integración entre llanta y motor así como del tamaño de diámetro requerido se muestra en la Figura 8.



Figura 8 Prueba de integración motor-llanta y tamaño
Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 9 se muestran los datos recibidos: aceleración y giro en los 3 ejes (x, y, z), altitud y presión atmosférica; del sensor gy 88, en prueba de funcionamiento de los subsistemas.

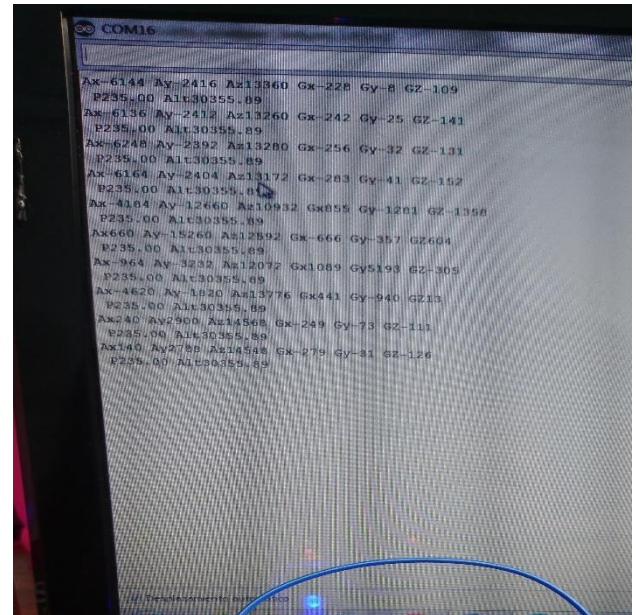


Figura 9 Prueba subsistemas
Fuente: Elaboración Propia

6. Fase E: Sistema

Se integraron las etapas electrónicas con el chasis y las llantas para conformar el pico-satélite EagleSat V2.1 el cual se puede apreciar en la Figura 10.



Figura 10 Pico-satélite EagleSat V2.1
Fuente: Elaboración Propia

Resultados

7. Fase F: Misión.

Se diseñó y construyó el pico-satélite EagleSat V2.1, con el cual se participó en el Cuarto Concurso Nacional de Pico-Satélites Educativos CanSat en la categoría de Comeback, en el cual orgullosamente se obtuvo el primer lugar. En la Figura 11, se puede apreciar a los estudiantes exponiendo su CanSat ante los jueces del concurso. Así mismo la Figura 12 se presenta el primer lugar del EagleSat V2.1.



Figura 11 Exposición ante jueces
Fuente: Elaboración Propia



Figura 12 Primer lugar categoría comeback
Fuente: Elaboración Propia

Agradecimiento

Se agradece al maestro Eliseo Ramírez Torres y a todo el personal del ITST por el financiamiento en el desarrollo de este CanSat.

Conclusiones

Existe un conflicto con respecto a la velocidad de los motores, ya que muchas veces no giran a las mismas revoluciones por segundo y esto ocasiona que el vehículo no avance y solo gire en su propio eje, por lo cual se recomienda usar encoders o algún otro dispositivo de censado para garantizar que los motores giren a la misma velocidad.

Otro conflicto ocurre cuando los motores van montados directamente al chasis, esto hace que el chasis de vueltas y pone en riesgo la integridad de los subsistemas, este conflicto puede solucionarse poniendo un llanta loca como soporte pero le quita movilidad al vehículo.

La metodología del diagrama en “V” asegura el éxito de una misión CanSat, siempre y cuando sea llevado a cabo paso por paso, sin suponer o dar avances por hechos.

Los alumnos que adquieren las competencias básicas en el diseño y construcción de satélites, construyendo un CanSat son más competentes cuando se les presentan proyectos similares, muestra de ello son dos alumnas que a la fecha están realizando residencia profesional en el Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica, desarrollando proyectos en esta área.

Referencias

- Benowitz, E. (2014). The curiosity mars rover's fault protection engine, *IEEE International Conference on Space Mission Challenges for Information Technology*. Jet propulsion Laboratory, California institute of technology.
- Bermúdez, B. (2016). Cansat: lata-satélite. *CiENCiA UANL*. 19, (81), p. 71-75.
- Colín, A., et al. (2016). Construcción de un picosatélite cansat. *CiENCiA UANL*. 19, (81), p. 34-38.
- Forssmann, A. El rover de la futura misión Mars 2020 tendrá 23 cámaras. *National Geographic*, España.
- Good, A. y Johnson, A. (2019). InSight's Team Tries New Strategy to Help the Mole, NASA. Pasadena, California.
- Kassel, S. (1971), Lunokhod-1 Soviet Lunar Surface Vehicle. *Advanced Research Projects Agency*. DAHC15 67 C 0141.
- Kawashima, R. (2016). CanSat Leader Training Program –Past, Present and Future-. *CiENCiA UANL*. 19, (81), p. 76-82.
- Leger et al. (2015), Mars Exploration Rover Surface Operations: Driving Spirit at Gusev Crater. *Proc. IEEE SMC, Waikoloa, HI*.
- Mancilla, J., Martínez, R. M., Palacios, A. C., y Hernández, L. R. (2017). Diseño y construcción de un pico satélite cansat denominado EagleSat. *Aplicación del Saber: Casos y Experiencias*, 3(1), 1733-1738.
- Mancilla, J., Palacios, A. C., García, L. A., y Vázquez, N. I. (2019). Diseño y construcción de un pico-satélite CanSat como herramienta para la formación de ingenieros. *Revista electrónica ANFEI digital*, por publicar.
- Mancilla, J., Palacios, A. C., Hernández, L. R., y de la Cruz, G. J. (2018). Diseño y construcción de un pico satélite cansat tipo rover denominado EagleSat V2.0. *Aplicación del Saber: Casos y Experiencias*, 4(1), 1272-1277.
- Mancilla, J., Palacios, A. Pérez, B., y Torija, E. Diseño y construcción de un pico-satélite educativo CanSat denominado WashiSat. *Revista de Tecnologías Computacionales*. 2, (7), p. 1-7. Disponible en: http://ecorfan.org/taiwan/research_journals/Tecnologías_Computacionales/vol2num7/Revista_de_Tecnolog%C3%ADas_Computacionales_V2_N7_1.pdf
- NASA. (2012). Space Flight Program and Project Management Requirements. *National Aeronautics and Space Administration, California. Technical TP-2014-216648. NPR 7120.5*. Disponible en: http://nodis3.gsfc.nasa.gov/npg_img/N_PR_7120_005E_/N_PR_7120_005E_.pdf
- Sako, N., et al. (2001). Cansat suborbital Launch Experiment-University Educational Space using picosatellite. *Acta Astronáutica*, 48, (15), p.767-776.
- UNISEC México (2018). www.unisecmexico.com
- Sombrerero, J., et al. (2016). Sonda espacial. *CiENCiA UANL*. 19, (81), p. 40-44.
- XIV. NASA (1997). Mars Pathfinder. *NASA Facts*. p. 1-8.
- UNISEC, et al (2018). Convocatoria: 4to. Concurso Nacional de Pico-Satélites Educativos CANSAT. Disponible en: <http://www.unisecmexico.com/>

Rediseño de un triciclo de carga pesada, libre de contaminación

Redesign of a tricycle to heavy load, pollution-free

MORALES-HERNÁNDEZ, Maricela†*, VILLALOBOS-NOLASCO, Marco Antonio, DIAZ-SARMIENTO, Bibiana y MINGÜER-ALLEC, Luz María

Instituto Tecnológico de Oaxaca / Tecnológico Nacional de México

ID 1^{er} Autor: *Maricela, Morales-Hernández* / ORC ID: 0000-0002-3521-2041, CVU CONACYT ID: 731036

ID 1^{er} Coautor: *Marco Antonio, Villalobos-Nolasco* / ORC ID: 0000-0002-7499-8219

ID 2^{do} Coautor: *Bibiana, Diaz-Sarmiento* / ORC ID: 0000-0003-4350-6311, CVU CONACYT ID: 820776

ID 3^{er} Coautor: *Luz María, Mingüer-Allec* / ORC ID: 0000-0003-2954-1815, CVU CONACYT ID: 786966

DOI: 10.35429/JOIE.2019.12.3.24.31

Recibido 10 de Septiembre, 2019; Aceptado 10 de Diciembre, 2019

Resumen

El triciclo de carga es una herramienta ampliamente utilizada en la actualidad debido a su versatilidad, ya que permite transportar de manera efectiva todo tipo de cargas como lo son: materiales de construcción, frutas y verduras, negocios ambulantes, e incluso pasajeros humanos. Actualmente consta de tres ruedas dos al frente y una atrás formando de esa manera un triángulo, sus componentes son: los neumáticos, los rines, el sillín, el montacargas, el cuadro, la cadena de transmisión, la multiplicación, el piñón trasero, la masa de contrapedal, entre otros. En el presente artículo se describe el rediseño de un triciclo de carga pesada capaz de cargar 700 kg sin deformar su estructura. Para ello, se ha utilizado el proceso de diseño que propone Budynas y Nisbett en su libro "Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley"; así mismo, se ha realizado el diseño y la simulación en una versión de prueba del software Siemens NX 10, el cual es un software CAD. Se presentan los planos de todos los componentes diseñados, así como una gráfica de su ensamble.

Triciclo, Rediseño, Carga pesada

Abstract

The tricycle is a widely used tool nowadays due to its versatility, since it allows effectively transporting all types of loads such as: construction materials, fruits and vegetables, traveling businesses, and even human passengers. Currently consists of three wheels two front and one back forming a triangle, its components are: tires, wheels, seat, lift truck, frame, transmission chain, multiplication, back gear, the counterpedal mass, among others. The article describes the redesign of a heavy load tricycle capable of loading 700 kg without deforming its structure. For this purpose, it follows the design process proposed by Budynas and Nisbett in his book "Design in Mechanical Engineering of Shigley". Likewise, the design and simulation has been worked in a trial version of the Siemens NX 10 software, which is a CAD software. The plans of all the designed components are presented, as well as a graph of their assembly.

Tricycle, Redesign, Heavy load

Citación: MORALES-HERNÁNDEZ, Maricela, VILLALOBOS-NOLASCO, Marco Antonio, DIAZ-SARMIENTO, Bibiana y MINGÜER-ALLEC, Luz María. Rediseño de un triciclo de carga pesada, libre de contaminación. Revista de Ingeniería Innovativa. 2019. 3-12: 24-31

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: moralesh.maricela@gmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer Autor.

Introducción

De acuerdo con Budynas y Nisbett (2012), diseñar es formular un plan para satisfacer una necesidad específica o resolver un problema, en este caso, el problema que se aborda es la limitante en carga máxima de los triciclos convencionales entre 40 y 240 kilogramos (Trejo, 2014), y además se agrega la característica de que la propulsión de este triciclo es libre de contaminación, ya que se usa solamente el pedaleo, como si fuera una bicicleta convencional, pero que combinando las características de sus componentes se logra un empuje suficiente para llevar un peso de hasta 700 kilogramos.

Si este plan resulta en la creación de algo físicamente real, entonces el producto debe ser funcional, seguro, confiable, competitivo, útil, y es en este momento cuando se puede tomar la decisión de fabricarse y comercializarse (Budynas y Nisbett, 2012).

Existen diferentes aplicaciones del triciclo enfocados a la conservación del ambiente, como lo mencionan Camilo y Veladía (2018) en su tesis. Las bicicletas y triciclos aparecen como alternativas vehiculares naturales que podrían solucionar los problemas de emisión y accesibilidad, además de presentar nuevas oportunidades para expandir un nuevo campo de investigación y emprendimiento conocido en Europa como la Ciclogística; esto quiere decir, que las propuestas de utilizar vehículos libres de contaminación es una preocupación general en el mundo actual, de ahí que sea también del interés de los autores del presente trabajo.

Muestra de la preocupación por establecer formalmente y bajo legislaciones el uso del triciclo en diferentes aspectos de la vida diaria, se ha desarrollado en la Unión Europea el programa PRO-E-BIKE (promoting-electric-bike-delivery) y se ha generado una mesa de discusión sobre la ciclogística en la ciudad de Bruselas (PRO-E-BIKE, 2015).

Desde 2011, el correo danés utiliza triciclos eléctricos para entregar contenedores de paquetes y paquetes a las empresas; con ello, la necesidad de almacenar los paquetes disminuye sustancialmente (PRO-E-BIKE, 2011).

Por todo lo anterior, el Instituto Tecnológico de Oaxaca no puede mantenerse al margen de estos sucesos y al ser el triciclo una herramienta de trabajo para muchas personas en el municipio de Oaxaca de Juárez, se realiza esta propuesta de diseño de un triciclo de carga pesada. Para lograr lo anterior, y con el fin de desarrollar las características de cada componente del triciclo de carga pesada, se utiliza el software NX 10 fabricado por Siemens, el cual es una solución integral potente y flexible que ayuda a ofrecer productos mejorados de forma más rápida y eficaz (Siemens, 2019).

Este software CAD (Diseño Asistido por Computadora) /CAM (Manufactura Asistida por Computadora) /CAE (Ingeniería Asistida por Computadora) (Leu, Ghazanfari y Kolan, 2017), ofrece soluciones de diseño, simulación y fabricación con características tecnológicas avanzadas y control de calidad.

Diseño asistido por computadora (CAD) de acuerdo con Villeta (2006) es la utilización de una computadora para poder crear, manipular, analizar y comunicar una idea; proceso que implica desde dibujar planos de productos industriales hasta escribir textos o presupuestos de dichos productos.

El rediseño planteado en este artículo es para un fin específico, usar el triciclo convencional para transportar cargas pesadas cambiando componentes que generan la fuerza en su propulsión, y en caso de requerir transportar mercancías congeladas o frágiles, como lo menciona Arza, Faulin y Serrano (2019), además de tener en cuenta los problemas técnicos, hay que diseñar un modelo apropiado para la optimización de la ruta.

En las secciones que componen el artículo se presenta un rediseño del triciclo para que pueda transportar carga pesada; lo cual sería de gran utilidad en colonias del municipio de Oaxaca de Juárez, ya que muchas de ellas aún no cuentan con la infraestructura para transportación de carga, además se plantea que la propulsión del triciclo siga siendo mediante fuerza de empuje de personas, que es libre de contaminación ya que el mismo ser humano lo manejaría como un triciclo común, el empuje está en el cambio de los elementos que amplifican la fuerza que aplica el pedaleo del mismo.

Los resultados de la presente investigación beneficiarían a la población de bajos recursos, ya que tendrían un medio de transporte económico y sin contaminación por uso de combustibles fósiles. Por otro lado, la investigación aporta las bases para que se sigan desarrollando otras aplicaciones a este vehículo económico y simple, tal como ya sucede en otros países europeos; y con ello fomentar el uso de energías alternativas para desarrollar actividades cotidianas del ser humano.

El artículo se compone de nueve secciones, en la primera se introduce al lector en el diseño de un triciclo de carga pesada, se explica la idea central del diseño. En la sección dos se plantea la problemática de forma clara, en la siguiente sección se plantea la metodología que se usa en el diseño, en la sección cuatro se describe el desarrollo que se realizó, haciendo uso de un software CAD, se muestran también las diferentes pruebas de esfuerzo que se aplicaron a los componentes del diseño.

La sección cinco muestra los resultados obtenidos, y usando las vistas que proporciona NX 10 se ilustra la forma en que queda el triciclo diseñado con las características planteadas originalmente.

En la sección seis se da el reconocimiento y agradecimiento a las instituciones y personas que aportaron su experiencia y conocimiento en el desarrollo del presente trabajo; en la siguiente sección se dan las conclusiones a las que se llegaron y finalmente se listan las referencias consultadas en la elaboración del presente trabajo.

Planteamiento del problema

En el municipio de Oaxaca de Juárez, existen 307 colonias (INEGI, 2015), en algunas de ellas la transportación tanto de objetos como de pasajeros humanos, sigue siendo un problema. En los últimos años ha tenido auge el concepto de mototaxi y éstos han proliferado en la ciudad, principalmente en las colonias de los márgenes; sin embargo, los mototaxis también contribuyen a la contaminación del ambiente, ya que utilizan gasolina para su funcionamiento. En contraparte son también populares los triciclos principalmente en la venta ambulante de productos y para transportar algunas cargas poco pesadas.

En el presente trabajo se abordan dos problemáticas: la transportación de carga de objetos pesados y la contaminación del aire. La contaminación se genera cuando se utilizan vehículos que usan combustibles fósiles para la transportación de cargas pesadas como pueden ser: materiales para construcción, víveres, mercancías de uso cotidiano, leña, carbón, etc.; y en lugar del uso de este tipo de vehículos se puede tener triciclos libres de contaminación por combustible, que soporten hasta una carga máxima de 700 kilogramos

Metodología

Como se menciona en la introducción, se ha tomado como base el proceso de diseño de Budynas y Nisbett (2012). Tal proceso establece seis fases en las que se reconocen múltiples retroalimentaciones e iteraciones, de tal forma, que al final del proceso se alcancen los objetivos y metas planteados para un cierto diseño recopilado de las necesidades reales de los usuarios del triciclo en este caso.

El proceso de diseño se ilustra en la figura 1.

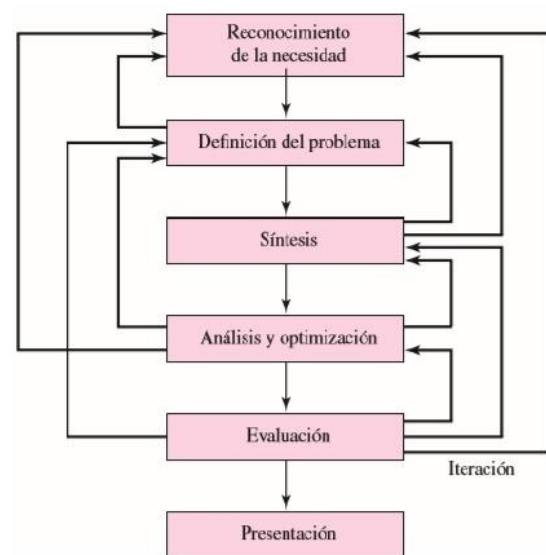


Figura 1 Fases del proceso de diseño

Fuente: Budynas y Nisbett, 2008

Desarrollo

Como se explica en la sección previa, utilizando un modelo de diseño iterativo, se inició el proceso indagando las necesidades de transportación de carga en las colonias del municipio de Oaxaca de Juárez como son: Estado de Oaxaca, La Joya, Emiliano Zapata, y Montoya.

De acuerdo con las opiniones de las personas que tienen necesidad de transportar carga, el triciclo de carga perfecto debe ser económico, requerir poco mantenimiento, tener rines fuertes que no se deformen, debe ser fácil de armar y de modificar. Los componentes identificados en el triciclo de carga son los siguientes:

- Neumáticos de caucho
- Cámaras internas
- Rines
- Montacargas
- Cuadro del triciclo
- Multiplicación
- Cadena de transmisión
- Piñón trasero

Con los componentes se realizó una simulación en el programa Siemens NX 10, en la figura 2 se muestra el diseño del neumático y en la tabla 1 se muestra las características del neumático.

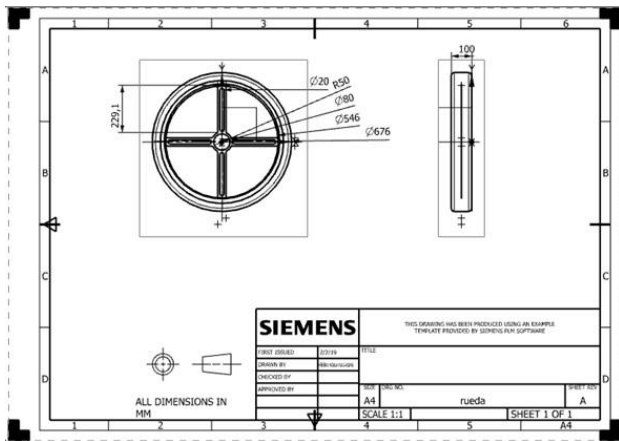


Figura 2 Diseño del neumático
Fuente: Elaboración Propia

Nombre	Neumático
Descripción	Serán necesarios tres neumáticos, dos al frente y uno atrás. El neumático trasero se pide con una masa especial para poder adaptar el piñón trasero, y los delanteros se acoplan mediante masas de baleros sellados
Ubicación	Se ubican dos a los costados del eje de carga y uno se acopla en la tijera del cuadro trasero
Material	Los rines son de acero y las cubiertas neumáticas son de motocicleta para poder soportar el peso

Tabla 1 Características del neumático
Fuente: Elaboración Propia

En la figura 3 se muestra la simulación del montacargas, mientras en la tabla 2 se muestran las características del mismo.

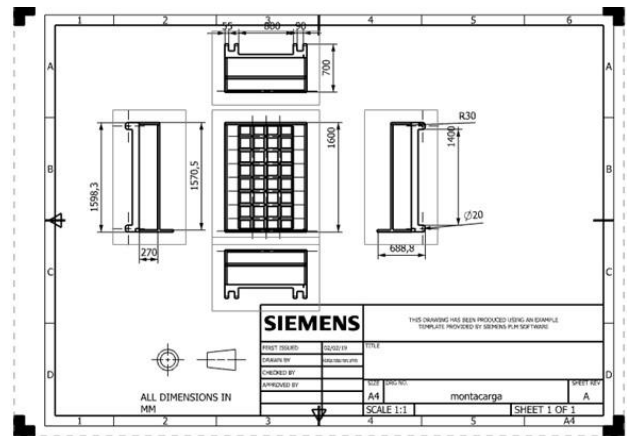


Figura 3 Diseño del montacargas
Fuente: Elaboración Propia

Nombre	Montacargas
Descripción	Se encarga de albergar la carga a transportar, también funciona como timón
Ubicación	Se acopla a los muelles, al cuadro del triciclo de carga pesada y se ubica arriba del eje de carga pesada
Material	Está fabricada con acero comercial o hierro dulce

Tabla 2 Características del montacargas
Fuente: Elaboración Propia

En la figura 4 se presenta el diseño del eje de carga y en la tabla 3 se encuentran las características del eje.

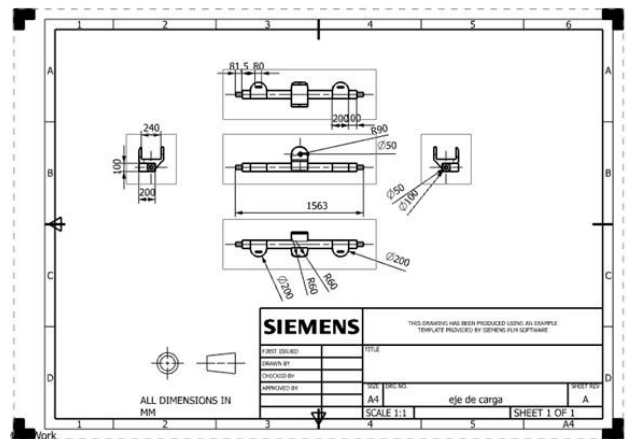


Figura 4 Diseño del eje de carga
Fuente: Elaboración Propia

Nombre	Eje de carga
Descripción	Sobre éste se instalan los neumáticos delanteros, los muelles, el monta cargas y se acopla el cuadro del triciclo de carga pesada, también controla la dirección del triciclo.
Ubicación	Se aloja en el cuadro del triciclo de carga pesada en la caja de centro
Material	Está fabricada con acero comercial o hierro dulce

Tabla 3 Características del eje de carga

Fuente: *Elaboración Propia*

En la figura 5 se muestra el diseño del muelle de carga y en la tabla 4 sus características.

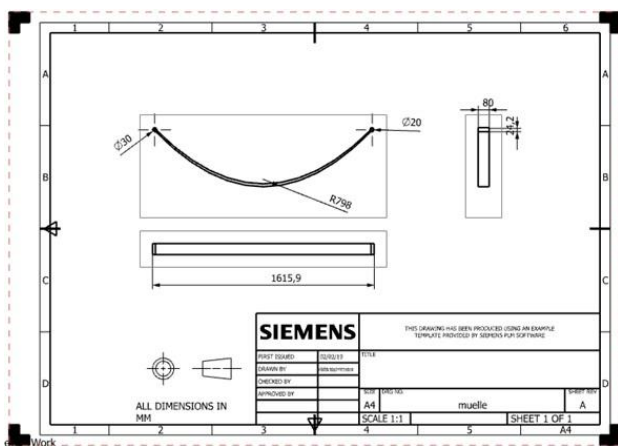


Figura 5 Diseño del muelle de carga

Fuente: *Elaboración Propia*

Nombre	Muelle de carga
Descripción	Serán necesarios 2, estos se instalan en el eje de carga y en el montacargas, su función es adsorber las irregularidades del terreno
Ubicación	Se ubica entre el eje de carga y el montacargas
Material	Está fabricada con acero comercial o hierro dulce

Tabla 4 Características del muelle de carga

Fuente: *Elaboración Propia*

En la figura 6 se presenta el diseño del cuadro del triciclo y en la tabla 5 las características que deseables del mismo.

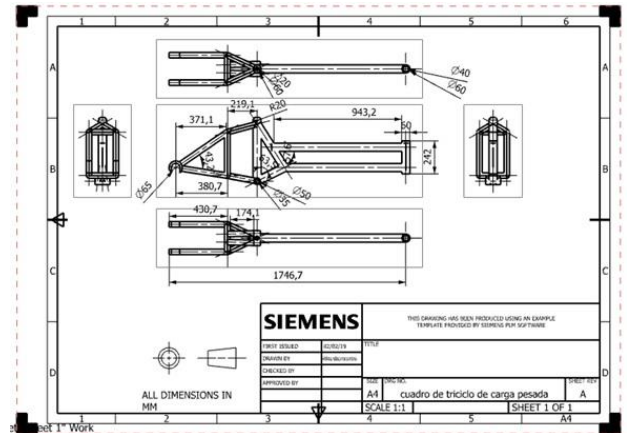


Figura 6 Diseño del cuadro del triciclo

Fuente: *Elaboración Propia*

Nombre	Cuadro
Descripción	Da soporte a la multiplicación, rueda trasera, sillín y eje de carga
Ubicación	Se acopla con el eje de carga y se ubica detrás del monta cargas.
Material	Tubos de acero soldados.

Tabla 5 Características del cuadro del triciclo

Fuente: *Elaboración Propia*

Los diseños obtenidos en esta etapa se someten a pruebas de esfuerzo de cargas para saber si soportan una carga máxima de 700 kilogramos. Las pruebas de esfuerzo se aplican a los muelles, montacargas, eje de carga y neumáticos. En las figuras 7, 8, 9 y 10 se muestran las pruebas realizadas en las que se utilizó el software de Siemens NX 10.

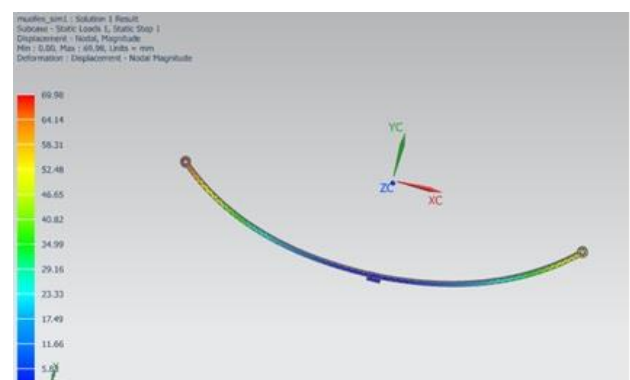


Figura 7 Prueba de esfuerzo en muelles

Fuente: *Elaboración Propia*

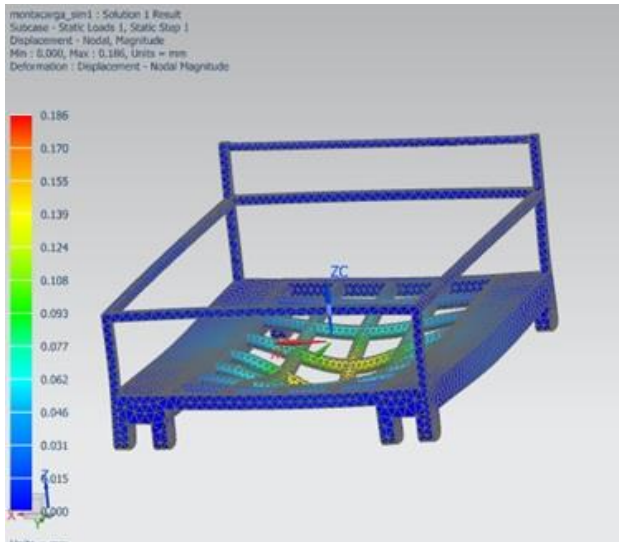


Figura 8 Prueba de esfuerzo en montacargas
Fuente: Elaboración Propia

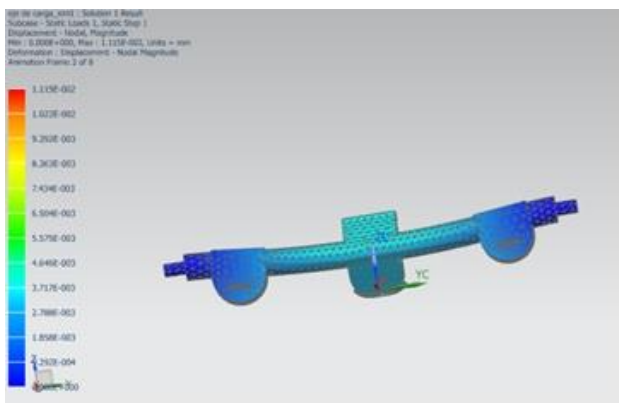


Figura 9 Prueba de esfuerzo en eje de carga
Fuente: Elaboración Propia

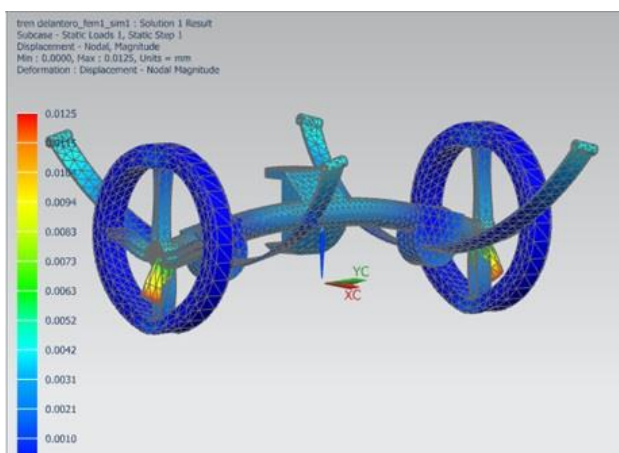


Figura 10 Prueba de esfuerzo en neumáticos
Fuente: Elaboración Propia

En todos los casos las deformaciones encontradas son aceptables y no representan un problema para que el triciclo pueda llevar una carga de 700 kilogramos. Las simulaciones han sido de gran utilidad para poder analizar los componentes por separado en una primera instancia y posteriormente todo el triciclo en su conjunto.

Las pruebas a las que se somete el diseño son aceptadas, ya que la deformación que sufre al someterlo a carga es mínima y no afecta el desempeño del mismo.

Resultados

Después de haber realizado el rediseño del triciclo y de sus componentes; y haber aplicado diferentes pruebas de esfuerzo se obtuvo el diseño definitivo en esta primera fase del trabajo. En la figura 11 se muestra la vista isométrica modelada en Siemens NX 10. En las figuras de la 12 a la 17 se muestran las diferentes vistas del diseño final.

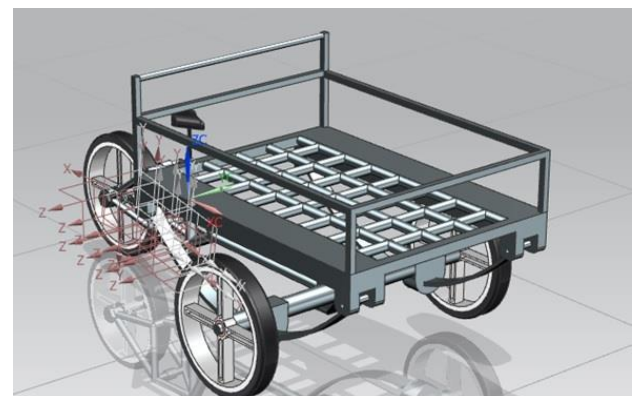


Figura 11 Vista isométrica del triciclo de carga pesada.
Fuente: Elaboración Propia

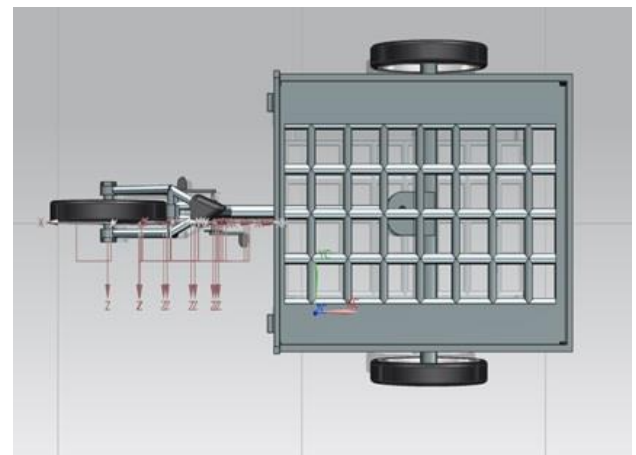


Figura 12 Vista superior del triciclo de carga pesada.
Fuente: Elaboración Propia

Se comprueba que el uso de tecnologías CAD es indispensable en el diseño de componentes mecánicos, pues permite revisar antes de invertir en las piezas reales, su comportamiento ante las cargas a las que éstas son sometidas. Así mismo, se hace hincapié en el uso de metodologías aplicadas al diseño mecánico como la que se ha utilizado en este trabajo, que es parecida a otras metodologías que se aplican en otras áreas de la ingeniería, concluyendo que las herramientas durante el desarrollo de cualquier solución a un problema real nos llevan a obtener un trabajo de calidad y con los documentos necesarios para presentarlos a los inversionistas potenciales.

Referencias

- Ángel, C. y Espíndola, V. (2018). *Propuesta de distribución de productos alimenticios con bicicletas o triciclos de carga*. (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Arza, J., Faulin, J. y Serrano, A. (2019). Análisis de la distribución urbana sostenible de mercancías en el Casco Antiguo de Pamplona (trabajo de fin de grado). España: Universidad Pública de Navarra.
- Budynas, R. y Nisbett, J. (2012). *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. 9ª edición. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- INEGI. (2015). *Oaxaca. Visión en cifras*. Recuperado de: https://www.municipiodeoaxaca.gob.mx/uploads/attachment/.../Oaxaca_en_cifras.pdf.
- Leu, M., Ghazanfari, A. y Kolan, K. (2017). *NX 10 for Engineering Design*. Missouri University of Science & Technology. Recuperado de <http://web.mst.edu/~mleu/>
- PRO-E-BIKE (2011). Buenas prácticas. D 2.1 Current situation analysis. Recuperado de <http://www.pro-e-bike.org/buenas-practicas/>
- PRO-E-BIKE. (23 de noviembre de 2015). *Roundtable on Cyclelogistics in Brussels*. Recuperado de <http://www.pro-e-bike.org/2015/11/23/roundtable-on-cyclelogistics-in-brussels/>
- Siemens. (2019). *Productos. NX para diseño*. Recuperado de <https://www.plm.automation.siemens.com/global/es/products/nx/nx-for-design.html>
- Trejo. (2014). *Triciclos de carga*. Recuperado de <http://triciclosdecarga.com/triciclo-de-carga-charger-reforzado-R300.php>
- Villeta, J. (2006). *Desarrollo de Proyectos usando CAD*. República Dominicana: Universidad de Santo Domingo.

[Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2^{do} Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3^{er} Coautor

Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)

International Identification of Science – Techonology an Innovation.

ID 1^{er} Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2^{do} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2^{do} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

Resumen (En Español, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Español)

Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Inglés)

Citación: Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo. Revista de Ingeniería Innovativa. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor

Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Artículo

Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No. 10 y Negrita]

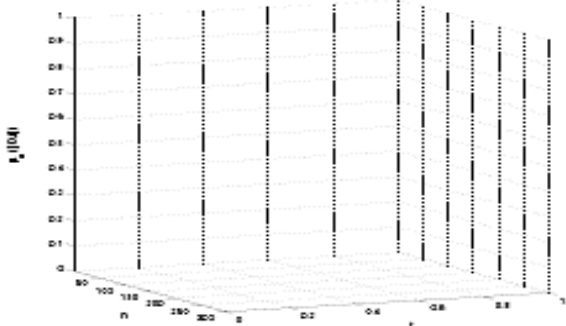


Gráfico 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

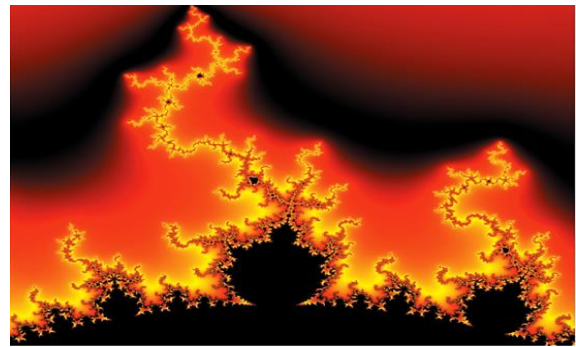


Figura 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Tabla 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Cada Artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Título secuencial.

Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

Referencias

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Artículo.

Utilizar Alfabeto Romano, todas las referencias que ha utilizado deben estar en el Alfabeto romano, incluso si usted ha citado un Artículo, libro en cualquiera de los idiomas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (Inglés, Francés, Alemán, Chino, Ruso, Portugués, Italiano, Español, Árabe), debe escribir la referencia en escritura romana y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

Ficha Técnica

Cada Artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

Reserva a la Política Editorial

Revista de Sistemas Experimentales se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los Artículos a la Política Editorial del Research Journal. Una vez aceptado el Artículo en su versión final, el Research Journal enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del Artículo.

Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Declaración de Originalidad y carácter inédito del Artículo, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de Artículos que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes del Artículo deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia del Artículo propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Sistemas Experimentales emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en este Artículo ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en el Artículo, así como las teorías y los datos procedentes de otros Artículos previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Bolivia considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.

Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-Mexico, S.C en su Holding Perú para su Revista de Ingeniería Innovativa, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre Artículos enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio al Artículo el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los Artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los Artículos que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al que hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter el Artículo a evaluación.

Responsabilidades de los Autores

Los Autores deben garantizar que sus Artículos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Artículos definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del Artículo presentado a arbitraje.

Servicios de Información

Indización - Bases y Repositorios

RESEARCH GATE (Alemania)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico- CSIC)

HISPANA (Información y Orientación Bibliográfica-España)

Servicios Editoriales:

Identificación de Citación e Índice H.

Administración del Formato de Originalidad y Autorización.

Testeo de Artículo con PLAGSCAN.

Evaluación de Artículo.

Emisión de Certificado de Arbitraje.

Edición de Artículo.

Maquetación Web.

Indización y Repositorio

Traducción.

Publicación de Obra.

Certificado de Obra.

Facturación por Servicio de Edición.

Política Editorial y Administración

1047 Avenida La Raza -Santa Ana, Cusco-Perú. Tel: +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 1260 0355, +52 1 55 6034 9181; Correo electrónico: contact@ecorfan.org www.ecorfan.org

ECORFAN®

Editor en Jefe

MIRANDA - TORRADO, Fernando. PhD

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN® Republic of Peru), sponsorships@ecorfan.org

Licencias del Sitio

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. financingprograms@ecorfan.org

Oficinas de Gestión

1047 Avenida La Raza -Santa Ana, Cusco-Perú.

Revista de Ingeniería Innovativa

“Prototipo de sistema fotovoltaico conectado a red eléctrica: Diseño, caracterización e implementación”

MEJIAS-BRIZUELA, Nildia, BRIÓN-GONZÁLEZ, Rosa, RAMÍREZ-LUGO, Arturo y OROZCO-GUILLÉN, Eber

Universidad Politécnica de Sinaloa

“Prototipo electrónico simple y de bajo costo para rastreo de vehículos basado en GPS”

MORALES-HERNÁNDEZ, Maricela, CABALLERO-JULIAN, Franco Gabriel, WONG-DÍAZ, Antonio Erick y AGUILAR-ORTIZ, Gabriela

Instituto Tecnológico de Oaxaca

“Diseño y construcción de un pico-satélite educativo CanSat tipo rover denominado EagleSat V2.1”

MANCILLA-CEREZO, Josue, PALACIOS-GARCIA, Ana Cristina, PÉREZ-LOPEZ, Adriana y JIMENEZ-GONZALEZ, Diane Grace

Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca

Instituto Tecnológico Superior de Teziutlan

“Rediseño de un triciclo de carga pesada, libre de contaminación”

MORALES-HERNÁNDEZ, Maricela, VILLALOBOS-NOLASCO, Marco Antonio, DIAZ-SARMIENTO, Bibiana y MINGÜER-ALLEC, Luz María

Instituto Tecnológico de Oaxaca

