

ISSN 2523-6776

Volumen 4, Número 13 — Enero — Junio - 2020

Revista de  
Ingeniería  
Tecnológica

**ECORFAN®**

## **ECORFAN®**

### **Editor en Jefe**

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

### **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 Tecnológica**, Volumen 4, Número 13, de Enero a Junio 2020, es una revista editada semestralmente por Ecorfan-Taiwán. Taiwan, Taipei. YongHe district, ZhongXin, Street 69. Postcode: 23445. WEB: [www.ecorfan.org/taiwan](http://www.ecorfan.org/taiwan), [revista@ecorfan.org](mailto:revista@ecorfan.org). Editor en Jefe: SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC. ISSN: 2523-6776. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática Ecorfan. ESCAMILLA-BOUCHÁN Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 30 de Junio 2020.

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 Tecnológica**

## **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 de innovación en la ingeniería eléctrica, amplificación de señales , diseño de motores eléctricos, ciencias materiales en las plantas eléctricas, gestión y distribución de energías eléctricas.

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 Tecnológica es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Taiwan, 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 innovación en la ingeniería eléctrica, amplificación de señales , diseño de motores eléctricos, ciencias materiales en las plantas eléctricas, gestión y distribución de energías eléctricas 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 Ciencias de Ingeniería y Tecnología. El horizonte editorial de ECORFAN-México® 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**

HERNANDEZ - ESCOBEDO, Quetzalcoatl Cruz. PhD  
Universidad Central del Ecuador

FERNANDEZ - ZAYAS, José Luis. PhD  
University of Bristol

NAZARIO - BAUTISTA, Elivar. PhD  
Centro de Investigacion en óptica y nanofisica

MAYORGA - ORTIZ, Pedro. PhD  
Institut National Polytechnique de Grenoble

CASTILLO - LÓPEZ, Oscar. PhD  
Academia de Ciencias de Polonia

HERRERA - DIAZ, Israel Enrique. PhD  
Center of Research in Mathematics

AYALA - GARCÍA, Ivo Neftalí. PhD  
University of Southampton

CARBAJAL - DE LA TORRE, Georgina. PhD  
Université des Sciencies et Technologies de Lille

CERCADO - QUEZADA, Bibiana. PhD  
Intitut National Polytechnique Toulouse

DECTOR - ESPINOZA, Andrés. PhD  
Centro de Microelectrónica de Barcelona

## **Comité Arbitral**

BARRON, Juan. PhD  
Universidad Tecnológica de Jalisco

CASTAÑÓN - PUGA, Manuel. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

ARROYO - FIGUEROA, Gabriela. PhD  
Universidad de Guadalajara

GONZÁLEZ - LÓPEZ, Samuel. PhD  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

ARREDONDO - SOTO, Karina Cecilia. PhD  
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

BAEZA - SERRATO, Roberto. PhD  
Universidad de Guanajuato

BAUTISTA - SANTOS, Horacio. PhD  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

CASTILLO - TOPETE, Víctor Hugo. PhD  
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

GONZÁLEZ - REYNA, Sheila Esmeralda. PhD  
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

CRUZ - BARRAGÁN, Aidee. PhD  
Universidad de la Sierra Sur

CORTEZ - GONZÁLEZ, Joaquín. PhD  
Centro de Investigación y Estudios Avanzados

## **Cesión de Derechos**

El envío de un Artículo a Revista de Ingeniería Tecnológica 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 Taiwan 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 Oceanía. 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 innovación en la ingeniería eléctrica, amplificación de señales, diseño de motores eléctricos, ciencias materiales en las plantas eléctricas, gestión y distribución de energías eléctricas y a otros temas vinculados a las Ciencias de Ingeniería y Tecnología

## **Presentación del Contenido**

Como primer artículo presentamos, *Sistema de recuperación de energía basado en emular el movimiento del flujo de agua en tuberías*, por MASTACHE-MASTACHE, Jorge Edmundo, RAMÍREZ-CHÁVEZ, César León, LOVERA-GARCIA, Jesús Adan y DE LA GARZA-MACEDO, José Ángel, con adscripción en la Universidad de Ixtlahuaca, como segundo artículo presentamos, *Análisis energético de un aerogenerador con diferentes grados de inclinación del aspa usando integral numérica*, por JUÁREZ-TOLEDO, Carlos, MARTÍNEZ-CARRILLO, Irma y HERNÁNDEZ-EPIGMENIO, Miguel Ángel, con adscripción en la Universidad Autónoma del Estado de México, como tercer artículo presentamos, *Estudio del desempeño de focos de iluminación doméstica*, por ESQUIVEL RAMÍREZ, Alma Edith, GÓMEZ VIEYRA, Armando y CORRAL MARTÍNEZ, Luis Francisco, con adscripción en la Universidad Autónoma Metropolitana y el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chihuahua, como último artículo presentamos, *Aplicación de una herramienta de seguridad para la prevención de fuga de información*, por GONZÁLEZ-RAMÍREZ, Claudia Teresa, GÓMEZ-MARTÍNEZ, Leonardo, COLÍN-MORALES, José Manuel y DELGADO-PICHARDO, Mauricio, con adscripción en el Instituto Tecnológico de Zitácuaro.

## Contenido

Artículo	Página
<b>Sistema de recuperación de energía basado en emular el movimiento del flujo de agua en tuberías</b> MASTACHE-MASTACHE, Jorge Edmundo, RAMÍREZ-CHÁVEZ, César León, LOVERA-GARCIA, Jesús Adan y DE LA GARZA-MACEDO, José Ángel <i>Universidad de Ixtlahuaca</i>	1-8
<b>Análisis energético de un aerogenerador con diferentes grados de inclinación del aspa usando integral numérica</b> JUÁREZ-TOLEDO, Carlos, MARTÍNEZ-CARRILLO, Irma y HERNÁNDEZ-EPIGMENIO, Miguel Ángel <i>Universidad Autónoma del Estado de México</i>	9-15
<b>Estudio del desempeño de focos de iluminación domestica</b> ESQUIVEL RAMÍREZ, Alma Edith, GÓMEZ VIEYRA, Armando y CORRAL MARTÍNEZ, Luis Francisco <i>Universidad Autónoma Metropolitana Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chihuahua</i>	16-23
<b>Aplicación de una herramienta de seguridad para la prevención de fuga de información</b> GONZÁLEZ-RAMÍREZ, Claudia Teresa, GÓMEZ-MARTÍNEZ, Leonardo, COLÍN-MORALES, José Manuel y DELGADO-PICHARDO, Mauricio <i>Instituto Tecnológico de Zitácuaro</i>	24-33

## Sistema de recuperación de energía basado en emular el movimiento del flujo de agua en tuberías

### Energy recovery system based on emulating the movement of water flow in pipes

MASTACHE-MASTACHE, Jorge Edmundo†\*, RAMÍREZ-CHÁVEZ, César León, LOVERA-GARCIA, Jesús Adan y DE LA GARZA-MACEDO, José Ángel

*Universidad de Ixtlahuaca CUI, Escuela Profesional de Ingeniería y TESJO*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Jorge Edmundo, Mastache-Mastache* / ORC ID: 0000-0001-6104-6764, Researcher ID Thomson: H-1187-2018, CVU CONACYT ID: 544943

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *César León, Ramírez-Chávez* / ORC ID: 0000-0002-3603-6422, CVU CONACYT ID: 163468

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Jesús Adan, Lovera-Garcia* / ORC ID: 0000-0002-1145-103X

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *José Ángel, De La Garza-Macedo* / ORC ID: 0000-0002-7744-3307

DOI: 10.35429/JTEN.2020.13.4.1.8

Recibido 03 de Marzo, 2020; Aceptado 30 Junio, 2020

#### Resumen

La producción de energía es un factor importante para el desarrollo de actividades productivas, de transformación y servicios en el país, cuya generación y consumo incrementa año con año, lo que conlleva a utilizar cada vez más las energías limpias. La energía hidroeléctrica como opción portátil de aplicación aporta poco para la producción energética en industrias u hogares, por lo que esta situación presenta una oportunidad para el desarrollo de sistemas adaptables de generación de energía que aprovechan el movimiento del agua. En el presente trabajo se desarrolló un banco de pruebas basado en un sistema de recuperación de energía, el cual consiste en simular el flujo de agua que existe en las tuberías para así generar energía eléctrica a través del movimiento mecánico acoplado un generador de imanes permanentes, donde se emuló el comportamiento de una turbina interconectada a una tubería, a través de un motor de CD cuya velocidad es controlada a través de un troceador de potencia. Se desarrolló un almacenamiento y conversión de potencia, integrando un módulo rectificador con filtro el cual convertía la señal de alterna a directa, que posteriormente sería la entrada de un convertidor CD-CD reductor Buck, el cual tiene una alta eficiencia y permite reducir el voltaje estabilizado a 5V. Para completar el sistema de almacenamiento a diferentes cargas se utilizó un módulo convertidor de potencia Boost el cual eleva y convierte la señal de CD a CD, obteniendo una salida de tensión mayor que su entrada, esta energía podrá ser almacenada en baterías y de igual forma ser utilizado para energizar cualquier dispositivo de CD, permitiéndonos así ahorrar una parte de la energía que se consume al transportar el agua en una tubería.

**Energía hidráulica, Banco de Pruebas, Convertidores**

#### Abstract

Energy production is an important factor for the development of productive activities, transformation and services in the country, whose generation and consumption increases year by year, which leads to the use of clean energy more and more. Hydropower as a portable application option contributes little to energy production in industries or homes, so this situation presents an opportunity for the development of adaptive power generation systems that take advantage of the movement of water. In the present work, a test bench based on an energy recovery system was developed, which consists of simulating the flow of water that exists in the pipes in order to generate electrical energy through mechanical movement by coupling a permanent magnet generator, where the behavior of a turbine interconnected to a pipeline was emulated, through a DC motor whose speed is controlled through a power chopper. A storage and power conversion was developed, integrating a rectifier module with filter which converted the signal from alternating to direct, which would later be the input of a Buck reducing CD-CD converter, which has high efficiency and allows to reduce the voltage stabilized at 5V. To complete the storage system at different loads, a Boost power converter module was used which raises and converts the signal from CD to CD, obtaining a voltage output greater than its input, this energy can be stored in batteries and in the same way be used to power any CD device, thus allowing us to save a part of the energy that is consumed when transporting water in a pipe.

**Hydraulic energy, Test Bench, Converters.**

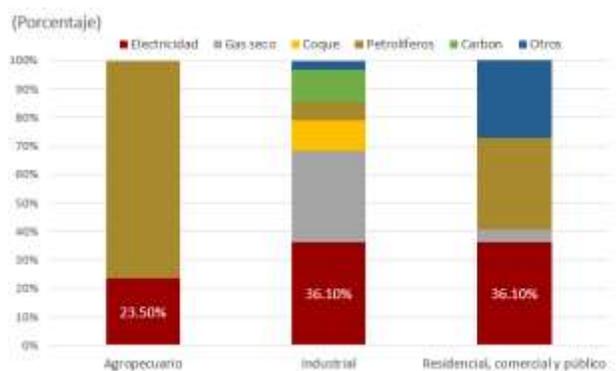
**Citación:** MASTACHE-MASTACHE, Jorge Edmundo, RAMÍREZ-CHÁVEZ, César León, LOVERA-GARCIA, Jesús Adan y DE LA GARZA-MACEDO, José Ángel. Sistema de recuperación de energía basado en emular el movimiento del flujo de agua en tuberías. *Revista de Ingeniería Tecnológica*. 2020. 4-13: 1-8

\* Correspondencia del Autor (mastache@uicui.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

En la última década, la industria eléctrica registró tasas de crecimiento positivas, siendo la segunda fuente de energía con mayor consumo en México, con una participación de 30.4% de consumo energético total del país. (SENER 2018) Representando el 23.5% del consumo de energía en el sector agropecuario, el 36.1% en la industrial el 30.1% del consumo total en los sectores residencial, comercial y público y el 0.2% del sector transporte. La Figura 1 muestra la gráfica del consumo de energía en cada sector.



**Figura 1** Participación de la electricidad en el consumo final de energía por sector (porcentaje)

Fuente: SENER, (2018)

La energía eléctrica representa el segundo gasto de consumo total en las viviendas, junto con el agua, gas y otros combustibles según la Encuesta Nacional de los Hogares realizada por el INEGI. Por hogar se entiende el conjunto de personas que pueden ser o no familiares, que comparten la misma vivienda y se sostienen de un gasto común. (INEGI 2018) La demanda de energía eléctrica representa un gasto en los hogares mexicanos, el cual es el segundo gasto de consumo total de las viviendas, estimando un gasto promedio trimestral en la electricidad es de \$1,388 pesos, por hogar.

Dichas cifras según las encuestas van aumentando de acuerdo a las personas que viven en los hogares, puesto que utilizan la energía para actividades cotidianas y por lo tanto los usuarios destinan una mayor parte de su ingreso trimestral hacia al pago de la electricidad. (SENER 2018) México está dominado por las fuentes no renovables de energía, las cuales han jugado un papel decisivo para el desarrollo económico del país, sin embargo, aunque consumir este tipo de energía es necesario para los procesos productivos de la sociedad, debemos considerar que producen un daño considerable al medio ambiente.

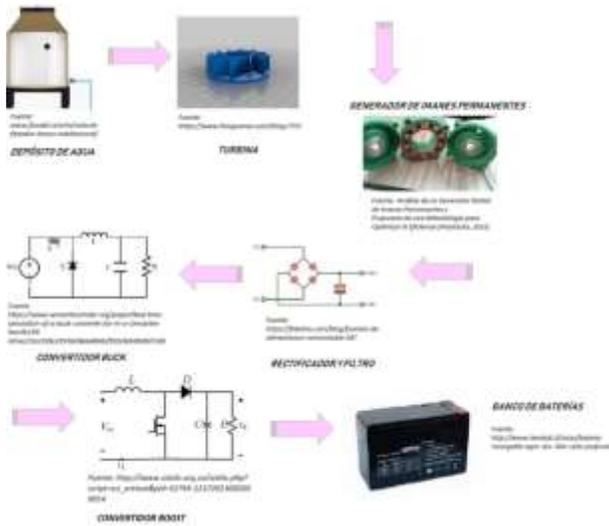
En los últimos años la búsqueda de nuevas fuentes de energía, ha desarrollado estudios de sistemas o dispositivos que sean eficientes o propongan nuevas formas de recuperación o almacenamiento de energía, es por esto que la comunidad científica se decide investigar sobre las fuentes de Energía Renovables. Una de estas fuentes es la energía hidroeléctrica, además de ser accesible para casi todos los países se puede aprovechar para casi todos los cursos o vías de agua.

En otros términos, significa aprovechar una fuerza que se produce naturalmente. Una instalación hidráulica se puede definir como el conjunto de tubos, muebles, accesorios (válvulas, codos y conexiones) y equipo (calentadores, bombas, hidroneumáticos) unidos para llevar en forma adecuada el suministro de agua fría y/o caliente a una edificación. Es por esto que en este trabajo se propone desarrollar un banco de pruebas basado en el diseño e implementación de un sistema electromecánico, capaz de recuperar energía a través del movimiento de agua en las tuberías, el cual servirá como punto de partida para desarrollar estudios de electrónica de potencia, recuperación de energía y control de sistemas dinámicos, pretendiendo que el sistema pueda ser instalado posteriormente en las casas habitación, cuya energía será generada a través del flujo del agua que desciende de las tuberías, hacia el sistema mecánico que estará compuesto por una turbina conectada a un generador de imanes permanentes, el cual producirá una señal eléctrica generada de CA, que deberá ser acoplada a través de convertidores de potencia para su posterior utilización o almacenamiento en baterías.

El presente trabajo servirá como base para futuros proyectos con el fin de ahorrar una parte de la energía que es consumida diariamente en los hogares, ya que toda estructura arquitectónica cuenta con una distribución de agua potable a través de tuberías, la cual se mantiene en constante movimiento por las actividades cotidianas que se realizan como lavarse las manos, bañarse, lavar la ropa, etc., éste movimiento no es aprovechado, por lo que se pretende recuperar esta energía a través de un sistema electromecánico, donde estaremos generando energía sin ningún tipo de daño al medio ambiente.

## Metodología

Es necesario identificar los elementos del prototipo de banco de pruebas del sistema electromecánico de recuperación de energía, para ello se propone el diagrama mostrado en la figura 2.



**Figura 1** Diagrama representante del sistema  
Fuente: *Elaboración Propia*

El sistema consta de la emulación de una turbina instalada directamente en la tubería de agua potable que estará conectada directamente hacia el tinaco, dicha turbina estaría acoplada por una flecha hacia un generador de imanes permanentes, cuya energía generada se traslada hacia un circuito de rectificación y filtrado. Posteriormente, el voltaje obtenido se conducirá hacia un convertidor CD-CD Buck, el cual disminuirá la tensión a 5V y después se incluye un convertidor CD-CD para elevar la tensión a 12-24 V, lo que permitirá utilizar para diferentes tipos de cargas o su almacenamiento en baterías.

## Diseño del banco de pruebas

Como se presentó en el diagrama anterior el banco de pruebas, se subdividió en diferentes etapas de diseño, las cuales se describen de forma individual y se presentan a continuación. Dichas etapas son:

- Análisis y acoplamiento mecánico
- Sistema de control de velocidad
- Sistema de recuperación de energía

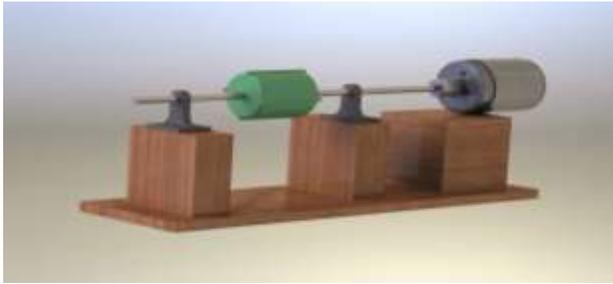
## Análisis y acoplamiento mecánico

Las instalaciones hidráulicas tienen la función de abastecer de agua los diferentes tipos de edificaciones y dentro de estos, está proviene convencionalmente de fuentes de almacenamiento a través de tinacos o depósitos de agua, los cuales emplean el sistema de tanque elevado, por gravedad, o de tanque a presión. Dichos tinacos se encuentran instalados en la parte superior de las construcciones, cuya conexión desciende hacia los muebles por tuberías, generalmente de cobre, que es la más utilizada para casas habitación por su alta resistencia a temperaturas altas y cuya medida estándar es de 19 mm de diámetro.

En estas tuberías existe energía potencial y cinética que no es aprovechada, por lo tanto, este movimiento puede ser aprovechado para hacer girar una turbina. Se calculó la velocidad del flujo de agua en las tuberías y para esto fue necesario comprobar el caudal que atraviesa dicha tubería, para ello se hace una estimación de la velocidad del agua que fluye a través del orificio del tinaco de acuerdo al Teorema de Torricelli, con lo cual se concluye que la velocidad en las tuberías de agua que descienden del tinaco es de  $5.03 \text{ m/s}$ . Por lo tanto, se propone el diseño de una turbina Pelton puesto que son ideales para las aplicaciones con caudales pequeños.

Para la simulación de esta turbina se propuso desarrollar un acoplamiento motor-generator, los cuales controlaremos con una etapa de control de velocidad electrónico, para emular el comportamiento del flujo de agua en tuberías, determinando las revoluciones por minuto (R.P.M.) a partir de la velocidad y el diámetro del rotor asociado a la construcción física, el cual debe girar a 434 R.P.M. Este sistema consta de un motor de 18V acoplado hacia el generador de imanes permanentes a través de una flecha de hierro, así mismo se integran 2 chumaceras para brindar apoyo al eje de rotación del motor.

La etapa de acoplamiento mecánico puede mostrarse en el dibujo diseñado en un paquete de dibujo CAD, para representar el acoplamiento mecánico en el diseño del banco de pruebas como se muestra en la Figura 3.



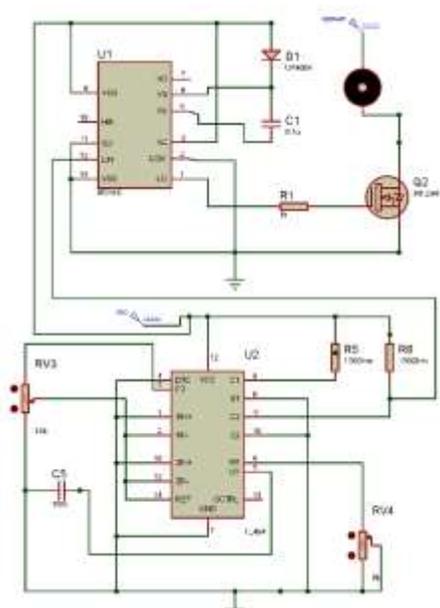
**Figura 3** Diseño del banco de pruebas en software CAD  
Fuente: *Elaboración Propia*

### Sistema de control de velocidad



**Figura 1** Diagrama a bloques del control de velocidad  
Fuente: *Elaboración Propia*

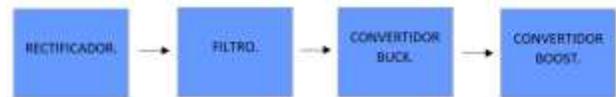
Como se muestra en el diagrama a bloques para emular el comportamiento de la turbina que requiere el sistema, se acoplo el generador a un motor de CD a 18V a 4.1A cuya velocidad es controlada a través de un circuito electrónico troceador conmutación inferior, controlado bajo la técnica de modulación PWM por el circuito TL494 y acoplado a través de un driver de controlador de compuerta IR2110, para provocar la conmutación en el MOSFET semiconductor para el switcheo de una fuente, emulando así a través de la potencia reflejada a la carga las R.P.M. que genera la turbina con el flujo de agua de una tubería, como se muestra en la simulación de la figura siguiente desarrollada en el software PROTEUS 8.9.



**Figura 5** Diagrama esquemático del control de velocidad del motor  
Fuente: *Elaboración Propia*

### Sistema de recuperación de energía

En el diagrama siguiente se muestra la división de los circuitos que se tuvieron que desarrollar para lograr el prototipo de sistema de recuperación.



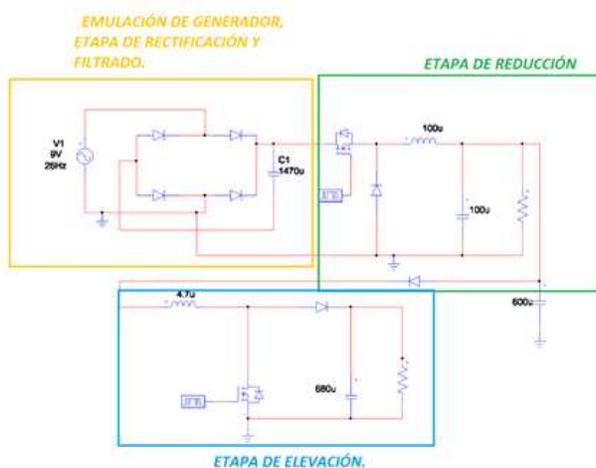
**Figura 6** Diagrama de bloques del circuito de recuperación de energía  
Fuente: *Elaboración Propia*

Para diseñar el circuito de recuperación de energía se parte, de emular la señal a la salida del generador de imanes permanentes en un software de simulación de circuitos eléctricos PSIM 9.0, la cual fue representada a través de una fuente de CA como se muestra en la figura 7, esta señal es dirigida a un módulo rectificador de onda completa conformado por 4 diodos de germanio para aprovechar el bajo voltaje umbral de los dispositivos y reducir las pérdidas de conducción en esta etapa, la salida del rectificador fue filtrada y acoplada a la siguiente etapa.

A la salida del rectificador CA a CD se añadió un módulo convertidor de potencia Buck, el cual es un convertidor reductor el cual presenta la propiedad de siempre tener un voltaje menor a la salida en comparación con la entrada, esto debido al switcheo del transistor el cual en el instante  $t=0$  comienza a conducir el interruptor semiconductor de potencia, formando dos subcircuitos equivalente de esta etapa donde  $V_o$  es menor que  $V_{in}$  y la corriente que circula por el inductor  $L$  será creciente durante el intervalo del tiempo de encendido.

Posteriormente en el tiempo apagado se genera entonces una sobretensión que hace conducir al diodo en polarización directa generando un nuevo subcircuito que provoca que la energía almacenada en el inductor se reste con el voltaje de alimentación del convertidor, esto con la finalidad de estabilizar la señal de salida del convertidor, debido a que la señal de entrada es cambiante tanto en amplitud como en frecuencia según el flujo de agua en las tuberías.

Después se integró un módulo convertidor de potencia Boost el cual es un elevador de tensión que consiste en convertir energía CD a CD, obteniendo una salida de tensión continua mayor a su entrada, es un tipo de fuente de alimentación conmutada que contiene dos interruptores semiconductores (diodo y transistor); y un elemento inductivo para almacenar energía, que del mismo modo al pasar a un estado de encendido el interruptor de potencia, carga un inductor el tiempo definido por el ciclo de trabajo y en el tiempo de apagado este se suma al nivel de referencia de entrada provocando la elevación de voltaje a la salida del convertidor y de esta forma como se ha mencionado alimentar diferentes tipos de cargas y almacenamiento en baterías mayores a 5V. En la figura 7 se muestra el circuito esquemático en el software PSIM 9.0 completo del sistema de recuperación de energía que fue acoplado al sistema mecánico propuesto en las secciones anteriores.



**Figura 7** Diagrama esquemático del sistema de recuperación de energía

*Fuente: Elaboración Propia*

## Resultados

### Acoplamiento mecánico

En la Figura 8 se muestra el armado físico del sistema mecánico del banco de pruebas constituido por motor regulado por el control de velocidad, conectado a su vez al generador de imanes permanentes a través de una flecha de fierro como acople mecánico, para emular el comportamiento de la turbina. La base anteriormente diseñada, está construida de madera para brindar mayor estabilidad por la vibración del movimiento del motor.



**Figura 8** Implementación de estructura mecánica del banco de pruebas

*Fuente: Elaboración Propia*

La turbina del sistema fue emulada por un motor de CD de 18 V, el cual es controlado por circuito de control de velocidad, simulando así la velocidad con la que desciende el agua en las tuberías de agua potable. El motor se muestra en la Figura 9.



**Figura 9** Motor de CD

*Fuente: Elaboración Propia*

### Generador de imanes permanentes

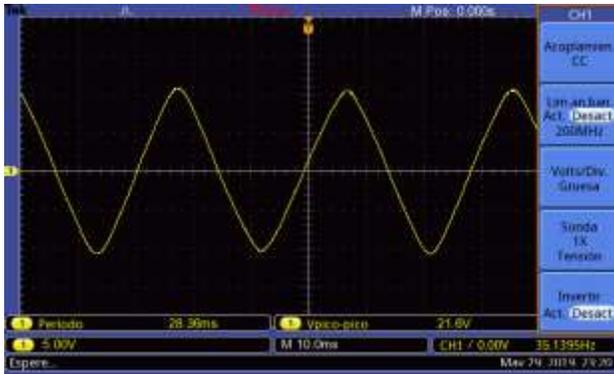
Se utiliza un generador de imanes de 10 polos diseñado e implementado en trabajos previos del grupo de investigación en la tesis de Maestría "Análisis de un Generador Radial de Imanes Permanentes y Propuesta de una Metodología para Optimizar la Eficiencia" (Mastache 2016) el cual se muestra en la Figura 10, que tiene un rotor de fierro en forma de decágono en donde se adhieren 10 imanes permanentes de neodimio de 40 mm de largo por 15 mm ancho por 2 mm de grosor, el rotor y el imán se muestran en la Figura 10 respectivamente.



**Figura 10** Generador de imanes permanentes de 10 polos

*Fuente: Elaboración Propia*

En la Figura 11 se muestra la captura de pantalla del osciloscopio Tektronik TBS-1202B-EDU, la cual es señal de salida del generador de imanes permanentes con el motor controlado a 434 r.p.m. medidas, con las que se pudieron ajustar a partir del circuito para el control de velocidad, obteniendo una amplitud de voltaje máximo de 10 V.



**Figura 11** Señal senoidal a la salida del generador  
*Fuente: Elaboración Propia*

### Acoplamiento electrónico

El acoplamiento electrónico consiste en los circuitos del control de velocidad del motor y el circuito de recuperación de energía, estos circuitos fueron montados en una base de madera para poder manipularlos más fácilmente como banco de pruebas y brindarles mayor soporte como se muestra en la Figura 12



**Figura 12** Implementación de circuitos del banco de pruebas  
*Fuente: Elaboración Propia*

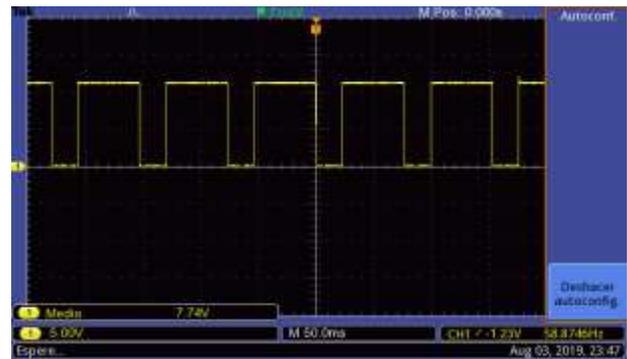
### Control de velocidad del motor

En la Figura 13 se muestra el circuito físico implementado en una placa fenólica con tecnología THT, cuyas pistas fueron diseñadas en el software de simulación PROTEUS y se utilizó una construcción modular para la sustitución de los integrados, en caso de deterioro o modificación.



**Figura 13** Implementación de circuitos del control de velocidad  
*Fuente: Elaboración Propia*

En la Figura 14 muestra la captura de pantalla del osciloscopio de la señal de control PWM para regular la potencia de salida del control de velocidad, a través del troceador asociado.



**Figura 14** Señal de salida del circuito de control de velocidad  
*Fuente: Elaboración Propia*

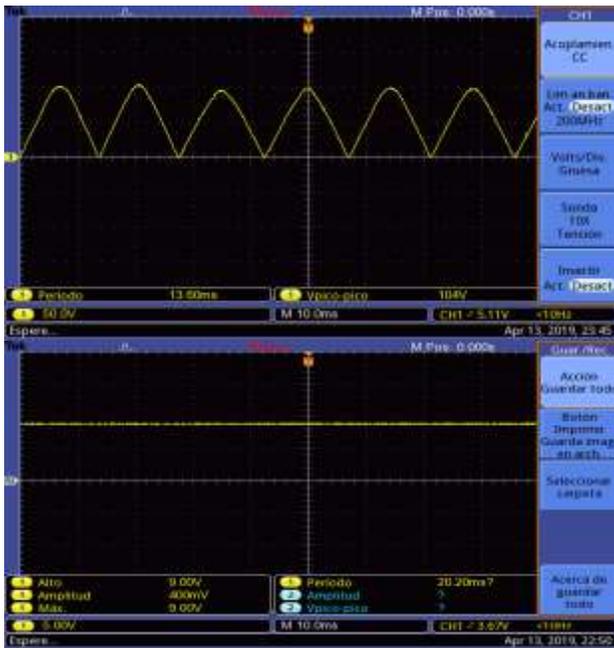
### Circuito rectificador con filtro y módulos de convertidores Buck y Boost

En la Figura 15 se muestra la implementación física del circuito rectificador de diodos de germanio con filtro, así como el módulo de convertidor Buck implementados en una placa fenólica con la misma tecnología de construcción THT, así también como la incorporación del módulo integrado comercial de Convertidor Boost Módulo MT3608.



**Figura 15** Circuito rectificador, convertidor Buck en placa fenólica y módulo convertidor Boost  
*Fuente: Elaboración Propia*

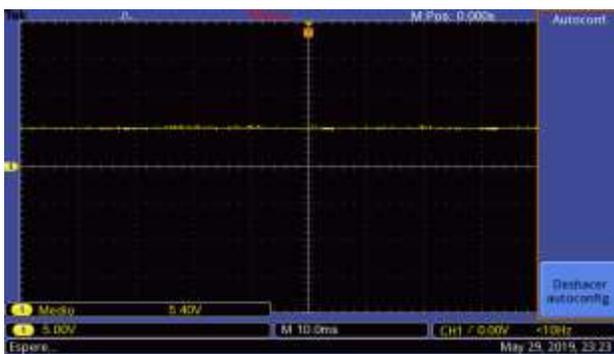
Se tomó la captura de pantalla del osciloscopio en la salida del circuito rectificador de diodos de germanio, cuya señal muestra una salida unipolar en CD con un voltaje pico-pico de 9.8V teniendo una pérdida de voltaje relativamente pequeña en la conducción de los diodos. Así mismo se muestra en la siguiente imagen, la señal de salida del rectificador después de la etapa de filtrado. Estas señales se puede observar en la Figura 16, las cuales son la entrada para los módulos de convertidores de potencia CD-CD.



**Figura 16** Señal de salida del circuito rectificador sin filtro y con filtro

Fuente: Elaboración Propia

Para reducir y estabilizar el nivel de voltaje, se añadió el convertidor Buck, el cual regula a 5V la señal para tener a la salida a una señal más estable, en función a la señal de entrada, la cual es cambiante según la velocidad de giro del sistema mecánico. La Figura 17 muestra la salida en el osciloscopio regulada a 5V.



**Figura 17** Señal de salida del convertidor Buck.

Fuente: Elaboración Propia

Se añadió al circuito de recuperación de energía un módulo MT3608, que consiste en un convertidor Boost con salida regulable que puede variar de 5 a 28V con una corriente máxima de 2A. Para cumplir con uno de los objetivos de este trabajo como lo es cargar una batería y funcionar como un banco de pruebas de recuperación de energía, en el cual se regula la tensión de salida del voltaje del convertidor Boost hasta obtener 12V, este nivel de voltaje se muestra en la Figura 18 y representa la elevación y adaptación de la potencia para ser utilizado a diferentes cargas.



**Figura 18** Señal de salida del convertidor Boost a 12 V

Fuente: Elaboración Propia

## Agradecimientos

Los autores de este trabajo agradecemos el apoyo que se ha tenido, para el desarrollo de este proyecto, por parte de la Universidad de Ixtlahuaca y la Escuela Profesional de Ingeniería.

## Conclusiones

El prototipo cumple con objetivo principal de este trabajo, el cual era desarrollar un banco de pruebas para la recuperación de energía eléctrica emulando el flujo de agua en las tuberías de agua potable de las edificaciones a través de un generador de imanes permanentes para el tratamiento de la señal de salida hacia un módulo reductor y elevador de tensión para utilizar esta señal de salida en diferentes aplicaciones.

Este trabajo funge como punto de partida para el análisis de los sistemas mecánicos acoplados a elementos electromecánicos que puedan ser usados para el tratamiento de señales o energías residuales en algún sistema de movimiento.

Por lo tanto, la principal aportación de este artículo radica en que se realizó una herramienta (banco de pruebas) como base para futuras investigaciones y generaciones de estudiantes dentro del grupo de investigación que podrán desarrollar técnicas de control y electrónica de potencia relacionados con el almacenamiento y tratamiento de energía provenientes de sistemas mecánicos de uso convencional.

### Trabajos futuros

El banco de pruebas contribuye como un fundamento para nuevas líneas de investigación en la Universidad investigaciones relacionadas con la implementación, el control, automatización o la optimización de este prototipo. En cuanto a la construcción y diseño de los componentes mecánicos, las áreas de mejora incluyen una revisión a los componentes de refuerzo del banco de pruebas para garantizar una operación libre de vibraciones. Cabe destacar que este prototipo se puede extrapolar a aplicaciones con flujos de agua más abundantes, por lo que al utilizar la metodología presentada en este trabajo puede adaptarse a diversas aplicaciones.

### Referencias

A. Franco y M. Velázquez, “Una aproximación sociodemográfica al consumo de energía en los hogares mexicanos”. México: Consejo Nacional de Población, 2014.

“Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2014”, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México, 2014. [En línea]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2014/>. [Accedido: 01-marzo-19].

“Balance Nacional de Energía 2017”, Secretaría de Energía. México, 2017. [En línea]. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414843/Balance\\_Nacional\\_de\\_Energ\\_a\\_2017.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414843/Balance_Nacional_de_Energ_a_2017.pdf). [Accedido: 01-marzo-19]. Instruments, N. (s.f.). LabVIEW User Manual.

J. E. Mastache, “Análisis de un Generador Radial de Imanes Permanentes y Propuesta de una Metodología para Optimizar la Eficiencia”, Tesis de maestría en Ciencias. Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, México, 2016.

M. Rashid, “Electrónica de Potencia. Circuitos, dispositivos y aplicaciones”, México: Pearson, 2004.

## Análisis energético de un aerogenerador con diferentes grados de inclinación del aspa usando integral numérica

### Energy analysis of a wind turbine with different blade inclination angle using numerical integral

JUÁREZ-TOLEDO, Carlos†, MARTÍNEZ-CARRILLO, Irma\* y HERNÁNDEZ-EPIGMENIO, Miguel Ángel

*Universidad Autónoma del Estado de México*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Carlos, Juárez-Toledo* / ORC ID: 0000-0002-7440-3246, Researcher ID Thomson: C-1368-2016, CVU CONACYT ID: 39912

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Irma, Martínez-Carrillo* / ORC ID: 0000-0002-7952-4418, Researcher ID Thomson: B-9264-2016, CVU CONACYT ID: 39914

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Miguel Ángel, Hernández-Epigmenio* / ORC ID: 0000-0002-1683-4080, Researcher ID Thomson: F-9514-2018, CVU CONACYT ID: 786771

DOI: 10.35429/JTEN.2020.13.4.9.15

Recibido 03 de Marzo, 2020; Aceptado 30 Junio, 2020

#### Resumen

Las innovaciones tecnológicas en las energías renovables han ayudado para su mejor implementación, una de las principales áreas de crecimiento en el tema es el desarrollo sistemas que hagan posible su implementación sin depender de las condiciones meteorológicas del lugar de implementación. Un claro ejemplo son los aerogeneradores, los cuales casi siempre son diseñados para obtener su máximo par de giro, lo cual lleva consigo una gran ventaja de producción de energía eléctrica a bajas velocidades de viento, pero contiene el inconveniente que si se ubica en lugares con velocidades de viento promedio superiores para los que fue diseñado podría llegar a dañar al equipo. En el artículo se realiza una evaluación de la eficiencia de un aerogenerador horizontal de tres álabes de 10, 20 y 40 grados de inclinación. La contribución lograda en el artículo es mostrar que por medio de integración numérica es posible determinar el rendimiento de un aerogenerador, para tal propósito se utilizan diferentes inclinaciones del alabe.

**Aerogenerador, Diseño de Aspas, Eficiencia de un Sistema Eólico, Inclinación de Aspas, Integración Numérica**

#### Abstract

The increase of renewable energy technologies provides a better way of implementation. One of the main problems for the renewable energy is that it depends of the local place topology or the weather conditions. Wind turbines are designed to obtain their maximum torque, this has the advantage of generating electricity with low air speed, but it has the disadvantage that it cannot be used in places with higher wind speeds, because the device can be broken. In the paper, an evaluation was made of the efficiency of a horizontal wind turbine of three blades with 10, 20 and 40 degrees of inclination, energy expenditure was obtained by means numerical integration. The purpose this article is to determine that the change of inclination of the blade has a direct influence on the performance of the wind turbine.

**Wind Turbine, Blade Design, Efficiency of a Wind System, Inclination of Blades, Numerical Integration**

**Citación:** JUÁREZ-TOLEDO, Carlos, MARTÍNEZ-CARRILLO, Irma y HERNÁNDEZ-EPIGMENIO, Miguel Ángel. Análisis energético de un aerogenerador con diferentes grados de inclinación del aspa usando integral numérica. Revista de Ingeniería Tecnológica. 2020. 4-13: 9-15

\* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: imartinezca@uaemex.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

La creciente demanda de energía y la conciencia ambiental han provocado interés en la energía eólica. Como resultado, el viento es la fuente de energía de más rápido crecimiento en el mundo hoy. Los marcos de políticas y los planes de acción ya han sido formulados en varios rincones para satisfacer al menos el 20 por ciento de la demanda mundial de energía con las nuevas energías renovables para 2010, entre los cuales el viento será el principal jugador [Mathew, 2006].

La generación eólica juega un rol muy importante para la red eléctrica, pero tiene el inconveniente de que no siempre se puede garantizar el flujo constante o suficiente de suministro de viento, debido a que se deben considerar diversas variables ambientales para poder predecir el clima (Akinci, 2013). Bakker muestra que estimar las tendencias de las velocidades del viento para aumentar el rendimiento de los aerogeneradores es un proceso complejo (Bakker, 2012).

En México existe un corredor muy importante en la Venta, Oaxaca, donde se encuentran instaladas las principales centrales eólicas (Sener, 2016). Hasta el año 2017 en México existían más de 4000 MW producidos por energía eólica en un total de 42 parques (Asociación Mexicana de Energía Eólica, 2017). Los resultados promedio del estudio de las velocidades del viento de la Venta son (Cadenas, 2008):

**Moda tipo A:** vientos moderados (0 m/s a 10 m/s).

**Moda tipo B:** vientos fuertes (10 m/s a 25 m/s).

Contrastando en velocidad con otros estudios, por ejemplo, el realizado en el estado de Veracruz donde promedio de velocidad es de 5.45 m/s (Hernández, 2011), lo cual es una velocidad significativamente menor a la zona de La Venta. La energía en los parques eólicos ha venido creciendo, pero también la de baja potencia, debido a que es una buena alternativa económica de electricidad para sitios aislados.

Como puede notarse en México existe potencial para la generación de la energía eléctrica a través de las grandes plantas de generación eólicas, así como de las de baja potencia.

Pero las diferentes variaciones de velocidades en las rachas de viento hacen que sea necesario un método confiable para seleccionar el tipo de aerogenerador que consiga la mejor eficiencia según las características de la zona.

En la actualidad se busca hacer que los aerogeneradores sean lo más eficientes posibles (Tavner, 2007), buscando que generen electricidad desde el mínimo posible de velocidad del viento, hasta que soporten las máximas ráfagas posibles. Convencionalmente, los aerogeneradores de alta potencia están diseñados para soportar rachas de viento de 28 hasta 30 m/s, mientras un valor típico para que actúe el freno mecánico de los aerogeneradores de baja potencia es de aproximadamente en los 20 a 22 m/s.

Una manera de variar la eficiencia de los aerogeneradores para soportar una mayor velocidad sin que el freno mecánico se vea comprometido es por medio del ángulo de inclinación de entrada de flujo de aire.

En este artículo se presenta un estudio de una turbina de baja velocidad de un álabe de 10, 20 y 40 grados de inclinación, mostrando su eficiencia ante diferentes velocidades. Para tal fin se diseñó un prototipo de túnel de viento con la finalidad de obtener un flujo laminar y someter al álabe a diferentes velocidades de viento.

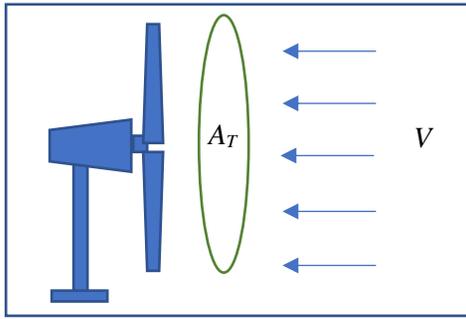
Las variables que se analizan para determinar la eficiencia de cada tipo de aspa son la velocidad angular de la turbina, la cual se mide directamente con un encoder o codificador rotatorio compuesto por un optoacoplador, y la velocidad del viento por medio de un sensor conectado dentro del túnel de viento.

## Potencia y torque de la turbina eólica

La energía por unidad de tiempo de una turbina puede expresarse por la siguiente ecuación (Richmond-Navarro, 2016).

$$P = \frac{1}{2} \rho_a A_T V^3 \quad (1)$$

donde  $\rho_a$  es la densidad del aire,  $A_T$  es el área de la sección transversal del rotor y  $V$  es la velocidad del viento ver figura 1, (Mathew, 2006).



**Figura 1** Paquete de aire moviéndose hacia la turbina (Mathew, 2006)

Otros factores como la temperatura, presión atmosférica y altura constituyen la densidad del aire definida por la ecuación:

$$\rho_a = \frac{mp}{RT} \quad (2)$$

siendo  $m$  la masa del aire desplazada,  $p$  es la presión,  $R$  es radio del rotor y  $T$  es la temperatura. Una manera práctica para calcular la densidad del aire es:

$$\rho_a = \frac{353.049}{T} e^{(-0.034 \frac{Z}{T})} \quad (3)$$

donde las variables a identificar son la temperatura  $T$  y la altura  $Z$ . El torque esta dado por la expresión:

$$T = \frac{1}{2} \rho_a A_T V^2 R \quad (4)$$

donde  $R$  es el radio del rotor, este se considera como el par teórico máximo en la práctica el rotor solo puede desarrollar una fracción de este límite. La relación entre el torque real desarrollado y el torque teórico se le conoce como coeficiente de torque dado por

$$C_T = \frac{2T_T}{\rho_a A_T V^2 R} \quad (5)$$

La potencia desarrollada por un rotor a cierta velocidad del viento depende en gran medida de la velocidad relativa entre la punta del rotor y el viento, por ejemplo:

- Si el rotor está girando a una velocidad muy baja y el viento se acerca al rotor con una velocidad muy alta. En esta condición, a medida que las cuchillas se mueven lenta, una parte de la corriente de aire que se aproxima al rotor puede atravesarla sin interactuar con las cuchillas y, por lo tanto, sin transferencia de energía.

- Del mismo modo si el rotor está girando rápido y la velocidad del viento es baja, la corriente del viento puede ser desviada de la turbina y la energía puede perderse debido a la turbulencia y el desprendimiento de vórtices.

En ambos casos, la interacción entre el rotor y el viento el flujo no es eficiente y, por lo tanto, daría como resultado un bajo coeficiente de potencia. A esta relación se le conoce como coeficiente de potencia y es dado por:

$$\lambda = \frac{R\Omega}{V} \quad (6)$$

Es decir, el coeficiente de potencia depende del radio, velocidades del rotor y viento. En este artículo se propone realizar un estudio del ángulo de ataque del alabeo de un aerogenerador para determinar las condiciones óptimas mejorando el coeficiente de potencia y sin poner en riesgo al aerogenerador.

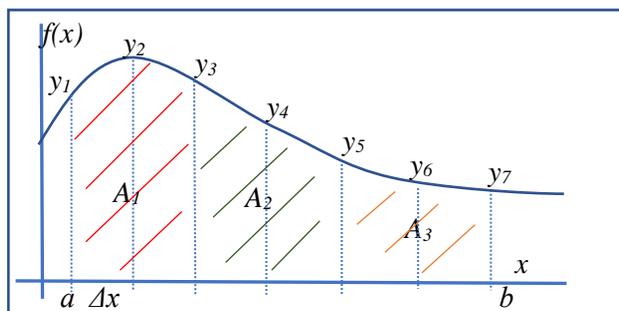
## Método

En la ingeniería es muy recurrente el uso de métodos numéricos para resolver problemas que, por su naturaleza, son difíciles de solucionar algebraicamente. Ejemplo de ello es la integral numérica la cual nos determina el área bajo la curva de un fenómeno físico con buena precisión (Chapra, 2007). En este artículo se utiliza la integral numérica para determinar el gasto energético de una turbina de 3 alabes a 10 grados de inclinación y dos modificaciones (20 y 40 grados).

El método de Simpson es una herramienta muy confiable que consiste en determinar el área bajo la curva de una señal discreta. La herramienta suele ser muy intuitiva y consiste en determinar curvas o polinomios de grado dos, es decir el área bajo la curva descrita por la ecuación:

$$A_s = A_1 + A_2 + A_3 \quad (7)$$

donde  $A_s$  representa el área total aproximada de la suma de las áreas individuales  $A_1$ ,  $A_2$  y  $A_3$ , ver figura 2.



**Figura 2** Integración de Simpson con  $\Delta x$  constante  
Fuente: *Elaboración Propia*

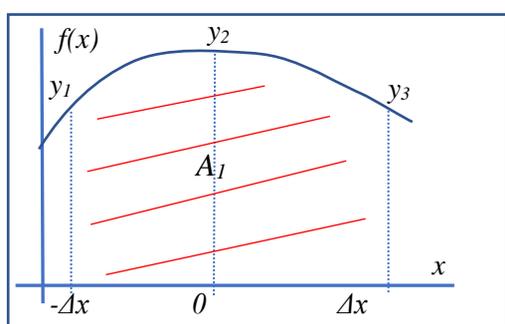
En la figura 2,  $f(x)$  corresponde al valor de las velocidades angulares ( $y_1, y_2, y_3, \dots, y_7$ ) determinado por el codificador rotatorio en *rpm*, mientras  $\Delta x$  es el paso de iteración constante de la toma de muestra de 5 a 21 m/s.

Para determinar cada área en cada sección individual, los arcos se pueden aproximar por medio de la forma general de segundo orden de una ecuación de la forma:

$$y = ax^2 + bx + c \quad (8)$$

para la primera parábola las constantes desconocidas  $a, b$  y  $c$  se deben remplazar usando los términos de las velocidades angulares conocidas  $y_1, y_2$  y  $y_3$  dadas directamente por el codificador rotativo.

Una manera más simple de encontrar el área bajo la curva de la primera parábola consiste en trasladar el origen a  $y_2$  ver figura 3.



**Figura 3** Translación del origen  
Fuente: *Elaboración Propia*

Evaluando en los extremos resulta

$$\frac{a\Delta x^3}{3} + \frac{b\Delta x^3}{3} + c\Delta x - \left( -\frac{a\Delta x^3}{3} + \frac{b\Delta x^3}{3} - c\Delta x \right) \quad (9)$$

donde es fácil mostrar que el gasto energético para el primer intervalo de velocidad del flujo de aire es

$$A\rho_1 = \frac{\Delta x}{3} (2a\Delta x^2 + 6c) \quad (10)$$

Evaluando en las velocidades conocidas  $(-\Delta x, y_1)$ ,  $(0, y_2)$  y  $(\Delta x, y_3)$  en la ecuación (8), se obtiene sistema de ecuaciones:

$$\begin{cases} y_1 + y_3 = 2a\Delta x^2 + 2c \\ y^2 = c \end{cases} \quad (11)$$

Por lo que el gasto energético para la primera área en términos de las velocidades conocidas del codificador rotatorio queda determinado por:

$$A\rho_1 = \frac{\Delta x}{3} (y_1 + 4y_2 + y_3) \quad (12)$$

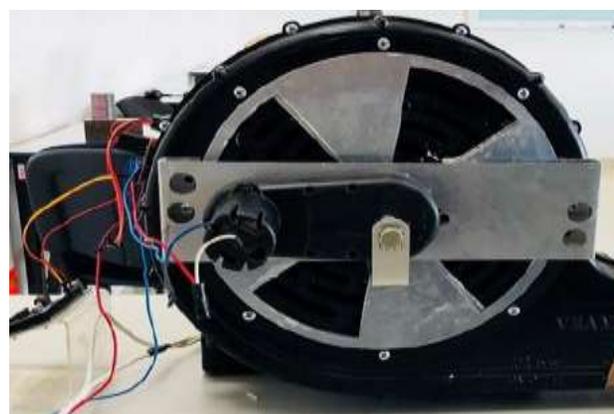
De forma general, la suma del gasto energético de todas las áreas es representado por la ecuación:

$$\Delta A_s = \frac{\Delta x}{3} (y_1 + y_{n-1} + 4(y_2 + y_4 + y_6 + \dots + y_n) + 2(y_3 + y_5 + \dots + y_{n-1})) \quad (13)$$

A través de una herramienta de cómputo es fácil generar el código para determinar el área bajo la curva  $y$ , de esta manera, cuantificar el gasto energético de cada aspa.

## Resultados

En la figura 4 se presenta el túnel de viento, al cual se le adaptaron unas aspas móviles para regular el flujo de entrada de aire. Los valores de salida del túnel son de 5 m/s hasta 22 m/s.



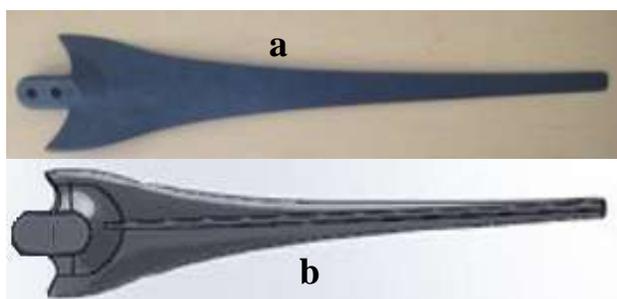
**Figura 4** Turbina del túnel de viento  
Fuente: *Elaboración Propia*

En la figura 5 se muestra la cámara de pruebas donde se mide la velocidad de las aspas usando un sensor rotativo (enconder).



**Figura 5** Cámara de pruebas del túnel de viento  
Fuente: *Elaboración Propia*

Para realizar el estudio se modeló un aspa de un aerogenerador comercial de baja potencia, el cual se muestra en la figura 6. Se obtuvo el modelo por medio de un scanner 3D.



**Figura 6** Modelo de aspa  
Fuente: *Elaboración Propia*

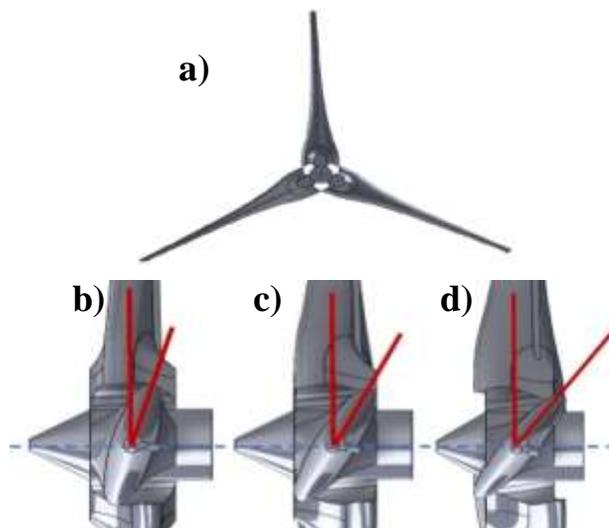
Las características principales del aerogenerador de baja potencia son mostradas en la tabla 1.

Potencia a 12 m/s	400 W
Potencia a 8 m/s	200 W
Potencia a 6 m/s	100 W
Potencia a 4 m/s	50 W
Potencia a 3 m/s	0 W
Peso	6 kg
Velocidad de supervivencia	42 m/s
Velocidad del freno mecánico	14 m/s

**Tabla 1** Características del aerogenerador utilizado  
Fuente: *Elaboración Propia*

En la figura 6 se muestra:

- El original del aerogenerador casero de baja potencia.
  - El modelo obtenido usando un scanner 3D.
- Mientras en la figura 7 se muestra:
- El modelo de tres aspas
  - La inclinación original del aspa
  - La inclinación modificada a 20 grados
  - La inclinación modificada a 40 grados



**Figura 7** a) sistema de tres hélices, b), c) y d) muestran los modelos del aspa con los ángulos modificados a 10°, 20° y 40° respectivamente  
Fuente: *Elaboración Propia*

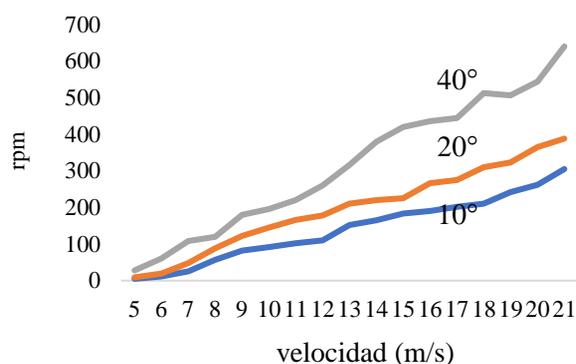


**Figura 8** Sistema de tres hélices y modelos modificados del aspa impresos en 3D  
Fuente: *Elaboración Propia*

En la figura 8 se muestra los modelos de las aspas impresas en 3D. En la tabla 3 y figura 9 se muestran los resultados en rpm para las aspas de 10, 20 y 40 grados de inclinación.

Velocidad del viento m/s	Inclinación por rpm		
	10°	20°	40°
5	5	9	28
6	11	19	60
7	25	48	108
8	57	88	120
9	82	122	180
10	92	145	196
11	102	166	220
12	110	178	260
13	152	210	316
14	165	220	380
15	183	225	420
16	190	266	436
17	202	275	444
18	210	310	512
19	242	323	506
20	262	365	544
21	305	388	640

**Tabla 2** Hélices con diferentes ángulos de inclinación  
Fuente: *Elaboración Propia*



**Figura 9** Variación de la velocidad del viento en m/s frente a la velocidad angular del buje de la turbina eólica  
Fuente: Elaboración Propia

Como puede notarse en la tabla 3 y figura 9, la eficiencia del aspa mejora cuando se realiza la modificación del ángulo de inclinación de 20 y 40 grados. Retomado la ecuación (13), es posible obtener el gasto energético por medio de las integrales numéricas bajo la curva de la figura 6.

Ángulo del aspa	Gasto energético
10°	2240
20°	3158.5
40°	5036

**Tabla 3** Unidades de área de la figura 6 representando el gasto energético  
Fuente: Elaboración Propia

La tabla 3 muestra las integrales numéricas de la figura 9 con lo que es fácil obtener el porcentaje de mejora de rendimiento del aspa al realizar la modificación de 20 y 40 grados de inclinación ( $r_{20}$  y  $r_{40}$  respectivamente):

$$r_{20} = \frac{3158.5 \left( \text{rpm} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)}{2240 \left( \text{rpm} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)} 100\% = 141.0\% \quad (14)$$

$$r_{40} = \frac{5036 \left( \text{rpm} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)}{2240 \left( \text{rpm} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)} 100\% = 224.8\%$$

## Discusión

Dado que la velocidad del viento no es constante y tampoco se puede asegurar el suministro continuo para producir electricidad, los fabricantes de aerogeneradores de baja potencia diseñan sus aspas para proteger lo mejor posible al equipo contra ráfagas de viento fuertes. Es decir, como los diseñadores no conocen donde se ubicarán sus equipos, plantean el peor escenario de operación haciendo que sus aspas tengan poco rendimiento, soportando así rachas de viento de hasta 40 m/s.

Pero esto conlleva que sus hélices sean ineficientes a velocidades menores a los 10 m/s. Como se mostró en el artículo, la modificación del aspa conlleva una mejora en el rendimiento del aerogenerador, pero aumenta considerablemente el par de giro ante rachas de viento superiores a los 14 m/s, aproximadamente, reduciendo la velocidad de supervivencia significativamente.

Un estudio previo de las condiciones nominales o estándares del clima del lugar donde se ubicarán los aerogeneradores podría, ayudar a elegir mejor el tipo de aspa haciendo más eficiente la generación eléctrica eólica de pequeña potencia y sin poner en riesgo el equipo.

## Conclusiones

La generación de la energía eléctrica por medio de fuentes renovables es una medida que toman los gobiernos y empresas para reducir los efectos de los gases invernadero y reducir costos de operación, consiguiendo ser competitivos en el mercado global.

En este trabajo se presenta un estudio de energía de las aspas de un aerogenerador comercial de pequeño tamaño, en el cual se determinó la velocidad de giro en rpm del aspa a diferentes entradas de velocidad usando un túnel de viento. Posteriormente se realizó la modificación de inclinación del aspa mejorando significativamente su rendimiento.

Como puede verse en el artículo, la velocidad en rpm subió considerablemente con una pequeña modificación del ángulo de inclinación de las aspas, lo cual representa un índice de mejora de rendimiento superior al doble.

Trabajos futuros estarán encaminados optimizar el coeficiente de potencia del aerogenerador, proponiendo un ángulo de ataque de la hélice móvil, cambiando el ángulo por medio de un pequeño servomotor. La finalidad es mejorar el rendimiento del aerogenerador a velocidades bajas de entrada del viento y prevenir posibles deterioros en ráfagas altas. Con la información obtenida en este trabajo se podrá justificar la inversión de aerogeneradores de baja potencia para la generación eléctrica.

## Agradecimientos

A la Universidad Autónoma del Estado de México, UAP Tianguistenco, recursos PFCE 2020.

## Referencias

Akinci, T.C., Seker, S., Guseinoviene, Statistical analysis and Hurst parameter estimation for wind speed in Kirklareli area of Turkey, 8th International Conference and Exhibition on Ecological Vehicles and Renewable Energies, EVER 2013.

Asociación mexicana de Energía Eólica, Noticias AMDEE, México, 2017.

Bakker, A.M.R., van den Hurk, B.J.J.M. Estimation of persistence and trends in geostrophic wind speed for the assessment of wind energy yields in Northwest Europe, Climate Dynamics, 2012.

Baldomero, Mauricio Pablo, Análisis de diferentes álabes de un aerogenerador de eje vertical para oxigenar estanques de peces. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 2012.

Chapra, S. C., & Canale, R. P. Métodos numéricos para ingenieros. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, México 2007.

E. Cadenas, a, W. Rivera, Análisis estadístico de mediciones de la velocidad del viento utilizando la técnica de valores desviados, Simposio de Metrología 2008, 2008.

Hernández-Escobedo Q, Espinosa-Arenal F., "Evaluación del potencial eólico para la generación de energía eléctrica en el estado de Veracruz, México", Medellin 2012, Dyna, ISSN 0012-7353.

Mathew Sathyajith. Wind Energy Fundamentals, Resource Analysis and Economics, Springer, New York, 2006, ISBN-13 978-3-540-30905-5  
Richmond-Navarro Gustavo, Desempeño de turbinas eólicas Magnus de eje horizontal en función de sus variables geométricas y cinemáticas, Tecnología en Marcha, Vol. 29, N.º 1, 2016.

SENER, Prospectiva de Energías Renovables, México, 2016.

Tavner, P. J., & Spinato, F. Reliability Analysis for Wind Turbines. Wind Energy, 2007.

## Estudio del desempeño de focos de iluminación domestica

### Study of the performance of domestic lighting bulbs

ESQUIVEL RAMÍREZ, Alma Edith†<sup>1</sup>, GÓMEZ VIEYRA, Armando\*<sup>1</sup> y CORRAL MARTÍNEZ, Luis Francisco<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Metropolitana – Unidad Azcapotzalco, División de Ciencias Básicas e Ingeniería

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chihuahua, División de Estudios de Posgrado e Investigación

ID 1<sup>er</sup> Autor: Alma Edith, Esquivel-Ramírez / ORC ID: 0000-0001-5444-7666

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Armando, Gómez-Vieyra / ORC ID: 0000-0003-0290-1518, CVU CONACYT ID: 170266

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Luis Francisco, Corral-Martínez / ORC ID: 0000-0003-0588-5656, CVU CONACYT ID: 213375

DOI: 10.35429/JTEN.2020.13.4.16.23

Recibido 03 de Marzo, 2020; Aceptado 30 Junio, 2020

#### Resumen

La luz artificial afecta en gran medida nuestro desempeño en el entorno, al estar prolongados tiempos bajo la misma, es importante tomar una elección de cuál nos resulte más conveniente con base en cualidades que buscamos en las mismas. Las luminarias incandescentes fueron por mucho tiempo las que predominaron en el mercado, pero resultan ser las menos eficaces e incluso incómodas en los ambientes. Las luminarias fluorescentes por el contrario son mucho más eficaces y tienen mejores cualidades que permiten desenvolverse naturalmente en los espacios, pero tienen una clara desventaja al contener mercurio en su interior. Las luminarias LED son primordiales si se desea optar por fuentes eficaces y versátiles, que puedan satisfacer las distintas necesidades de los consumidores y cumplir con las cualidades que requieran. Pese a esto, es importante conocer el desempeño de las luminarias. Por lo que este trabajo presenta la comparación entre estos tres tipos de luminarias, comparando su eficiencia, características fotométricas, colorimétricas y eléctricas. Para lo cual se compara un foco incandescente, dos lámparas de fluorescentes (ahorradoras) y siete luminarias LED, todos equivalentes a 60W. El objeto de este estudio es evaluar las claras ventajas y desventajas poniendo especial énfasis en las luminarias LED que dominan actualmente el mercado.

**Fuentes artificiales de iluminación, Eficiencia, Colorimetría**

#### Abstract

Artificial light greatly affects our performance in the environment, being long under it, it is important to make a choice of which is most convenient for us, based on qualities that we seek in them. Incandescent luminaires were the ones that dominated the market for a long time, but they turn out to be the least effective and even uncomfortable in environments. Fluorescent luminaires, on the other hand, are much more comfortable and have better qualities that allow them to function naturally in spaces, but they have a clear disadvantage in containing mercury inside. LED luminaires are essential if you want to choose effective and versatile sources, that can satisfy the different needs of consumers and fulfill the qualities that they require. Despite this, it is important to know the performance of the luminaires. In this work presents the comparison between these three types of luminaires, comparing their efficiency, photometric, colorimetric and electrical characteristics. We compare an incandescent bulb, two fluorescent lamps (savers) and seven LED luminaires, all equivalent to 60W. The purpose of this study is to evaluate the clear advantages and disadvantages with special emphasis on the LED luminaires that currently dominate the market.

**Artificial lighting sources, Efficiency, Colorimetry**

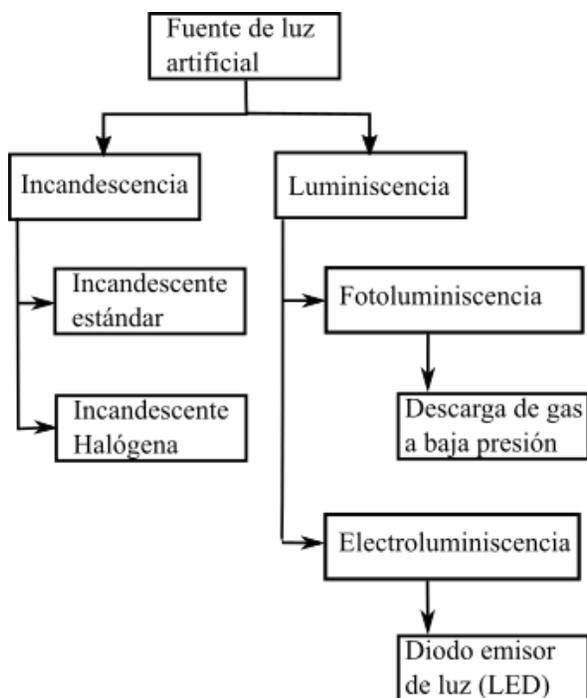
**Citación:** ESQUIVEL RAMÍREZ, Alma Edith, GÓMEZ VIEYRA, Armando y CORRAL MARTÍNEZ, Luis Francisco. Estudio del desempeño de focos de iluminación doméstica. Revista de Ingeniería Tecnológica. 2020. 4-13: 16-23

\* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: agvtex@gmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Uno de los retos actuales es la disminución del consumo de energía, que en consecuencia trae una disminución en la contaminación producida al generarla. Por lo cual en los últimos 30 años la tecnología de iluminación ha tenido un gran desarrollo, principalmente en las fuentes de iluminación, pasando de los focos incandescentes a las lámparas LED. Esto ha sido un camino largo y complicando, que ha implicado la evolución del conocimiento desde la ciencia básica hasta lograr implementar productos comerciales normalizados y económicamente rentables. En este sentido, en la actualidad las tecnologías de iluminación se clasifican de acuerdo al fenómeno físico que las originan, la Figura 1 muestra un diagrama simplificado de estas.



**Figura 1** Clasificación de las fuentes de luz artificiales según el fenómeno físico que las hace emitir luz visible  
Fuente: *Elaboración Propia*

La incursión de cada tecnología en los diversos aspectos de la vida cotidiana ha llevado a implementar cada tecnología en el ámbito urbano, casero y de eventos artísticos. En este sentido es importante una comparación entre las diversas tecnologías que se emplean en el hogar, debido a que como seres humanos llevamos a cabo muchas actividades cotidianas empleando fuentes de luz artificiales y en la actualidad las normas nacionales e internacionales presuponen el uso de la tecnología de luminarias LED como una constante.

Esto realmente presenta ventajas, como el bajo consumo de energía y la disminución de radiación Uv. Además, afecta el desempeño de las actividades humanas al proporcionar variedad de emisión en el visible, que pueden relajar o confortar el trabajo bajo iluminación artificial. Por lo cual en este trabajo se realiza la medición de esta tecnología con respecto a otras existentes en el mercado (foco incandescente y lámpara de descarga de baja presión).

Toda fuente de luz (natural o artificial) debe tener ciertas características propias como la producción de una cantidad de energía especificada, una distribución de emisión espacial, una distribución espectral especificada y un consumo de energía dependiente de cada tecnología y aplicación. Para la caracterización y ponderación de los beneficios de cada tecnología es necesario realizar medición de la eficiencia, definida como:

$$\eta = \frac{\text{Potencia óptica emitida}}{\text{Potencia eléctrica consumida}} \left[ \frac{W}{W} \right] \quad (1)$$

Que por definición es diferente a la eficacia luminosa (relación entre el flujo luminoso en [lm] emitido por un sistema de iluminación y la potencia consumida en [W]) y a la eficacia luminosa de radiación (relación entre el flujo luminoso [lm] y el flujo radiante [W]).

Del mismo modo, debe considerarse que la distribución de la emisión de las fuentes de luz reales debe aproximarse lo más posible a una fuente lambertiana, la cual emite la misma cantidad de luz en todas direcciones, lo cual no sucede habitualmente.

Además, como las luminarias de uso doméstico se emplean para realizar actividades cotidianas como leer, escribir, realizar deberes domésticos, recreación artística, etc., las cuales necesitan diferentes niveles de iluminación para realizarlas de manera confortable y adecuada. Esto implica aspectos fotométricos y colorimétricos que se encuentran íntimamente ligado a los parámetros psicofísicos del ojo humano, por lo cual es importante también evaluarlos en este análisis.

Además de los aspectos psicofísicos, también es importante conocer los espectros característicos de emisión, debido a que ciertas longitudes de onda son indeseables en los sistemas de iluminación doméstica, principalmente los rayos UV.

Por lo anterior, es de suma importancia la evaluación de los dispositivos comerciales existentes en el mercado, con el fin estar informados del producto que nos ofrecen. Además, todo este trabajo es de gran interés en la enseñanza a nivel superior de las interacciones de radiación-materia, en materias como física atómica-molecular, física moderna, optoelectrónica y óptica en programas de estudio de física e ingeniería.

Luminaria	1	2	3	4	5
Marca	Quality day	Quality day	Precissi-mo	Philips	Philips
Tipo	LED	LED	LED	LED	LED
Potencia consumida [W]	9	9	9	9.5	8
Voltaje [V]	127	127	120	100-240	110-130
Flujo total luminiscente [lm]	750	800	550	806	710
Eficacia luminosa [lm/W]	83.33	88.89	61.11	84.84	89
Temperatura de color [K]	3000/ Cálida	6500/ Fría	2700/ Cálida	3000/ Cálida	3000/ Cálida
Tiempo de vida [hr.]	15000	15000	30000	15000	10000

Luminaria	6	7	8	9	10
Marca	Philips	Osram	Osram	Precissi-mo	D+Luz
Tipo	LED	LED	Fluorescente	Fluorescente	Incandescente
Potencia consumida [W]	9	8.5	15	15	60
Voltaje [V]	100-240	120	127	127	120
Flujo total luminiscente [lm]	806	800	850	850	830
Eficacia luminosa [lm/W]	89	94.11	57	57	13.81
Temperatura de color [K]	3000/ Cálida	6500/ Fría	6500/ Fría	6500/ Fría	3000/ Cálida
Tiempo de vida [hr.]	25000	10000	8000	8000	1000

Tabla 1 Características reportadas por el fabricante para cada luminaria

Fuente: Elaboración Propia

### Metodología Experimental

En el desarrollo de este trabajo se realizaron pruebas a siete luminarias LED (1 a 7), dos fluorescentes compactas (8 y 9) y una incandescente (10), todas ellas de uso doméstico, disponibles comercialmente y equivalentes a 60 W (Tabla 1).

A todas las fuentes luminosas se les realizaron pruebas en la esfera integradora con su espectro-radiómetro para obtener parámetros radiométricos, fotométricos y colorimétricos, analizando también los parámetros eléctricos. El espectro-radiómetro LISUN LMS-9000B está diseñado para producir cualquier distribución espectral visible, mediante control de realimentación de la potencia radiante emitida por la fuente de prueba, desarrolla mediciones:

- Colorimétricas: obtiene las coordenadas de cromaticidad, temperatura de color, pureza del color, CRI, prueba de espectro, entre otras.
- Fotométricas: flujo luminoso, eficiencia luminosa y potencia radiante.

Con la adaptación del equipo correspondiente, se pueden realizar mediciones eléctricas: voltaje, corriente, potencia consumida y factor de potencia. Para poder visualizar y medir las señales electricas se utilizó el analizador de potencia multicanal Keysight PA2200 y la fuente de alimentación de corriente alterna Keysight AC6802A . En la Figura 2 se muestra el arreglo experimental.

Se tomó un voltaje de 127V y la frecuencia del sistema eléctrico de 60Hz, alimentada por la fuente de alimentación de AC, para todas las mediciones.

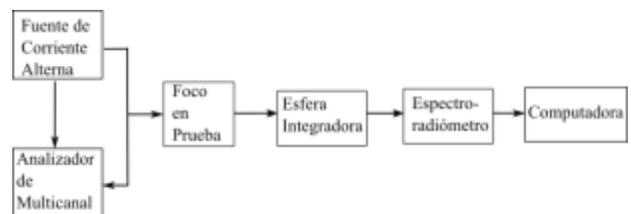


Figura 2 Arreglo experimental para la caracterización fotométrica y eléctrica

Fuente: Elaboración Propia

### Análisis de Resultados

La colorimetría describe fielmente la percepción que tenemos de la radiación emitida y nuestra adaptación a la misma. Hay dos medidas que consideramos en este estudio, la primera es el índice de reproducción de color (color rendering index, CRI) que se relaciona con la fidelidad con la cual puede apreciar el color de un objeto iluminado con una fuente de luz artificial en comparación con el sol o el cuerpo negro y la segunda son las coordenadas de color que se representan en un diagrama de cromaticidad CIE1937.

La Tabla 2 muestra los valores medidos de las luminarias para temperatura de color e índice de reproducción cromática, las coordenadas del radio de color y la pureza del color.

Al analizar la Tabla 2 se observa que la temperatura de color es más aproximada para las primeras 7 luminarias correspondientes a focos LED, aunque hay mayor desviación en las luminarias fluorescentes, esta sigue siendo mínima y, como es de esperarse, la fuente incandescente, al ser lo más cercano al cuerpo negro, presenta unas excelentes propiedades colorimétricas debido a la radiación continua.

Luminaria	1	2	3	4	5
Tc [K]	2985	6042	3200	3282	3046
CRI	76.6	76.9	79.3	76.3	77.8
Radio de color	R=0.23 G=0.742 B=0.028	R=0.136 G=0.806 B=0.059	R=0.222 G=0.741 B=0.037	R=0.213 G=0.762 B=0.025	R=0.227 G=0.746 B=0.027
Pureza de color	0.524	0.040	0.420	0.432	0.506

Luminaria	6	7	8	9	10
Tc [K]	3056	6462	6914	6668	2768
CRI	78.0	79.5	76.9	78.5	99.8
Radio de color	R=0.228 G=0.741 B=0.031	R=0.135 G=0.807 B=0.058	R=0.173 G=0.762 B=0.064	R=0.182 G=0.751 B=0.066	R=0.261 G=0.709 B=0.030
Pureza de color	0.495	0.069	0.098	0.083	0.595

Tabla 2 Parámetros colorimétricos obtenidos

Los resultados mostrados, presentan, por ejemplo, para la luminaria 3 una temperatura de color de 3200 K y un CRI=79.3 que es la reproducción extendida, además da las coordenadas de color (radio de color) que pueden ser representadas en un diagrama CIE, Figura 3. Además de la pureza del color.

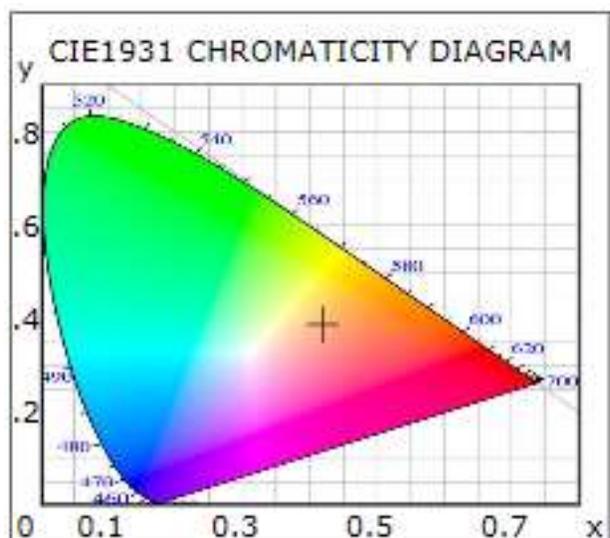
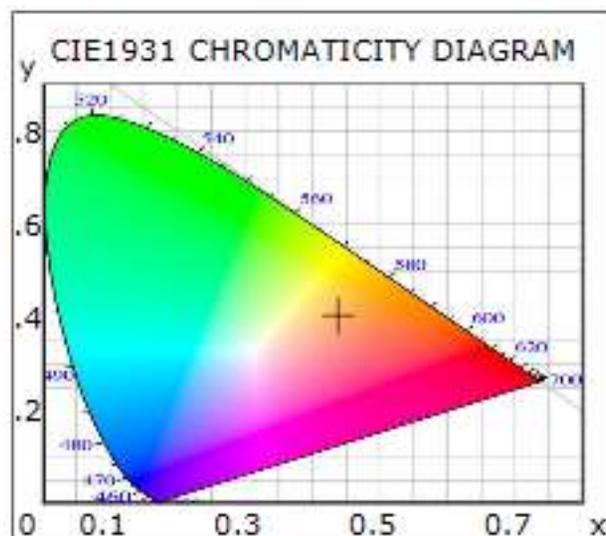


Figura 3 Diagrama de cromaticidad para la luminaria 3 (la cruz indica el color percibido por el ojo humano)

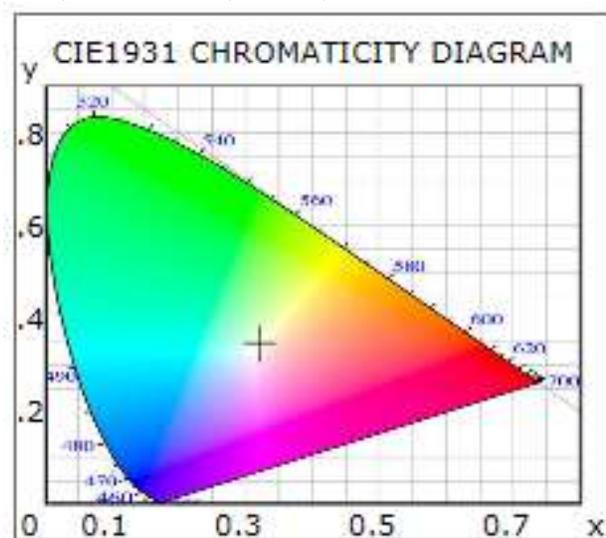
Fuente: Elaboración Propia

También importante distinguir que de acuerdo al tipo luz de la luminaria, cálida o fría, el diagrama de cromaticidad reflejará la coordenada más cercana a la luz blanca pura cuando sea fría o más cercana a la región del rojo cuando sea cálida.

Esto es claro al observar los diagramas de las luminarias 1 y 2, mostrados en la Figura 4.



a) Luminaria 1 (luz cálida)



b) Luminaria 2 (fría)

Figura 4 Diagrama de cromaticidad para las luminarias 1 y 2

Fuente: Elaboración Propia

Las mediciones del flujo total luminiscente se muestran en la Tabla 3. El flujo total luminiscente es un factor que es mostrado claramente en los empaques de las luminarias, junto con la potencia consumida de las fuentes se obtiene la eficacia lumínica, determinante en la elección de una luminaria. El flujo total luminoso real (medido) y el reportado por los fabricantes resultó en su gran mayoría mayor al indicado aumentando inclusive 30%, aunque se establece que para igualar y poder comparar las demás luminarias con una incandescente de 60W, el flujo total debe ser de 800 lm, lo cual difiere con la información proporcionada o medida.

Luminaria	Flujo luminoso reportado [lm]	Flujo luminoso real [lm]	Porcentaje de diferencia
1	750	897.542	19.7
2	800	1017.554	27.2
3	550	719.447	30.8
4	806	863.606	7.1
5	710	898.077	26.5
6	806	897.636	11.4
7	800	944.332	18.0
8	850	836.687	-1.6
9	850	998.996	17.5
10	830	879.702	6.0

**Tabla 3** Parámetros fotométricos  
Fuente: Elaboración Propia

La potencia eléctrica consumida real y la reportada por las luminarias (Tabla 4) es un parámetro en el cual las luminarias LED consumieron un poco más de lo indicado a excepción de la luminaria 6, marca Philips, en cambio las fluorescentes compactas y la incandescente consumieron poco menos de lo indicado, esto repercute directamente en la eficacia de las mismas y contradice la información reportada por los fabricantes.

La eficacia luminosa es un factor decisivo en la elección de una luminaria, ya que luminarias eficientes energéticamente generan ventajas económicas significativas, mejoran la seguridad energética, reducen las emisiones de gases con efecto invernadero y mejoran el bienestar de las personas. La Tabla 5 muestra que todas las luminarias registraron una eficacia por encima de la especificada, a pesar de consumir más de lo indicado.

Luminaria	Potencia consumida reportada [W]	Potencia consumida real [W]	Relación
1	9	9.36	1.04
2	9	9.48	1.05
3	9	9.72	1.08
4	9.5	9.58	1.01
5	8	8.3	1.04
6	9	8.37	0.93
7	8.5	8.72	1.03
8	15	12.65	0.84
9	15	14.81	0.99
10	60	59.78	0.996

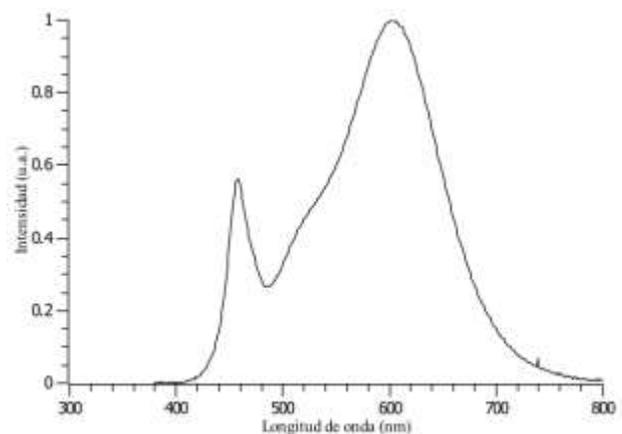
**Tabla 4** Parámetros eléctricos de las luminarias  
Fuente: Elaboración Propia

Luminaria	Eficacia luminosa Reportada [lm/W]	Eficacia luminosa real [lm/W]	Diferencia porcentual
1	83.33	95.891	15.1
2	89	107.337	20.8
3	61.11	74.017	21.1
4	84.84	90.147	6.2
5	89	108.267	21.6
6	89	107.232	20.5
7	94.118	108.295	15.1
8	56.67	66.115	16.6
9	56.67	67.454	19.0
10	13.83	14.717	6.4

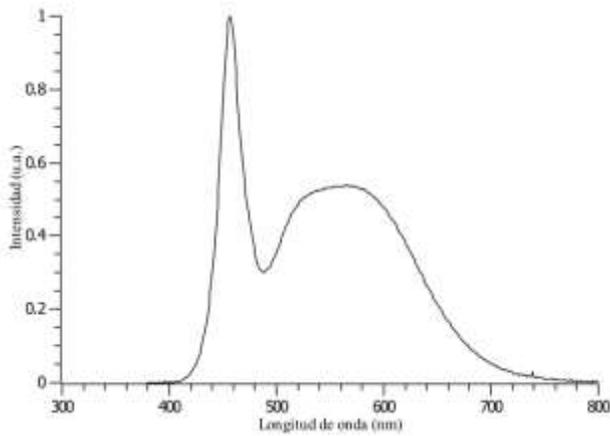
**Tabla 5** Eficacias calculadas para las luminarias  
Fuente: Elaboración Propia

Además, es importante observar los espectros de emisión de cada luminaria (Figura 5), donde se aprecia claramente que el foco incandescente (Figura 5.j) es un continuo con una menor cantidad de luz UV relativa, respecto al resto de emisiones. Las luminarias fluorescentes (Figuras 5.h y 5.i) muestran un espectro típico de este tipo de fuentes de luz. Al comparar con las luminarias LED (Figuras 5a-5g) es apreciable que las lámparas LED presentan menores componentes de luz UV y un espectro continuo.

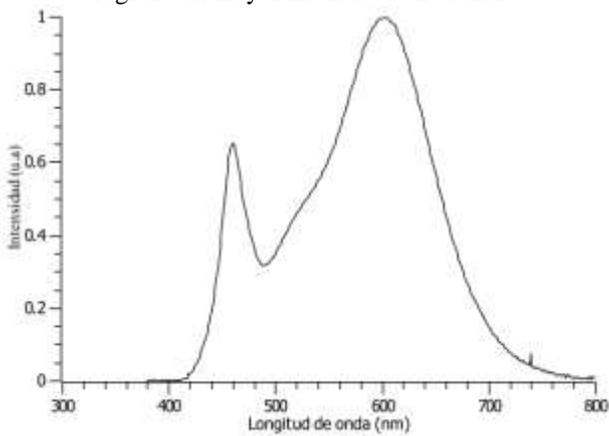
Cuando se comparan los espectros las luminarias LED entre si es importante resaltar la diferencia entre una fuente de emisión fría (Figura 5b y 5g) con respecto al resto de luminarias LED cálidas. Del mismo modo, las componentes de emisión en rojo e infrarrojo van disminuyendo considerablemente. Sería importante un análisis psicofísico de la adaptación de la percepción humana a este cambio considerando que nuestra biología está diseñada para funcionar con la luz solar (un cuerpo negro).



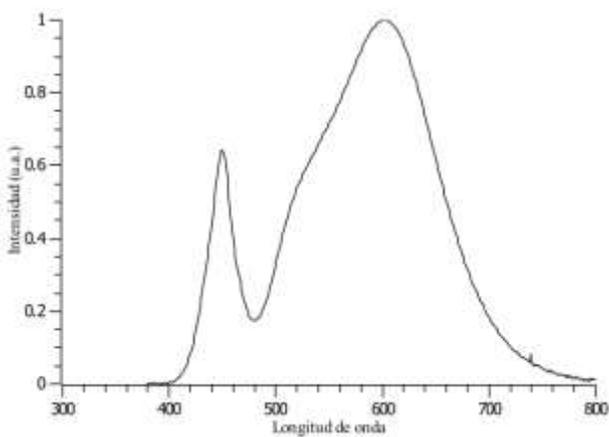
a) Espectro de luminaria 1 (luz cálida). Donde hay una predominancia en la región del rojo.



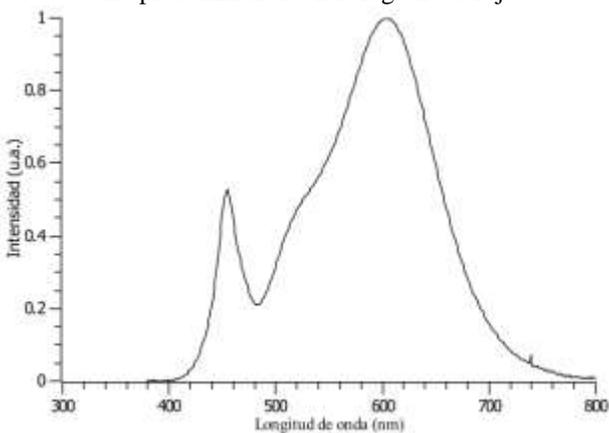
b) Espectro de luminaria 2 (luz fría). Donde hay una región con mayor intensidad en el azul.



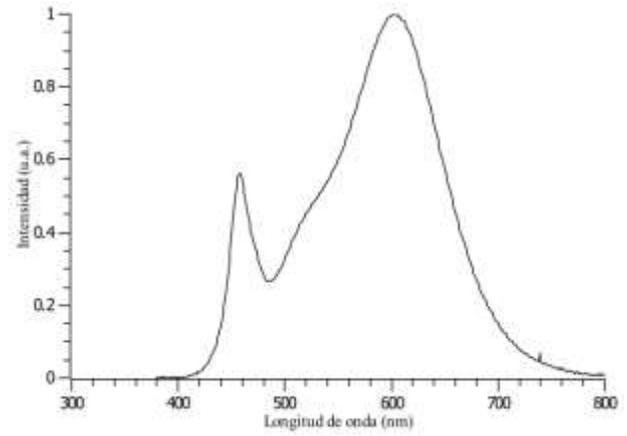
c) Espectro de luminaria 3 (luz cálida). Donde hay una predominancia en la región del rojo.



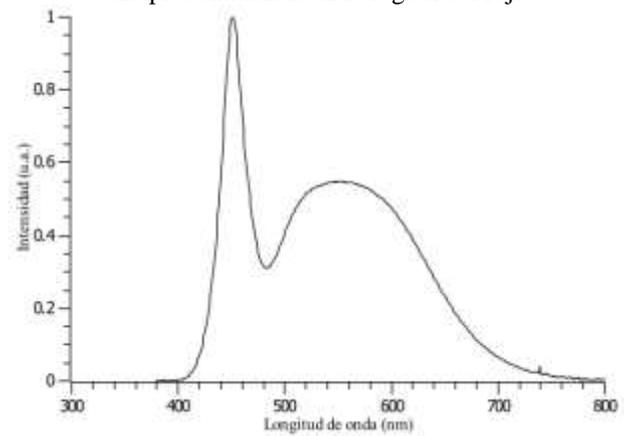
d) Espectro de luminaria 4 (luz cálida). Donde hay una predominancia en la región del rojo.



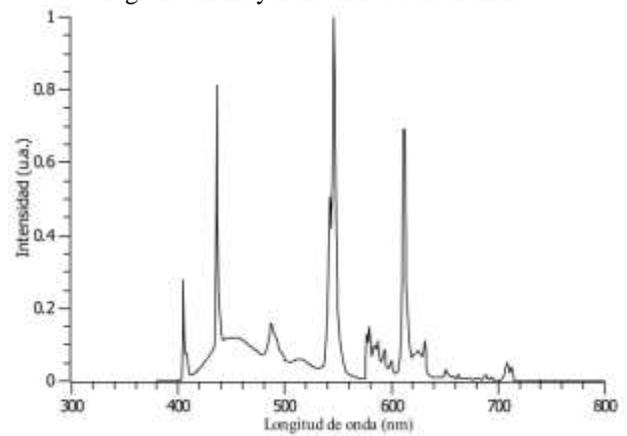
e) Espectro de luminaria 5 (luz cálida). Donde hay una predominancia en la región del rojo.



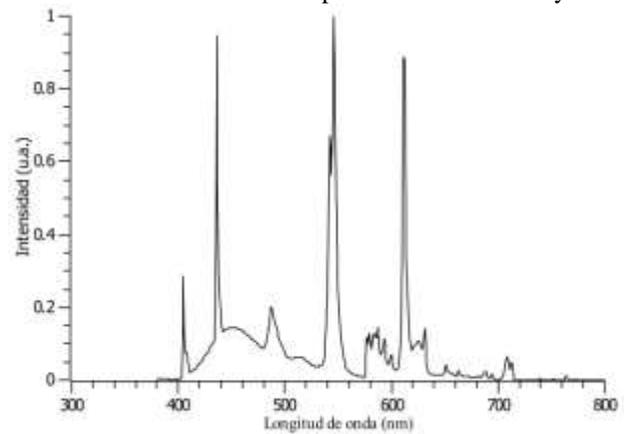
f) Espectro de luminaria 6 (luz cálida). Donde hay una predominancia en la región del rojo.



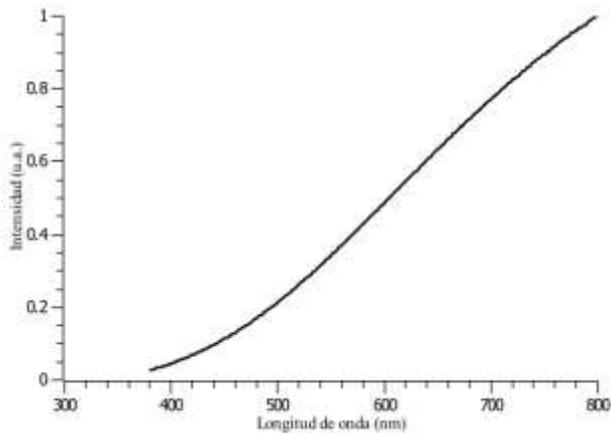
g) Espectro de luminaria 7 (luz fría). Donde hay una región con mayor intensidad en el azul.



h) Espectro de luminaria 8 (luz fría). El espectro es más discreto con componentes en el violeta y azul.



i) Espectro de luminaria 9 (luz fría). El espectro es más discreto con componentes en el violeta y azul.



- j) Espectro de luminaria 10 (luz cálida). Donde se observa un espectro suave donde si hay componentes en el infrarrojo y su emisión en la región del violeta y ultravioleta es significativamente menor.

**Figura 5** Espectro de emisión de las fuentes de artificiales de luz de 60W

Fuente: *Elaboración Propia*

## Conclusiones

Las ventajas de la iluminación LED abordadas en esta investigación resultan muy claras, esta tecnología ha propiciado muchos avances, incluso dentro de su rama tiene un crecimiento acelerado, por lo cual no sería de sorprender que en poco tiempo las ventajas sean más.

En comparación con las luminarias convencionales incandescentes e inclusive con las fluorescentes, las luminarias LED son altamente eficaces, aprovechando cerca de un 80 a 90% la energía con respecto a una luminaria convencional para entregar la misma cantidad de lúmenes y cerca de un 30 a 40% más que las fluorescentes. Este factor es de alto impacto porque reduce directamente la factura en el consumo de energía en cada hogar y con ello la demanda de la energía eléctrica y las emisiones de gases de efecto invernadero.

La mayor vida útil de las luminarias LED compensa el mayor costo relativo inicial, puesto que al ser más eficaces y tener un mayor tiempo de vida resultan ser las luminarias con menor costo de operación y más duraderas evitando así los costos por remplazo, con tiempo de vida útil de hasta 30000h-50000h, superando en 30 o más veces a una luminaria incandescente y hasta 8 veces más que una fluorescente.

Las características del color de una luminaria LED están mejor definidas y son muy diversas, por lo cual son muy versátiles y pueden adaptarse a distintos espacios, cuando se desea una alta fidelidad de color o tonalidades más variadas son la mejor opción. La mezcla entre estas luminarias puede brindar tonalidades no posibles con otro tipo de luminarias.

A diferencia de las luminarias fluorescentes e incandescentes la emisión de calor es casi nula, el calor es generado en los componentes electrónicos que la conforman por lo cual constan de disipadores de calor que los sujetan y que sirven precisamente para disipar el calor generado por el circuito, hay una variedad de disipadores de calor que los conforman, y están pensados en la cantidad de ledes que conforman la luminaria.

A pesar de ser eficaces, también pueden presentar un factor de potencia alto a un costo no elevado, además de ser características de fácil control que en cuestión de cierto tiempo puede implementarse en distintos productos ofertados sin aumentar significativamente su costo, como se notó con la luminaria 6.

En general la elección de una luminaria dependerá de su uso, con base a esto se decidirá qué características particulares se desean en la misma, las más versátiles y eficientes resultan ser las luminarias LED, las cuales pueden adaptarse a las necesidades de los consumidores mucho mejor que cualquier otro tipo de luminaria sin perjudicar a nuestra salud al estar expuestos por tiempos muy prolongados, entre estas y muchas razones justificadas es importante fomentar su uso temprano y con ello aportar a la necesaria reducción del consumo energético.

## Referencias

- D. Malacara, Color Vision and Colorimetry: Theory and Applications, SPIE Press, 2011.
- E.B. Goldstein, J. Brockmole. Sensation and Perception, Cengage Learning, 2016.
- F. Szabó, R. Kéri, J. Schanda, P. Csuti, E. Mihálykó-Orbám (2016). A study of preferred colour rendering of light sources: Home lighting, *Lighting Res. Technol*, 48, 103-125
- G. Wyszecki and W.S. Stiles, Color Science, Wiley Interscience, 2000.
- ESQUIVEL RAMÍREZ, Alma Edith, GÓMEZ VIEYRA, Armando y CORRAL MARTÍNEZ, Luis Francisco. Estudio del desempeño de focos de iluminación doméstica. *Revista de Ingeniería Tecnológica*. 2020

H.A.E. Keitz, Cálculos y Medidas en Luminotecnia, Paraninfo, 1974.

J.L. Lindsay, Applied Illumination Engineering, Fairmont Press, 1997.

J.M. Palmer, B.G. Grant, The Art of Radiometry, SPIE Press, 2009.

K. Chang, Handbook of Optical Componets and Engineering, Wiley, 2003.

M. S. Perlmutter, A. Bhorade, M. Gordon, H. Hollingsworth J.E. Engsberg, M. C. Baum (2013). Home lighting assessment for clients with low vision, *American Journal of Occupational Therapy*, 67, 674-682

T.Q. Khanh, P. Bodroigi, Q. T. Vinh, H. Winkler, LED Lighting Technology and Perception, Wiley-VCH, 2015.

W.R. McCluney, Introduction to Radiometry and Photometry, Artech House, 2014.

## Aplicación de una herramienta de seguridad para la prevención de fuga de información

### Application of a security tool for the prevention of leakage of information

GONZÁLEZ-RAMÍREZ, Claudia Teresa†\*, GÓMEZ-MARTÍNEZ, Leonardo, COLÍN-MORALES, José Manuel y DELGADO-PICHARDO, Mauricio

*Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Zitácuaro*

ID 1er Autor: *Claudia Teresa, González-Ramírez* / ORC ID: 0000-0002-4106-4583, Researcher ID Thomson: G-6313-2019

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Leonardo, Gómez-Martínez* / ORC ID: 0000-0002-5821-3573

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *José Manuel, Colín-Morales* / ORC ID: 0000-0002-9438-5217

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Mauricio, Delgado-Pichardo* / ORC ID: 0000-0003-1129-2128

DOI: 10.35429/JTEN.2020.13.4.24.33

Recibido 03 de Marzo, 2020; Marzo 30 Junio, 2020

#### Resumen

Considerando que día con día la mayoría de los servicios brindados por cualquier organización, se están migrando a entornos que involucran el uso de equipos de cómputo, servidores y redes de datos, también se deben considerar los múltiples ataques que sufren las empresas, enfocados al robo de información, falsificación, modificación de servicios, suplantaciones, vulnerabilidades en sistemas, entre muchas cosas. A pesar de la gran utilidad y todas las ventajas que ofrecen las redes no se puede dejar a un lado y mucho menos dar por hecho que la seguridad de la organización se encuentra en óptimas condiciones, conceptos como la implementación, administración y seguridad informática. Por ello la empresa debe contar con un esquema de seguridad de Prevención de Fuga de Información, basado en un sistema de seguridad con las herramienta que proporcione éstas ventajas como lo es necesidades y objetivos de la misma.

#### Seguridad, Prevención, Información

#### Abstract

Considering that day by day most of the services provided by any organization are being migrated to environments that involve the use of computer equipment, servers and data networks, the multiple attacks suffered by companies, focused on theft, must also be considered. information, falsification, modification of services, impersonations, vulnerabilities in systems, among many things. Despite the great usefulness and all the advantages that networks offer, it cannot be left aside, much less assume that the security of the organization is in optimal conditions, concepts such as implementation, administration and computer security. Therefore, the company must have an Information Leakage Prevention security scheme, based on a security system with the tools that provide these advantages.

#### Security, Prevention, Information

**Citación:** GONZÁLEZ-RAMÍREZ, Claudia Teresa, GÓMEZ-MARTÍNEZ, Leonardo, COLÍN-MORALES, José Manuel y DELGADO-PICHARDO, Mauricio. Aplicación de una herramienta de seguridad para la prevención de fuga de información Revista de Ingeniería Tecnológica. 2020. 4-13: 24-33

\* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: claudia.lic@gmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

La finalidad del proyecto es el diseño e implementación de un sistema de seguridad de Prevención de Fuga de Información en una organización ya que el crecimiento de las redes locales en los últimos años ha permitido incrementar el flujo de la información a grandes escalas, permitiendo con ello agilizar procesos personales, informativos, comerciales y educativos, pero aunado a ello nuevas amenazas y vulnerabilidades.

En la actualidad es imprescindible la implementación de una red en cualquier sector, debido a la existencia de una empresa que no cuente con una infraestructura de este tipo no le será posible garantizar su productividad y mucho menos su seguridad.

Todas las actividades que involucran el uso de computadoras y telecomunicaciones están relacionadas con información, dado que ésta es un bien al cual es asociado un valor, por lo tanto, están sujetos a riesgos, impactando de esta manera tanto económica como comercial.

Las empresas actualmente están buscando mecanismos que permitan minimizar el riesgo al cual puedan estar expuestos, a causa de que no existe como tal un proceso que se debiera seguir y que con ello garantice o se considere una red cien por ciento segura, pues la práctica demuestra lo contrario, así se implementen mecanismos de control, como lo son el uso de estándares de seguridad, políticas internas, legislación informática, respaldos, planes de contingencia, servicios de seguridad recomendaciones de instituciones como ISO, SANS, NIST, entre otras, todo esto ayuda a reducir riesgos.

## Hipótesis

La fuga de información es la consecuencia de la falta de cultura del personal, ocasionando vulnerabilidad para las empresas, el tener un modelo de prevención de fuga de información en PC's y Laptops, las empresas minimizarán los riesgos e incidentes de fuga de información.

## Objetivo General

Diseñar e implementar un esquema de seguridad de Prevención de Fuga de Información

## Objetivos Específicos

- Realizar un análisis de riesgos que permita priorizar necesidades de seguridad.
- Estudiar diferentes propuestas para ofrecer seguridad, tanto a nivel red, transporte y aplicación.
- Elaborar un estudio de la infraestructura de red con la que cuenta actualmente la dependencia, para determinar el esquema que permita administrar, auditar e identificar información relevante en los segmentos de red.
- Diseñar un esquema de seguridad para la dependencia, que permita minimizar los riesgos contra la pérdida de información (confidencial).

Realizar la implementación, el despliegue de políticas y la puesta en operación del esquema de seguridad propuesto para la dependencia, así como el proceso de concientización de la implementación.

## Caso de Uso

Empresa de servicio, que se denominará Organización, dentro de ésta se tiene control de la red como en servicios de control de acceso, monitoreo, implementación de políticas, procedimientos, inventarios de los equipos, prevención, auditorías, detección y respuesta a incidentes que se encuentren en la red.

## Variables

### 1. Independientes

La formación del personal respecto a información confidencial.

### 2. Dependientes

Medidas que se tienen para prevención y corrección de incidentes.

## Problemas a resolver

El área respectiva planteo los siguientes problemas a resolver:

- Realización de un primer análisis de riesgos para la dependencia.
- Implementación en su conjunto de reglas de un primer esquema de seguridad para la dependencia.
- Implementación de controles, que permitan identificar y solucionar problemas en la red de manera clara y precisa.
- Desarrollo de políticas de uso de la información para la dependencia.
- Reducir los incidentes de seguridad relacionados con fugas de información lógicas, así como físicas.

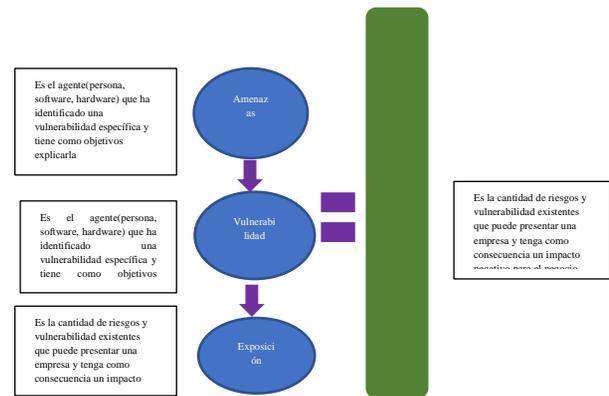
Que este estudio sea una base para realizar una implementación de esquema de seguridad para demás organizaciones.

## Fundamento Teórico

### 1. Introducción a la seguridad de la información

La seguridad de TI es un método de defensa de red, que se basa en el establecimiento de recursos de seguridad local de la red y a diferentes niveles, permitiendo definir niveles de confianza, el acceso de usuarios internos o externos a determinados servicios, y denegando cualquier tipo de acceso a otros.

El término Seguridad de la Información cuenta con diversas definiciones, para términos de este proyecto y de forma general, la seguridad de la información, se define como una condición que resulta del establecimiento de medidas técnicas, organizativas y legales para mantener la protección de los activos de información dentro de una organización para continuar con la misión y funciones críticas de su negocio a pesar de los riesgos y vulnerabilidades que se puedan llegar a presentarse por las amenazas. Comúnmente las palabras “vulnerabilidad”, “amenaza”, “exposición” y “riesgo” son usadas de la misma forma, aun sabiendo que tienen significados diferentes. Es importante entender las diferencias de cada concepto, a continuación se presentan las definiciones adoptadas dentro del desarrollo del proyecto.



**Figura 1** Definiciones

### 1.1 ¿Qué es DLP?

En los primeros años de la informática, los incidentes de fuga de información solo se relacionaban con el acceso no autorizado provocado por orígenes externos, es decir, personas que no pertenecían, ni formaban parte de una empresa, tenían la intención de ingresar a sistemas no propios, con el objetivo de extraer información para su beneficio, por lo que surge en el mercado por los años 2006 el aplicativo DLP, frente a la necesidad que presentan las organizaciones de proteger la información sensible de fuga de datos.

El termino DLP (Data Loss Prevention), cuyo significado en español es Prevención de perdida de datos, se encarga de identificar y proteger los datos dentro de su red, nos ayuda a comprender como se accede, como se transmiten y si contienen información confidencial.

Es un término que se emplea en el área de seguridad de la información, haciendo referencia a los sistemas que identifican, supervisan y protegen los datos que se procesan, transmiten o almacenan. Los sistemas están diseñados para detectar y prevenir el uso autorizado y la transmisión de información privada, sensible y confidencial, principalmente acorde a la clasificación de la información de cada entidad.



Figura 1 Esquema DLP

## 1.2 Función de DLP

Según el consultor Prathaben Kanagasingham “La función de un DLP es la de identificar, monitorear, detectar e intentar prevenir la fuga de información, considerando como confidencial o sensible por la organización. Por lo general esto se lleva a cabo a través de herramientas que cuentan con una gestión centralizada y permiten el monitoreo y control de los datos en el puesto de trabajo”<sup>i</sup>.

La función principal de los DLP es proteger los datos de la organización que se pueden encontrar como:

- Datos en Uso: son los datos que se están utilizando en ese momento como, estados financieros, roles de pago, creación de un documento. Las acciones que llevan a cabo los usuarios en los endpoints, tales como copiar datos y archivos en medios extraíbles, imprimir archivos en una impresora local y realizar capturas de pantalla.
- Datos en Movimiento: Son aquellos datos que son transmitidos en una red. Estos datos son particularmente vulnerables, ya que los atacantes no necesitan estar cerca de la computadora donde estos datos están almacenados; solo requieren estar ubicados en algún punto de la ruta de recorrido de los mismos.
- Datos en Reposo: Son los datos que la organización que residen en los repositorios, las bases de datos y los recursos compartidos así como en los discos duros, CD's, memorias USB o cualquier otro medio de almacenamiento.

## 1.3 Características de DLP

Como ya se mencionó anteriormente el DLP ayuda a las organizaciones a que tengan mejor control y manejo de sus datos, además de proteger los datos sensibles. Como nos mencionan el artículo “Understanding and Selecting a DLP (Mogull, 2016)”<sup>ii</sup>, describe varían de sus características, de las cuales las más destacadas son:

- Profundo análisis de contenido: DLP tiene la capacidad de analizar a profundidad el contenido empleando diferentes técnicas dependiendo en donde se encuentre la información.
- Gestión de políticas centrales: Las soluciones DLP incluyen un servidor que permite una gestión central y así permite administrar los puntos de detección, creación así como la gestión de las políticas implementadas.
- Amplia cobertura de contenido a través de múltiples plataformas y locaciones.

## 1.4 Prevención de Fuga de Información

Actualmente, llamamos Fuga de Información al incidente en el que un activo de información con valor para una organización, pasa a manos ajenas, perdiendo una de sus cualidades como lo es su confidencialidad. De igual forma puede ser un incidente tanto interno como externo, y a la vez intencional o no.

Debemos de conocer que la fuga de información es una salida no controlada de la información, ocasionando que ésta llegue a mano de personas no autorizadas o que el dueño de la información pierda el control de la misma. En muchos casos ocurre cuando un sistema de información que está diseñado para restringir el acceso solo a personas autorizadas, revela parte de la información debido a errores de los procedimientos del diseño o concepción del sistema.

Algunos ejemplos de fuga de información pueden ser desde un empleado vendiendo información confidencial a la competencia (incidente interno o intencional), una secretaria que pierde un documento en un lugar público (incidente interno o intencional) o bajo el mismo entorno la pérdida de una laptop o equipo de cómputo, así como también el acceso externo a una base de datos en la organización o un equipo infectado con un software malicioso que envíe información a un delincuente.

Cuando nos referimos a incidentes de origen interno, el empleado se ha convertido en uno de los principales factores al cual se debe de enfocar, debido a que el descontento, la venganza, el daño a la imagen, la venta de información altamente valiosa de una empresa para la obtención de un beneficio propio o la creación de una nueva empresa con parte de los activos de información de otra, son algunos de los motivos por los cuales se producen incidentes de fuga de información interna.

Sin embargo, no todos los incidentes de este tipo tienen una motivación específica, en ocasiones, estos incidentes se presentan debido a la falta de conocimiento, formación o simplemente errores humanos en el tratamiento y uso de la información.

### Metodología

“La Prevención de Fuga de Información tiene como objetivo principal: identificar, monitorizar, detectar y prevenir la fuga de información, que es considerada como confidencial por las organizaciones”<sup>iii</sup>. Siendo administrado desde una consola central donde se tiene las capacidades de detectar y prevenir uso no autorizado así como transmisión de información confidencial.

Si observamos lo mencionado anteriormente a través de los datos estadísticos (ilustración 3), podemos decir que de acuerdo a encuestas realizadas por la Agencia NetIQ perteneciente a Micro Focus International, en el año 2016 sobre amenazas internas, un tercio de las organizaciones encuestadas saben que han experimentado ataques internos. De igual forma, tres cuartas partes de los encuestados reconocen estar preocupados por la amenaza que suponen empleados maliciosos o negligentes en lo que respecta a la protección de su información confidencial.

Por otro lado, desde el punto de vista externo, la cantidad de incidentes se ha incrementado de manera exponencial debido a la aparición de: organizaciones criminales, hacktivistas, terroristas, delincuentes cibernéticos, entre otros, los cuales han desarrollado estrategias de ataques avanzadas con el objetivo de obtener un beneficio económico, así como llevar a cabo actividades de sabotaje y provocar daños a la imagen de las organizacionales. De acuerdo a un estudio patrocinado por la firma de McAfee en el año 2015, el impacto económico a nivel mundial provocado por delincuencia cibernética es de aproximadamente 400 millones de dólares al año.

### Causas de Fuga de Información

La naturaleza de los problemas relacionados a fuga de información radica primordialmente en tres aspectos principales relacionados con los ámbitos tecnológicos, personales y organizativos; que al presentarse facilitan y ayudan a la materialización de un incidente de seguridad, esta clasificación obedece a un aspecto fundamental de la información, que es su medio de propagación (sistemas o personas dentro de una organización).

Hoy en día las organizaciones usan dispositivos inalámbricos como: celulares, tabletas, laptops como herramientas de trabajo, los cuales están sincronizados con su correo electrónico, manejan pedidos, poseen cartera de clientes, agenda de contactos, etc. Si bien estas herramientas facilitan a los empleados en sus actividades, representan una gran posibilidad que existan una pérdida de confidencialidad.

Otro factor importante es que con estos dispositivos pueden manejar diferentes conexiones como: Wireless, Bluetooth y si éstas no poseen procedimientos o mecanismos para proteger la información, existe riesgo de que la información que maneje esté comprometida, ya que muchas veces las personas utilizan sus dispositivos en lugares públicos sin considerar que pueden ser víctimas de robo de información. Un artículo de Cardozo González & García Severiche publicado en 2013, menciona que existen diferentes amenazas y vulnerabilidades que pueden llevar a que exista una pérdida de datos, como por ejemplo:

- Redes sociales: Representan un riesgo en la confidencialidad de la información, así que las organizaciones deben realizar campañas de sensibilización para que eviten que los empleados publiquen información de la compañía en redes sociales.
- Publicación de videos: Existen actividades que se realizan al interior de las organizaciones que son grabadas, y muchas veces son subidas a páginas sin tener en cuenta la información que en ellas estén, lo que puede poner en evidencia información que solo es relevante para la compañía.

Falta o inadecuada clasificación de archivos de información: La mayoría de las organizaciones no poseen una adecuada clasificación de activos de información, provocando que los empleados no tengan claro el nivel de protección de cada activo, de esta manera dificulta la protección de éstos.

### Controles de seguridad

Se debe clasificar la información de acuerdo a su importancia para la organización y se deben establecer las medidas de seguridad adecuadas para su tratamiento, a lo largo de su vida útil y en cualquiera de sus formatos, manteniendo los niveles de protección requeridos. La Normativa Global de Seguridad, establece los objetivos de control (OC) necesarios para alcanzar un nivel de seguridad homogéneo y adecuado a las necesidades del negocio.

### Clasificación y Tratamiento de la Información

La información se clasifica para indicar la necesidad, la prioridad y el grado, de protección aplicable. Se han definido cuatro niveles de clasificación de la información.

- Pública: Información cuya divulgación no afecte a la empresa en términos de pérdida de imagen y/o económica.

- Uso Interno: Información que, sin ser reservada ni restringida, debe mantenerse en el ámbito interno de la empresa y no debe estar disponible externamente, excepto a terceras partes involucradas, previo compromiso de confidencialidad y conocimiento del Propietario de la misma.
- Registrada: Información sensible, interna de áreas de proyectos a los que solo debe tener acceso controlado un departamento, miembros del proyecto, un comité, etc. pero no toda la empresa. Debe ser protegida por su impacto en los intereses de la empresa, de sus clientes o asociados y empleados.
- Reservada: Información de alta sensibilidad que debe ser protegida por su relevancia sobre decisiones estratégicas, impacto financiero, oportunidades de negocio, potencial de fraude o requisitos legales. Su manejo requiere autorización nominativa y su distribución se limitará a un grupo reducido de personas.

Se deben evitar tanto la sobre clasificación como las posibles revelaciones no controladas.

### Etiquetado de la Información

La aplicación de la clasificación o etiquetado de la información debe realizarse por su propietario, que será el responsable de mantenerla actualizada a lo largo de su ciclo de vida.

Adicionalmente, se considerar como información reservada de cada empleado, sus claves / tokens / identificadores de accesos a los sistemas y los emplazamientos, ya que estos son personales e intransferibles: su información financiera o sobre salud.

### Tratamiento de la Información

El tratamiento de la información supone que solo esté disponible para aquellos trabajadores que lo necesiten, y que, de ser necesario, tengan autorización para ello.

Se definen directrices para el tratamiento de la información según su clasificación en confidencialidad, en lo que respecta a un inventario, etiquetado, acceso, almacenamiento, reproducción, distribución y destrucción. Se debe realizar un checklist para la clasificación de la información tanto para la de carácter pública, exclusiva y almacenada ver tabla 1.

<b>Inventario</b>	No necesita ser inventariada.
<b>Etiquetado</b>	
<b>Acceso</b>	
<b>Almacenamiento</b>	
<b>Reproducción</b>	
<b>Distribución</b>	
<b>Destrucción</b>	

**Tabla 1** Información Pública, Exclusiva y Almacenada

### Información que contiene datos de carácter personal

La información debe ser tratada bajo los principios de legislación en materia de protección de datos vigentes en cada país en el que opera, y la normativa de la organización

### Responsable de Protección de Datos

- En materia de protección de datos, las empresas, se regirán conforme resulte de las previsiones de las leyes de los países en los que operan, así como a la política de privacidad de la empresa, y al resto de normativa interna aprobada en dicha materia.
- Cada unidad de negocio cuenta con un responsable local de protección de datos, que se encargará de velar por el cumplimiento de la normativa nacional e internacional en materia de privacidad, así como de la política de privacidad de la organización y cualquier normativa relacionada.
- El responsable de protección de datos se encarga de comunicar, según los medios establecidos por la legislación vigente, las posibles incidencias en el tratamiento de datos de carácter personal, tanto a las autoridades designadas como a los usuarios afectados.

### Personal dedicado a la Protección de Datos

Cada unidad de negocio debe asegurar que las funciones propias de protección de datos se desempeñan en su organización (a través de distintas unidades en diversas áreas, entre otras Servicios Jurídicos, Cumplimiento, Seguridad, etc.), por lo que deberá dotar cuantos medios humanos, materiales, tecnológicos y presupuestarios devengan necesarios para su cumplimiento.

Estas funciones incluyen, a título numerativo, pero sin resultar excluyente:

- Asegurar el cumplimiento de las obligaciones en materia de protección de datos derivadas de la legislación vigente que resulte de aplicación, de la política de privacidad de la empresa, de la normativa global de seguridad y del resto de normativa interna.
- Asegurar la adecuada atención de las peticiones relativas a datos de carácter personal recibidas en la unidad de negocio, por ejemplo, peticiones de ejercicio de derechos por los afectados.
- Elaborar y mantener actualizado el listado de tratamiento o ficheros que incluyen datos de carácter personal, según la legislación vigente.
- Velar por la actualización del listado de personal con acceso a tratamiento de datos o ficheros de carácter personal, responsabilidad del propietario de dicha información.
- Asegurar la correcta aplicación de las medidas de seguridad aplicables a los datos de carácter personal, según la legislación vigente.
- Asegurar la formación y concienciación en privacidad de todo el personal de la unidad de negocio, así como de los diferentes colaboradores / personal externo que maneje información de la compañía.

### Despliegue Servicio DLP

En la siguiente sección se muestran todos los detalles relacionados a la implementación inicial:

– Data Loss Prevention (DLP)

Estas soluciones son implementadas de manera satisfactoria en la red de la organización, permitiendo incrementar considerablemente los niveles de seguridad, así como mejorar la administración y respuesta frente a incidentes gracias al traspaso de conocimiento experto entregado a los administradores y personal de soporte.

**Implementación DLP**

La implementación de la solución DLP monitorea la información sensible o crítica que los usuarios finales pudieran enviar fuera de la red corporativa, por medio de extraíbles, correo, web, esta solución también ayuda a un administrador de red a controlar que datos.

Se generan unas tablas para tener una descripción puntual del servidor PO y el servidor de Base de Datos., como se observa en la tabla 2.

Características Servidor	
	Detalles
Nombre	
Sistema Operativo	
Memoria	
Procesador	
Storage	
Dirección IP	
Máscara	
Gateway	
Servidores DNS	
Plataforma Virtual	
Nodos Gestionados	
Antimalware Local	

**Tabla 2** Tabla descriptiva de los diferentes Servidores

**Actividades DLP**

La implementación de la solución DLP se realiza acorde a las metodologías y buenas prácticas establecidas por Intel Security Professional Services.

Proceso de Implementación

Actividades PO:

- Respaldo de Base de Datos.
- Depuración de eventos de amenazas.
- Depuración de eventos cliente.

- Generación de punto de restauración.
- Actualización de versión de consola.

Instalación y Configuración Inicial:

- Instalación del Módulo DLP en la consola de administración ePO.
- Instalación de Extensiones para DLP.

Definición de Políticas y Configuraciones de Seguridad:

- Se generaron 4 políticas de protección para monitorear las actividades de los usuarios con información sensible.
- Política Big Box.
- Política Big Data.
- Política Datos Personales.
- Política Test TI.

Pruebas de Correcto Funcionamiento:

Se validaron las políticas creadas para cada tecnología con usuarios finales. Se realiza un respaldo de la base de datos, y se genera un snapshot de la consola, esta tarea se recomienda realizarla una vez cada 3 meses dependiendo de los cambios que se apliquen durante este lapso de tiempo, como también es recomendable mover los archivos generados a una unidad de respaldo, por mayor seguridad, ya que este respaldo se guarda en el servidor local.

**Consola PO -Purchase Order**

Versión de Solución	Nodos cubiertos	Porcentaje de Cobertura
11.0.400	7	0.5%

**Tabla 3** Versiones instaladas

Se valida que la versión instalada en la consola PO. Se actualiza la consola a una nueva versión, para su mejor funcionamiento y compatibilidad con el módulo de DLP a utilizar.

**Activación de Eventos en Base de Datos**

Se valida que se tengan demasiados eventos de amenazas y eventos de clientes almacenados en la base datos.

Se aplica una depuración de eventos para liberar espacio en la base de datos.

Se instala el Módulo DLP con sus extensiones correspondientes

### DLP Políticas:

Se generan 3 política de prueba:

- Organización\_Test\_Big\_Box;

Con las siguientes reglas cada una:

- Almacenamiento\_extraible\_Organización
- Capturas\_pantalla\_Organización;
- Impresión\_Organización;
- Nube\_Organización;
- Portapapeles\_Organización
- Organización\_Correo;
- Web\_Organización

### Resultados

#### Resultados cuantitativos

La implementación de DLP concluyó satisfactoriamente, otorgando a la organización una avanzada plataforma de:

Protección de Información Sensible en la red.

Reportes de Cobertura

Reportes de actividad y detecciones de las soluciones DLP.

#### 10 Tipos de incidentes principales

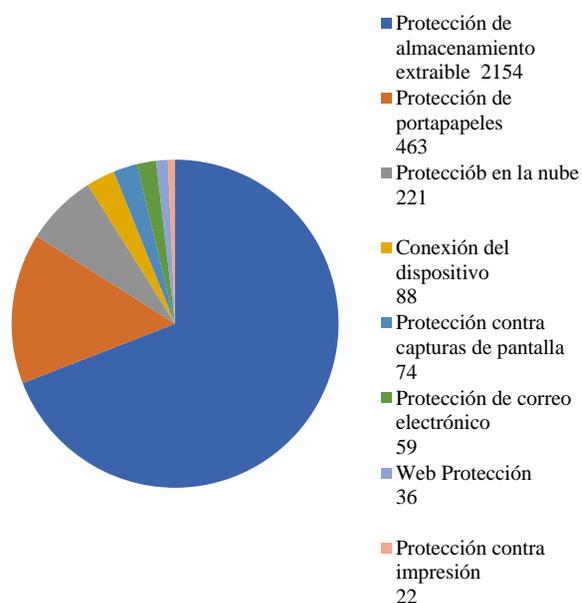


Gráfico 1 Tipos de incidentes principales

Se logró obtener el top 10 incidentes con mayor detección, como podemos ver en la siguiente imagen nos muestra el número de veces que han tomado información sensible y por qué medio, al igual nos muestra las veces que han ingresado alguna USB.

Usuarios con mayor infracciones, como podemos ver en la siguiente imagen, es el top 10 de usuarios que han tratado de obtener información sensible, por medio de portapapeles, por alguna aplicación en la nube, por captura de pantalla, por correo, por una página web, por algún medio de impresión, o bien ingresado alguna USB.

#### Usuarios con infracciones principales

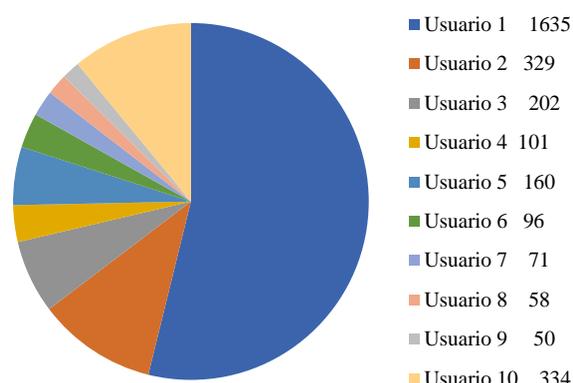


Gráfico 2 Usuarios con infracciones principales

#### Resultados cualitativos

- PO.  
Actualización de versión.  
Depuración de eventos

- DLP.

Se encuentra en óptimas condiciones de funcionamiento, y óptima para activación de políticas de bloqueo, brindando visibilidad y almacenamiento de eventos de extracción de información sensible, sin contratiempos ni problemas conocidos a la fecha de finalización de los trabajos de configuración base inicial. Configuración de políticas de monitoreo para validar que usuarios y que información sensible es extraída y por qué medio, llámese USB, correo, captura de pantalla, web (URL's), nube (Box, Dropbox, Google Drive, iCloud, Office 365, One Drive, Syncplicity), impresión, portapapeles.

- Configuración de tarea de instalación de Agente DLP.
- Configuración de Clasificaciones de información por medio de directorios, aplicaciones de base de datos como (Squirrel, Oracle SQL Developer), y páginas web específicas

### Conclusiones

Con el desarrollo de este trabajo de investigación se denota la importancia que tiene la protección y prevención de fuga de información en cualquier organización, y que existen herramientas que nos pueden ayudar a conseguir este objetivo.

Se logra desarrollar una guía de implementación estándar que pueda ser aplicada en cualquier organización.

Podemos decir que la solución DLP implementada está estable y en proceso de activación de bloqueo, permitiendo a la organización tener un control de fugas de información, detectarlas y minimizarlas.

### Referencias

Anaya Solano, D. A., & Ojeda Field, L. F. (2020). Elaboración del prototipo de un sistema de control de variables atmosféricas automatizado para el cultivo de plantas bajo invernadero en ambiente indoor en la Región Caribe (Doctoral dissertation, Universidad de la Costa).

Calvo, Arantxa. (2016, 03, 11). Fuga de información, la mayor amenaza para la reputación corporativa. Disponible: <http://www.redseguridad.com/opinion/articulos/fuga-de-informacion-la-mayor-amenaza-para-la-reputacion-corporativa/>

C. (2020). Diseño e implementación de un sistema automático de suministro trifásico permanente y optimización del consumo energético para la Avícola “Flor María”.

Guía de Seguridad y Mejores Prácticas, Centro de Seguridad de la Información, recuperado 31 de Marzo 2016 de: <https://benchmarks.cisecurity.org>

HUANCA, T., & EDDY, A. (2020). MONITOREO Y DIAGNÓSTICO DE LA OPERACIÓN DE UNA COLUMNA DE FLOTACIÓN PILOTO USANDO MÉTODOS DE PROYECCIÓN (PCA).

Kanagasingham, P. (Agosto 2015). Sans Institute. Obtenido de: <http://www.sans.org/reading-room/whitepapers/dlp/data-loss-prevention-32883>

La Scala, M. (2020). De las redes inteligentes a las ciudades inteligentes. ISTE Group.

McAfee. (2016, 03, 11). McAfee data loss prevention la solución de prevención contra la pérdida de datos líder del mercado. Disponible: <https://www.mcafee.com/enterprise/es-mx/products/dlp-endpoint.html>

Miguel Pérez Julio Cesar. (2015), Protección de Datos y Seguridad de la Información. México: Ra-Ma Araya Álvarez, R., & Merizalde Dobles, J. G. (2020). Informe técnico: Pruebas a escala piloto en el Sistema de Potabilización La Guaria, Valle de La Estrella, Limón. – Cazco Barba, L.

Mogull, R. (Diciembre 2016). Searchdatacenter. Obtenido de: <http://searchdatacenter.techtarget.com/es/consejo/Como-evitar-errores-de-implementacion-de-DLP>

Security Murugiah Souppaya Karen Scarfone, recuperado 05 de Septiembre 2016 de: <http://dx.doi.org/10.6082/NIST.SP.800-46r2>

# Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

---

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

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Autor†\*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2<sup>do</sup> Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3<sup>er</sup> Coautor

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

International Identification of Science - Technology and Innovation

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

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

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

ID 3<sup>er</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3<sup>er</sup> 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 Tecnológica. 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

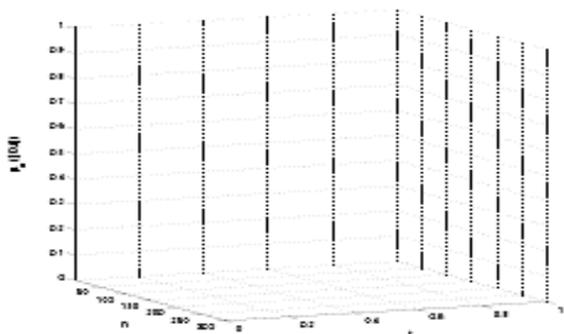
[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

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

## Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

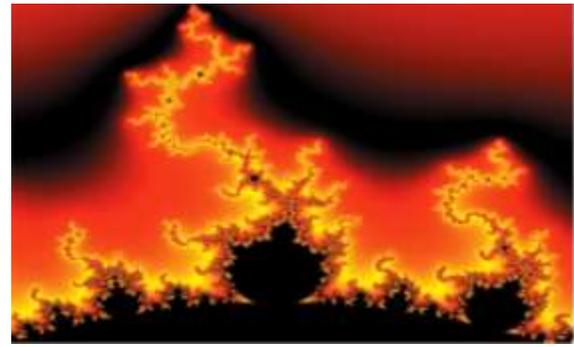
En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[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.

## Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

## 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 Ingeniería Tecnológica 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 Ingeniería Tecnológica 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 Taiwan 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-México, S.C en su Holding Taiwan para su Revista de Ingeniería Tecnológica, 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 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**

69 Calle Distrito YongHe, Zhongxin. Taipei-Taiwán. Tel: +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 1260 0355, +52 1 55 6034 9181; Correo electrónico: [contact@ecorfan.org](mailto:contact@ecorfan.org) [www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

**ECORFAN®**

**Editor en Jefe**

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

**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® Taiwan), [sponsorships@ecorfan.org](mailto: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](mailto:financingprograms@ecorfan.org)

**Oficinas de Gestión**

69 Calle Distrito YongHe, Zhongxin. Taipei-Taiwán.

# Revista de Ingeniería Tecnológica

“Sistema de recuperación de energía basado en emular el movimiento del flujo de agua en tuberías”

**MASTACHE-MASTACHE, Jorge Edmundo, RAMÍREZ-CHÁVEZ, César León, LOVERA-GARCIA, Jesús Adan y DE LA GARZA-MACEDO, José Ángel**

*Universidad de Ixtlahuaca*

“Análisis energético de un aerogenerador con diferentes grados de inclinación del aspa usando integral numérica”

**JUÁREZ-TOLEDO, Carlos, MARTÍNEZ-CARRILLO, Irma y HERNÁNDEZ-EPIGMENIO, Miguel Ángel**

*Universidad Autónoma del Estado de México*

“Estudio del desempeño de focos de iluminación domestica”

**ESQUIVEL RAMÍREZ, Alma Edith, GÓMEZ VIEYRA, Armando y CORRAL MARTÍNEZ, Luis Francisco**

*Universidad Autónoma Metropolitana*

*Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chihuahua*

“Aplicación de una herramienta de seguridad para la prevención de fuga de información”

**GONZÁLEZ-RAMÍREZ, Claudia Teresa, GÓMEZ-MARTÍNEZ, Leonardo, COLÍN-MORALES, José Manuel y DELGADO-PICHARDO, Mauricio**

*Instituto Tecnológico de Zitácuaro*

