

# NEKMA

ISSN 2683-1988



**UVP**  
UNIVERSIDAD  
DEL VALLE DE PUEBLA

**Nueva Época**

Año 12, No. 22, Septiembre - Diciembre 2024

NEXTIA

REVISTA DE INGENIERÍAS  
Y DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

NEXTIA, año 12, No. 22, septiembre-diciembre 2024, es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad del Valle de Puebla S.C., Calle 3 sur # 5759, Col. El Cerrito. CP. 72440, Puebla, Puebla, Tel. (222) 26-69-488, <[www.uvp.mx](http://www.uvp.mx)>. Editores Responsables: Dra. María Hortensia Irma Lozano e Islas y Mtro. Prisciliano Gerardo Illescas Lozano. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2021-081017191000-203, ISSN: 2683-1988, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Coordinación Editorial y de Publicaciones, Dr. Mauricio Piñón Vargas, Calle 3 sur # 5759, Col. El Cerrito. CP. 72440, Puebla, Puebla, Tel. (222) 26-69-488 ext. 798, fecha de última modificación agosto de 2024.

Las posturas expresadas por los autores no necesariamente reflejan las posturas de la Universidad del Valle de Puebla, de su Coordinación Editorial y de Publicaciones, de las editoras responsables ni del staff editorial involucrado en la edición de la revista.

Se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos de la presente publicación, siempre y cuando se acredite el origen de estos.

Cualquier carta dirigida al editor debe enviarse al correo [coord.editorial@uvp.mx](mailto:coord.editorial@uvp.mx).

NEXTIA

REVISTA DE INGENIERÍAS  
Y DIVULGACIÓN CIENTÍFICA



Año 12 / Núm. 22

septiembre - diciembre 2024



## **DIRECTORIO**

### **Presidente de la Junta de Gobierno**

Mtro. Jaime Illescas López

### **Rectora**

Dra. María Hortensia Irma Lozano e Islas

### **Directora de Ingenierías**

Mtra. Rosa Gloria García Bobadilla

### **Director de Posgrados, Educación Continua, Virtual y Abierta**

Mtro. Salvador Cervantes Cajica

### **Editoras Responsables**

Dra. María Hortensia Irma Lozano e Islas y Mtro.  
Prisciliano Gerardo Illescas Lozano

### **Coordinador Editorial**

Dr. Mauricio Piñón Vargas

### **Diseño Editorial**

Lic. Jocelin Solano García

### **Corrección ortotipográfica**

Mtro. Jesús Alberto Hernández Granados



## **COMITÉ EDITORIAL**

**Sabel Flores Maclovio**

Universidad del Valle de Puebla

**Rosa Gloria García Bobadilla**

Universidad del Valle de Puebla

**Minerva Maricela Salinas González**

Universidad del Valle de Puebla

**Juan de Dios Cruz Elvira**

Universidad del Valle de Puebla

**Ramón Martínez Cruz**

Universidad del Valle de Puebla

**Alma Sinia Lizet Salazar Valdéz**

Universidad del Valle de Puebla

## **COMITÉ CIENTÍFICO**

**Mtro. José Carlos Hernández González**

Centro de Tecnología Avanzada de Tabasco

**Mtro. Missael Román del Valle**

Centro de Tecnología Avanzada de Tabasco

## ÍNDICE

<b>PROPUESTA DE DISEÑO PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE ABRIR Y CERRAR VENTANAS PARA VEHÍCULOS DE GAMA MEDIA</b>	<b>10</b>
<b>PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE ILUMINACIÓN FRONTAL ADAPTATIVA EN VEHÍCULOS DE GAMA BAJA</b>	<b>28</b>
<b>PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE SUPERFICIES PERFORADAS EN DISIPADORES DE CALOR PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE DISIPACIÓN DE CALOR DE MICROCHIPS</b>	<b>45</b>
<b>PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MESA SIMULADORA SÍSMICA</b>	<b>76</b>

## **EDITORIAL**

En esta edición número 22 de Nextia, nos enorgullece presentar una serie de propuestas innovadoras que exploran el potencial de la ingeniería aplicada para mejorar tanto la tecnología como la seguridad en nuestras vidas cotidianas. Cada uno de los artículos seleccionados para este número representa la convergencia entre diseño, funcionalidad y el uso creativo de la tecnología, con el objetivo de ofrecer soluciones que no solo optimicen el rendimiento de los dispositivos y sistemas, sino que también democratizan su acceso a distintas gamas del mercado.

El primer artículo, Propuesta de implementación de iluminación frontal adaptativa en vehículos de gama baja, analiza cómo llevar una tecnología de seguridad común en vehículos de alta gama a modelos más accesibles, mejorando así la visibilidad nocturna y reduciendo los riesgos de accidentes. Esta propuesta no solo impulsa la seguridad vial, sino que subraya la importancia de hacer que la tecnología avanzada esté disponible para una mayor cantidad de personas.

En la misma línea de accesibilidad y funcionalidad, el artículo Propuesta de diseño para la automatización de un sistema de abrir y cerrar ventanas para vehículos de gama media ofrece una solución de automatización asequible, que optimiza la comodidad y seguridad en la experiencia del conductor. Este enfoque revela el potencial de la automatización no solo como una comodidad, sino también como una mejora en la seguridad y el control de los entornos vehiculares.

En el ámbito de la eficiencia energética, Propuesta de implementación de superficies perforadas en disipadores de calor para mejorar la eficiencia de disipación de calor de microchips propone una solución innovadora para un problema común en la tecnología de microchips. Mediante

la modificación estructural de los disipadores, este proyecto tiene el potencial de mejorar considerablemente el rendimiento y la vida útil de dispositivos electrónicos, lo cual es fundamental en un mundo cada vez más interconectado y dependiente de la tecnología.

Por último, el artículo Propuesta de diseño de una mesa simuladora sísmica introduce una herramienta de gran valor en la ingeniería civil y estructural. Esta mesa simuladora tiene como objetivo emular las condiciones sísmicas para la prueba y desarrollo de estructuras más resistentes, contribuyendo así a una mejor preparación ante desastres naturales y ayudando a salvar vidas y propiedades.

Esperamos que nuestros lectores encuentren en estas páginas inspiración y conocimiento, y que estas investigaciones los impulsen a seguir explorando y contribuyendo al desarrollo de ideas que transformen nuestra realidad de manera positiva.

Buena Lectura

Atentamente,

La Editorial

# ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

**PROPUESTA DE DISEÑO PARA LA AUTOMATIZACIÓN  
DE UN SISTEMA DE ABRIR Y CERRAR VENTANAS PARA  
VEHÍCULOS DE GAMA MEDIA**

**DESIGN PROPOSAL FOR THE AUTOMATION OF A WINDOW  
OPENING AND CLOSING SYSTEM FOR MID-RANGE  
VEHICLES**

ARTICULO DE INVESTIGACIÓN

**Jaimes, Samantha<sup>1</sup>**

UVP Universidad del Valle de Puebla

ia42136@uvp.edu.mx

ORCID: 0009-0007-1367-2147

**López, Sergio Raúl<sup>2</sup>**

UVP Universidad del Valle de Puebla

sergio.lopez@uvp.edu.mx

ORCID: 0000-0001-9762-8109

Recibido el 23 de mayo de 2024. Aceptado el 13 de septiembre de 2024. Publicado el 15 de diciembre de 2024.

## **Reseña de Autor <sup>1</sup>**

Estudiante de octavo semestre de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica y Diseño Automotriz en la Universidad del Valle de Puebla, cuenta con certificación en Solidworks CSWA-Mechanical Desing. Ha participado en distintos congresos tales como “Aplicación de inteligencia artificial para la democratización tecnológica”, “El reto de la ingeniería y la innovación tecnológica para dinamizar la economía”, “La transferencia tecnológica universitaria frente a una perspectiva internacional de las ingenierías” y “Diseñamos la ruta hacia la innovación”.

## **Reseña de Autor <sup>2</sup>**

Ingeniero Industrial por el Tecnológico Nacional de México, Campus Puebla, Maestro en Ingeniería Administrativa y Calidad por la Universidad La Salle Benavente, Doctor en Alta Dirección por la Universidad del Valle de Puebla. Posdoctor en Administración de Negocios por el Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente. TSU en Gestión y Administración de PyME por la Universidad Abierta y a Distancia de México. Ha colaborado con organizaciones privadas de los sectores manufacturero, comercial y de servicios, implementando Sistemas de Gestión de Calidad, desarrollado y mejorando procesos, gestionando información de sistemas y aplicándola en la toma de decisiones. Ha trabajado en publicaciones e impartido conferencias en diversas instituciones como BUAP, UPAEP, CEUNI, IEU, UVP, etc., relacionadas con temas de liderazgo, productividad, motivación, marketing, ingeniería y uso de la información en procesos de investigación.

## **Resumen**

En la industria automotriz, la tecnología está desempeñando un papel cada vez más importante, por ello se busca cubrir la necesidad de implementar nuevas tecnologías que estén cada vez más incluidas a las tendencias tecnológicas. La automatización en los vehículos, la encontramos más desarrollada en vehículos de gama alta, los cuales tienen un costo de venta elevado y menos accesible para gran parte de la sociedad. Por ello se busca proponer un diseño de automatización que pueda recibir por comando de voz indicaciones de la apertura y cierre de ventanas, y la parte central que pueda ser integrado en vehículos de gama media.

Se obtuvieron resultados aceptables para ser un primer diseño del prototipo, cumple con las funciones de abrir y cerrar las ventas, al ser un primer diseño es posible que cuente con algunas deficiencias, que se pueden mejorar con más investigación. El costo-beneficio fue el contraste más significativo, ya que con componentes a precios accesibles, se pudo lograr el prototipo con el que se podría implementar a vehículos de gama media

**Palabras clave:** automatización, programación, vehículos, sistema de control, circuito eléctrico.

## **Abstract**

In the automotive industry, technology is playing an increasingly important role, which is why the need to implement new technologies that are increasingly included in technological trends is created.

Automation in vehicles is more developed in high-end vehicles, which have a

high sales cost and are less accessible to a large part of society. For this reason, the aim is to propose an automation design that can receive voice command indications of the opening and closing of windows, and the central part that can be integrated into mid-range vehicles.

Acceptable results were obtained to be a first design of the prototype, it fulfills the functions of opening and closing sales, as it is a first design it may have some efficiencies, which can be managed with more research. The cost-benefit was the most significant contrast, since with components at affordable prices it was possible to achieve the prototype with which it could be implemented in mid-range vehicles.

**Keywords:** Automation, programming, vehicles, control system, electrical circuit.

## Introducción

En el entorno actual, en donde las tendencias de la inclusión de la automatización están tomando un papel importante en la facilitación de tareas en la mayor parte del mundo, es necesario estar a la vanguardia y buscar la implementación de estas nuevas tecnologías que tengan como objetivo la mejora, comodidad y seguridad del usuario. La automatización toma un lugar importante, por ello ejecutar esta investigación en el sector automotriz busca desarrollar una propuesta de diseño de un sistema eficiente, inclusivo y seguro que permita realizar la operación de apertura y cierre en vehículos de gama media por un comando de voz.

En el desarrollo de la propuesta se manejó un enfoque de costo-beneficio, ya que la implementación de estas nuevas tecnologías son mayormente encontradas

en vehículos de gama alta, y es ahí en donde la comparación de costos de venta de estos autos son proporcionalmente muy elevados. Por ello, se propone esta alternativa de diseño con las que se contrastan los beneficios y costos que se implementaron en este diseño de comando por voz.

Para el desarrollo de la parte del lenguaje se utilizó la plataforma Arduino donde se realizó la parte lógica de la programación, de igual manera, se utilizó la plataforma para simulaciones del diagrama eléctrico, que permitieron la interacción para pruebas y solucionar los posibles errores, así como la selección de los componentes que mejor interactuaban para tener un circuito eficiente con la parte de la programación.

Con este diseño se busca obtener una experiencia aceptable del usuario, así como la implementación a una cantidad menor de precio en comparación con vehículos que lo integran con diferencias significativas de precio de venta. Se contribuirá a la modernización de los vehículos de gama media haciendo énfasis en costo-beneficio.

## **Planteamiento del problema**

En la actualidad, la tecnología está desempeñando un papel cada vez más importante en la industria, así como en la industria automotriz, los módulos por control de voz solo se encuentran en modelos de alta gama, los avances en sistemas por control de voz han permitido la automatización de diversas funciones dentro del vehículo al mejorar la comodidad y la seguridad de los pasajeros.

La apertura y cierre de las ventanillas de un vehículo se realiza manualmente mediante interruptores eléctricos, aunque existen sistemas para cerrar y abrir todas las ventanas a la vez, no se ha desarrollado una solución para que los conductores realicen esta acción mediante un comando de voz para que sea de una manera más segura. Esta situación afecta a los conductores, ya que al tener una mejor accesibilidad

a este sistema podría reducir la distracción que tiene el conductor y evitar accidentes. Hasta ahora, la implementación de sistemas por control de voz se ve escasa ya que solo autos de gama alta implementan esta tecnología y a su vez es un poco limitada.

Al igual que la implementación exitosa de este dispositivo para hacer la automatización del control de las ventanillas es de gran relevancia, puede contribuir significativamente a la comodidad y seguridad de los conductores, especialmente donde el control manual de la ventanilla no es práctico, en situaciones donde se tienen ambas manos al volante, o en personas de discapacidades físicas, además representa un avance en los sistemas de control de voz, lo que afianza el camino para futuras innovaciones en el ámbito de la conducción automática y la interacción hombre-máquina en el vehículo.

Derivado de lo anterior, para desarrollar la siguiente investigación se toma como pregunta de investigación: ¿Cuáles son los elementos con los cuales se puede desarrollar un sistema de automatización por control de voz para controlar las ventanas de los vehículos de gama media garantizar un mejor confort y seguridad y contrastar un costo-beneficio?

Para lo que el objetivo general es inspeccionar los elementos necesarios para desarrollar una propuesta de diseño para la automatización de un sistema que abra y cierre las ventanas del vehículo de gama media en un contraste positivo del costo-beneficio.

## **Revisión bibliográfica**

### **Automatización**

La automática se define como la ciencia y técnica de la automatización, que agrupa el conjunto de las disciplinas teóricas y tecnológicas que intervienen en la concepción, la construcción y el empleo de los sistemas automáticos (García, 2018). La automática constituye el aspecto teórico de la cibernética. Está estrechamente

vinculada con las matemáticas, la estadística, la teoría de la información, la informática y técnicas de la ingeniería (García, 2018).

De acuerdo con García (2018), el funcionamiento de todo sistema automático se asienta en la confrontación de una información de mando, que describe el programa deseado, con una información de estado, confrontación de la que se derivan las órdenes de mando que han de darse a los accionadores que actúan sobre el sistema, para modificar así su estado.

A la automática la conforman el conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas. De esta definición original, se desprende la definición de la automatización como la aplicación de la automática al control de procesos industriales (Ponsa & Granollers, 2009). Por ende, se entiende aquella parte del sistema en el que, a partir de la entrada de material, energía e información, se genera una transformación sujeta a perturbaciones del entorno, que da lugar a la salida de material en forma de producto.

La automatización es la intervención de operadores aplicando tecnologías teleinformáticas a las actividades de control de la producción a los sistemas en los cuales se pueda cerrar un lazo de información, lo que implica medir el proceso, determinar su estado tomar una decisión con base en un objetivo pautado y actuar sobre el proceso para llevarlo a su objetivo (Gómez, 2005).

De acuerdo con Sanchis et al. (2010), se define como un sistema (máquina o proceso) automatizado a aquel capaz de reaccionar de forma automática (sin la intervención del operario) ante los cambios que se producen en el mismo, al realizar las acciones adecuadas para cumplir la función para la que ha sido diseñado.

Con los conceptos dados previamente, se puede mencionar que la automatización es el control adaptado de un proceso con la intención que la máquina realice la operación deseada esto implica el uso de hardware y software especializados para

ejecutar tareas de manera eficiente y precisa, con cual ayude a realizar las tareas operadas habitualmente por los humanos.

## **Sistema de control**

El control es la manipulación indirecta de las magnitudes de un sistema denominado planta a través de otro sistema llamado sistema de control. La Figura 1 muestra el diagrama de bloques del sistema de control y planta (Balcells & Romeral, 2009).

Los primeros sistemas de control se basaron en componentes mecánicos y electromecánicos básicos como lo son engranajes, palancas, relés, y pequeños motores, pero para los años cincuenta, se introdujeron los componentes de semiconductores los cuales permitían un diseño más de menor tamaño y mayor rendimiento en su funcionamiento (Balcells & Romeral, 2009).

Por ello, se entiende que el objetivo de un sistema de control es gobernar la respuesta de una planta, sin que el operador intervenga directamente sobre los elementos de salida. El operador solo manipula las magnitudes denominadas consignas y el sistema de control se encarga de gobernar dicha salida a través de accionamientos.

De acuerdo con Balcells y Romeral (2009), el concepto lleva de alguna forma implícito que el sistema de control opera, en general, con magnitudes de baja potencia, llamadas señales, y gobierna unos accionamientos que son los que realmente modulan la potencia entregada a la planta.

Un sistema de control es un tipo de sistema que se caracteriza por la presencia de una serie de elementos que permiten influir en el funcionamiento del sistema. La finalidad de un sistema de control es conseguir, mediante la manipulación de las variables de control, un dominio sobre las variables de salida, de modo que estas alcancen unos valores prefijados (consigna).

## **Elementos básicos que forman parte de un sistema de control**

### **Sensores**

Los sensores son dispositivos que detectan cambios físicos, químicos o biológicos en su entorno y los convierten en señales eléctricas o digitales. En un sistema de control, los sensores son esenciales para medir las variables de interés, como la temperatura, la presión, la velocidad, la posición, entre otras. Estas mediciones proporcionan la retroalimentación necesaria para que el sistema de control tome decisiones y ajuste su comportamiento según sea necesario.

### **Controlador**

El controlador es el “cerebro” del sistema de control, utiliza la información proporcionada por los sensores para compararla con un valor de referencia deseado y determinar la acción correctiva que debe tomar para mantener o alcanzar ese valor deseado. Puede ser un dispositivo electrónico, un software o incluso un conjunto de algoritmos que calculan la salida adecuada para el sistema en función de la entrada recibida. Los controladores pueden ser de diferentes tipos, como controladores PID (Proporcional, Integral y Derivativo), controladores lógicos programables (PLC), entre otros, dependiendo de la complejidad y los requisitos específicos del sistema.

### **Actuador**

Los actuadores son los componentes responsables de llevar a cabo las acciones correctivas determinadas por el controlador. Transforman la señal de control generada por el controlador en un cambio físico en el sistema controlado. Por ejemplo, un actuador puede ser un motor que ajusta la posición de una válvula, un dispositivo que controla la velocidad de un motor eléctrico, o cualquier otro

mecanismo que modifique alguna variable física del proceso que se está controlando. La eficiencia y la precisión del actuador son fundamentales para el rendimiento global del sistema de control.

## Método y Metodología

Para la parte lógica de la propuesta del diseño del prototipo para la automatización de un sistema de abrir y cerrar ventanas para vehículos de gama media, se usó el código con base en el lenguaje Arduino, como punto focal, se empezó por realizar el diagrama de flujo, ya que con él, se podrá empezar a desarrollar el código.

El desarrollo del código se logró colocando las librerías y las variables que se utilizaron a través de funciones, el código recibió las instrucciones para que el programa empezará a leer datos hexadecimales y dar el tiempo de espera para que reciba las instrucciones a realizar.

Al igual en el código se encuentran las indicaciones de los pines que van a estar trabajando para recibir las señales y así pueda funcionar físicamente el prototipo. Igualmente, se abrió un ciclo infinito, en el cual el programa va a estar ejecutándose todo el tiempo hasta que se realice el apagado manualmente, posteriormente se abrió otro ciclo con las instrucciones ya dadas para su ejecución, donde de lo contrario no se realizaran y el programa seguiría ejecutándose hasta que reciba los parámetros dados para que funcione. Para un entendimiento mejor se abordarán algunos términos más importantes utilizados en la elaboración del código:

**int velocidad=100;** configuración de las revoluciones por minuto de los motores.

**byte com=0;** la variable tipo byte está diseñada para almacenar en memoria datos en un valor en hexadecimal, en este caso funcionará para recibir las instrucciones del sensor de control de voz.

**Tabla 1.**

*Datos en un valor en hexadecimal*

<b>Frase</b>	<b>Valor en hexadecimal</b>
Auto	11
Bajar	12
Abajo	13
Subir	14
Arriba	15

*Nota.* Datos del recibimiento de instrucciones del sensor de control de voz. Elaboración propia.

**int grupo=1;** la variable de tipo entero (int) recibe números enteros dentro de la memoria de Arduino, en este caso funciona para identificar a qué grupo pertenece el conjunto de comandos guardados en el sensor de reconocimiento de voz, ya que este puede manejar hasta tres grupos.

**Serial.begin(9600);** línea de código para realizar una comunicación entre Arduino y computadora, así como Arduino con el sensor de reconocimiento de voz.

**Serial.write(0xAA); Serial.write(0x00); Serial.write(0x37); Serial.write(0x21);** conjunto de comandos en hexadecimal ejecutados desde líneas de código para entrar a la memoria del sensor de reconocimiento de voz y con ello configurar las instrucciones de configuración.

**pinMode(3,OUTPUT); pinMode(5,OUTPUT); pinMode(6,OUTPUT); pinMode(9,OUTPUT);** conjunto de configuración como salida en los pines

3,5,6,9 para ejecutar el control del puente H (L298) y con ello activar los motores o desactivarlos.

**void loop()**{ función loop o bucle donde se ejecuta toda la lógica del programa para que constantemente esté ejecutando cada una de las condiciones y acciones establecidas en el algoritmo de programación.

La elaboración del código permite pasar a la siguiente etapa, la cual es el diseño del circuito eléctrico, que de igual manera ayudó a la selección de los componentes eléctricos que se utilizaron en la elaboración del circuito físico del prototipo.

La simulación del circuito eléctrico se realizó en la plataforma de Tinkercard, en la que se obtuvo la libertad de interactuar con la diversidad de componentes que brinda, con el fin de seleccionar los adecuados y más allá con los que funcionaría de manera adecuada y positiva el código junto con los dispositivos electrónicos.

En el circuito se tiene el optoacoplador MOC3041, el cual cumple la función de trabajar con dos tipos de fuentes que es el Arduino que tiene ciertas características, una de ellas es que trabaja a 5 V y con una corriente de 40 mA, las cuales son señales muy pequeñas que no tendrían la suficiente fuerza para mover el vidrio del vehículo.

## **Resultados**

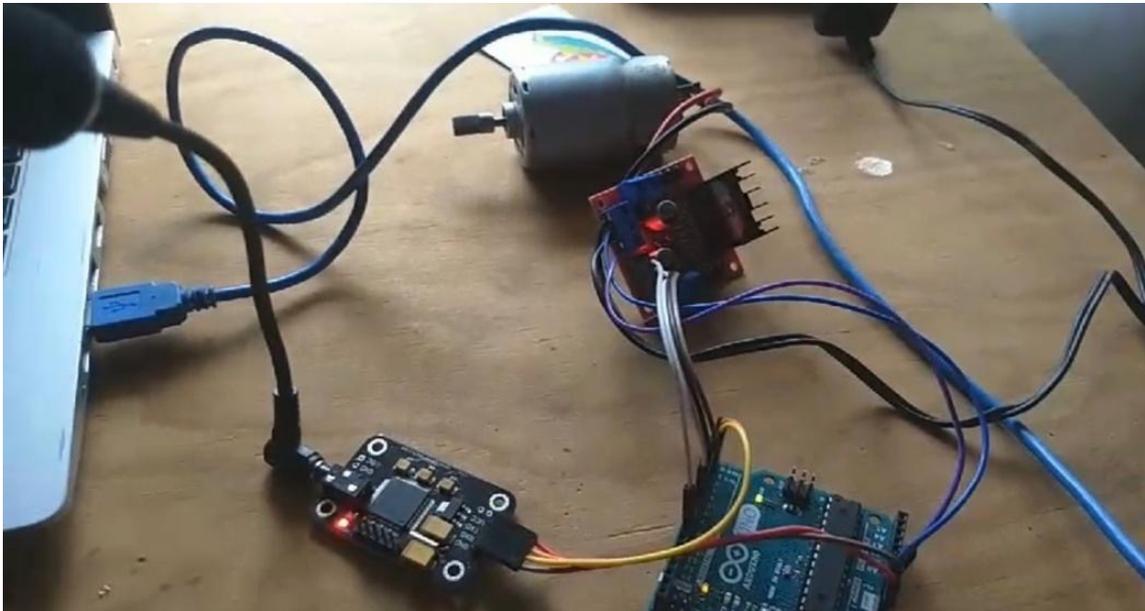
Los resultados obtenidos para ser la primera prueba del prototipo por comando de voz fueron un éxito, ya que la lógica del lenguaje de la programación logró realizar la acción que se solicitó, esto también trabajó junto con el circuito eléctrico al incluir los dispositivos que mejor funcionaron para la ejecución del comando por voz.

Las pruebas realizadas después de un largo trayecto de trabajo e investigación trajeron el perfeccionamiento de ello, lo cual se presenta en las siguientes evidencias en donde se ejecuta el prototipo por comando de voz. prototipo por comando de voz.

Se observa en la siguiente imagen los dispositivos electrónicos trabajando en conjunto para su ejecución, donde recibe la indicación abajo y se observa como el sensor de voz activa un led, lo que muestra la recepción de información interpretada por el lenguaje de programación, para poder accionar el motor que haría la función de bajar el vidrio de la ventana.

### **Figura 1.**

*Ejecución de bajar ventana por comando de voz.*

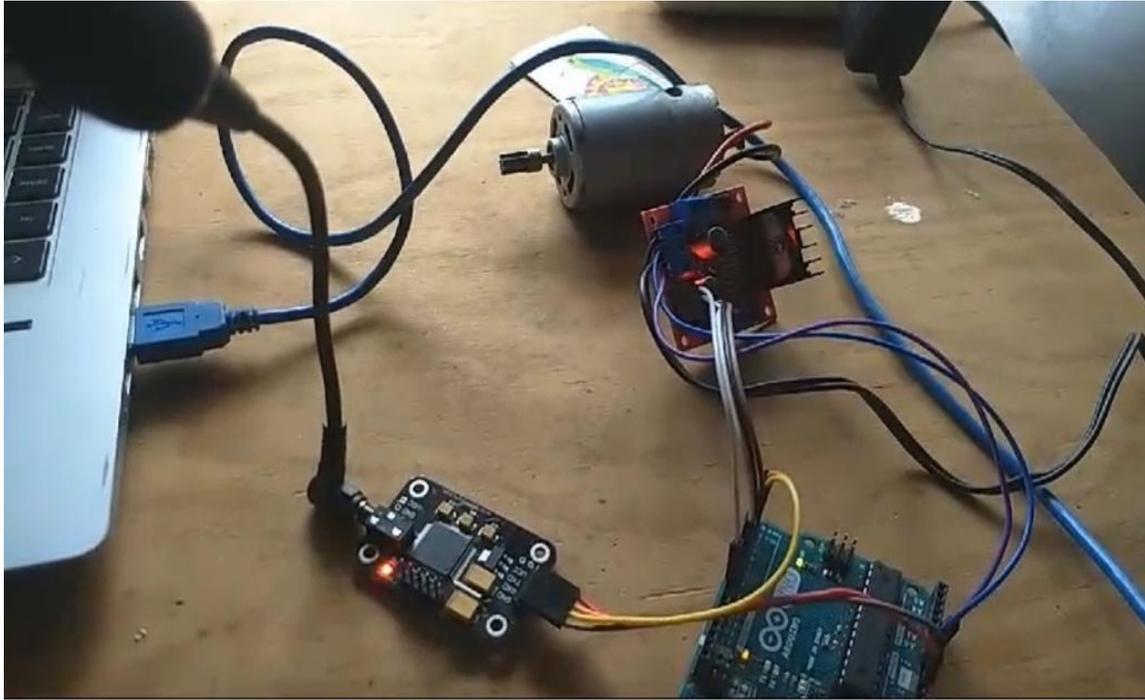


*Nota.* Prototipo trabajando con la indicación de bajar ventana. Elaboración propia.

Se observa en la siguiente imagen los dispositivos electrónicos trabajando en conjunto para su ejecución, donde recibe la indicación abajo y se observa como el sensor de voz activa un led, mostrando el recibimiento de información interpretado por el lenguaje de programación, para poder accionar el motor que se hará la función de subir el vidrio de la ventana.

## Figura 2.

*Ejecución de bajar ventana por comando de voz.*



*Nota.* Prototipo trabajando con la indicación de subir ventana. Elaboración propia.

## Conclusiones y discusión

Se puede concluir que el sistema del prototipo cumple con los objetivos esperados y para ser un primer diseño cumple su función a la perfección, evidentemente cuenta con sus limitaciones, ya que al detectar ruido externo el sistema no reconoce las instrucciones dadas por el usuario, aun así y al margen de dicha situación, el sistema cumple con su primera etapa inicial.

Las pruebas ayudaron al perfeccionamiento del código y circuito eléctrico, puesto que se realizaron pruebas de funcionamiento para detectar posibles fallos y tener

una perspectiva clara de las mejoras que se podrían implementar para su buen funcionamiento de ello.

El costo-beneficio es un claro avance para el prototipo porque se tienen alcances de automatización en los vehículos de gama media, en el que se puede obtener estas nuevas tecnologías del comando de voz, que principalmente son utilizadas en vehículos de gama alta.

Se brinda la seguridad y comodidad en la hora de conducción del usuario, otro punto importante es la inclusión de la sociedad en general, sin tener distinciones con personas que carezcan de alguna discapacidad, lo que genera una experiencia más placentera y con menos distracciones al implementar el comando por voz.

Se puede seguir investigando este tema mejorarlo e implementarlo en el automóvil, ya que tiene un futuro prometedor la automatización dentro del vehículo y se puede implementar en otros sistemas para tener una eficiencia más innovadora que cumpla con su función principal de realizar las tareas con muy poca intervención humana.

## **Referencias**

Balcells, J., & Romeral, J. (2009). *Autómatas programables*. MARCOMBO, S.A.

García, E. (2018). *Automatización de procesos industriales*. Universitat Politècnica de València.

Gómez, C. (2005). *Introducción a la automatización*. *Autómatas programables*. Universidad de Vigo.

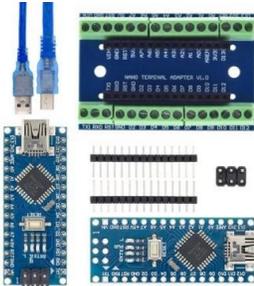
Ponsa, P., & Granollers, A. (2009). *Diseño y automatización industrial*. Universidad Politècnica de Catalunya.

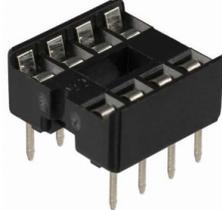
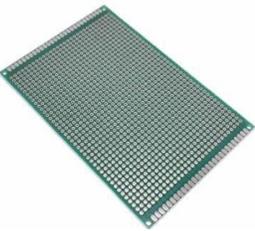
Sanchis, R., Romero, A., & Ariño, C. (2010). *Automatización Industrial*. Universitat Jaume.

## Anexos

**Tabla 2.**

*Dispositivos electrónicos utilizados*

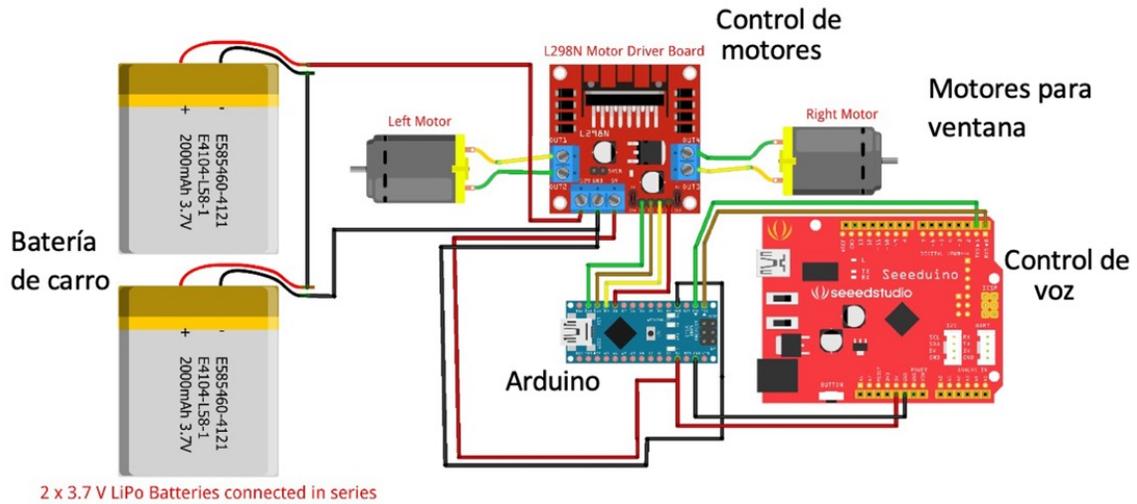
DISPOSITIVO	IMAGEN	COSTO	URL
Sensor de reconocimineto de voz I2C y UART SEN0539-EN		\$ 307.00	<a href="https://uelectronics.com/producto/sensor-de-reconocimiento-de-voz-i2c-y-uart-sen0539-en/">https://uelectronics.com/producto/sensor-de-reconocimiento-de-voz-i2c-y-uart-sen0539-en/</a>
Nano 3.0 con Cable / Sin cable / Shield Compatible con Arduino		\$ 102.00	<a href="https://uelectronics.com/producto/arduino-nano-3-0-con-cable-sin-cable-shield/">https://uelectronics.com/producto/arduino-nano-3-0-con-cable-sin-cable-shield/</a>
MOC3041 Optoacoplador		\$ 10.00	<a href="https://uelectronics.com/producto/moc3041-optoacoplador-dip-6/">https://uelectronics.com/producto/moc3041-optoacoplador-dip-6/</a>

<p>Base Socket 8 Pines IC DIP – 8 Slim</p>		<p>\$ 3.00</p>	<p><a href="https://uelectronics.com/producto/base-socket-8-pines-ic-dip-8-slim/">https://uelectronics.com/producto/base-socket-8-pines-ic-dip-8-slim/</a></p>
<p>Tira Header Hembra 2.54mm Diferentes pines</p>		<p>\$ 6.00</p>	<p><a href="https://uelectronics.com/producto/base-socket-8-pines-ic-dip-8-slim/">https://uelectronics.com/producto/base-socket-8-pines-ic-dip-8-slim/</a></p>
<p>PCB doble cara 8x12cm</p>		<p>\$ 29.00</p>	<p><a href="https://uelectronics.com/producto/placa-pcb-doble-cara-8x12cm/">https://uelectronics.com/producto/placa-pcb-doble-cara-8x12cm/</a></p>
<p>LM317 Regulador Step Down 20W 2A</p>		<p>\$ 32.00</p>	<p><a href="https://uelectronics.com/producto/modulo-regulador-lm317-step-down-4-5-40v-a-1-2-37v/">https://uelectronics.com/producto/modulo-regulador-lm317-step-down-4-5-40v-a-1-2-37v/</a></p>
<p><b>TOTAL \$ 489.00</b></p>			

*Nota.* Costos de los dispositivos utilizados en el circuito realizado. Elaboración propia.

**Figura 3.**

*Circuito eléctrico del prototipo por comando de voz.*



*Nota.* Circuito eléctrico del comando por voz para un sistema de apertura y cierre de ventanas. Elaboración propia.

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE ILUMINACIÓN  
FRONTAL ADAPTATIVA EN VEHÍCULOS DE GAMA BAJA**

**PROPOSAL FOR IMPLEMENTATION OF ADAPTIVE FRONT  
LIGHTING IN LOW RANGE VEHICLES**

**Guzmán, Jersain<sup>1</sup>**

UVP Universidad del Valle de Puebla

ia42078@uvp.edu.mx

ORCID: 0009-0007-2657-5477

**López, Sergio Raúl<sup>2</sup>**

UVP Universidad del Valle de Puebla

sergio.lopez@uvp.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9762-8109>

Recibido el 28 de mayo de 2024. Aceptado el 13 de septiembre de 2024. Publicado el 15 de diciembre de 2024.

## **Reseña de Autor 1**

Estudiante activo de la Universidad del Valle de Puebla, cursa el octavo semestre. Ponente en Misión Tecnológica México 2023. Ha participado en los diferentes congresos de ingeniería de la Universidad del Valle de Puebla.

## **Reseña de Autor 2**

Ingeniero Industrial por el Tecnológico Nacional de México Campus Puebla, Maestro en Ingeniería Administrativa y Calidad por la Universidad La Salle Benavente, Doctor en Alta Dirección por la Universidad del Valle de Puebla. Posdoctor en Administración de Negocios por el Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente. TSU en Gestión y Administración de PyME por la Universidad Abierta y a Distancia de México. Ha colaborado con organizaciones privadas de los sectores manufacturero, comercial y de servicios, implementó Sistemas de Gestión de Calidad, desarrolló y mejoró procesos, gestionó información de sistemas en la toma de decisiones. Ha trabajado en publicaciones e impartido conferencias en diversas instituciones como BUAP, UPAEP, CEUNI, IEU, UVP, etc., relacionadas con temas de liderazgo, productividad, motivación, marketing, ingeniería y uso de la información en procesos de investigación.

## **Resumen**

Se ha identificado la iluminación frontal inadecuada como un factor crítico que aumenta la inseguridad vial, especialmente de noche en zonas urbanas como Puebla. esta problemática está relacionada con accidentes que involucran a peatones y otros usuarios, muchos de los cuales podrían haberse evitado con sistemas de iluminación frontal adaptativa. La falta de este sistema en automóviles

de gama media-baja dificulta la mitigación de accidentes en condiciones de poca visibilidad. Este problema no solo afecta la seguridad de los conductores, sino que también pone en riesgo la vida de peatones y otros usuarios vulnerables de las vías. A través de las entrevistas realizadas, se ha encontrado que la mayoría de los vehículos de esta gama presentan una deficiencia significativa en la iluminación. Este problema, al ser corroborado con diversas pruebas y testimonios, pone en riesgo la seguridad de los ocupantes del vehículo.

**Palabras clave:** Iluminación frontal, conducción nocturna, accidentes, baja visibilidad, seguridad vial.

### **Abstract**

Inadequate front lighting has been identified as a critical factor that increases road insecurity, especially at night in urban areas such as Puebla. This problem is related to accidents involving pedestrians and other users, many of which could have been avoided with adaptive front lighting systems. The lack of this system in low-medium range cars makes it difficult to mitigate accidents in conditions of poor visibility. This problem not only affects the safety of drivers, but also puts the lives of pedestrians and other vulnerable road users at risk. Through the interviews carried out, it has been found that the majority of vehicles in this range have a significant deficiency in lighting. This problem, when corroborated with various evidence and testimonies, puts the safety of the vehicle's occupants at risk.

**Keywords:** Front lighting, night driving, accidents, low visibility, road safety.

## Introducción

La iluminación frontal adaptativa es una innovación tecnológica que va más allá de la exclusividad de ciertos segmentos de vehículos. Esta tecnología no solo mejora la seguridad del conductor y los pasajeros, sino que también tiene un impacto significativo en la seguridad vial en general. Al ampliar su accesibilidad a una gama más amplia de automóviles, se podría reducir considerablemente el número de accidentes relacionados con la visibilidad deficiente durante la noche o en condiciones climáticas adversas.

Algunos estudios han demostrado que una iluminación frontal adaptativa puede contribuir a disminuir la fatiga del conductor, ya que mejora la visibilidad y reduce el estrés ocular durante trayectos largos o en carreteras con curvas pronunciadas. Esta tecnología no solo se limita a los vehículos de lujo, sino que se presenta como un elemento fundamental para la seguridad vial en todo tipo de automóviles, desde los modelos de gama baja hasta los de alta gama.

La implementación generalizada de sistemas de iluminación frontal adaptativa no solo podría salvar vidas al prevenir accidentes, sino que también podría tener un impacto económico positivo al reducir los costos asociados con accidentes automovilísticos y lesiones. Esto no solo beneficiaría a los consumidores al mejorar la seguridad de sus vehículos, sino que también tendría un impacto social al mejorar la seguridad vial para toda la comunidad.

Además, al proponer una implementación más amplia de esta tecnología, se podría incentivar a los fabricantes a considerar este sistema como estándar en todos los modelos de vehículos nuevos, fomentando la competencia en la mejora continua de la seguridad automotriz.

La implementación generalizada de la iluminación frontal adaptativa no solo es una cuestión de comodidad o lujo, sino que se convierte en una necesidad

imperante para mejorar la seguridad en la conducción, impactando positivamente tanto en los conductores individuales como en la sociedad en su conjunto.

## **Planteamiento del problema**

La principal función del sistema de iluminación frontal adaptativa es que los faros giren, dirigiendo el haz de luz hacia la dirección de las ruedas o de igual manera modificando la intensidad según las condiciones (Erik, 2022).

Presentemente, la iluminación en los autos es uno de los sistemas de seguridad más importantes, ya que permite una correcta visualización de obstáculos, para evitar accidentes automovilísticos.

Específicamente hablando de los sistemas avanzados de iluminación LED frontal adaptativa, lo podemos encontrar únicamente en los automóviles de alta gama, por ello se trata de implementar este sistema de seguridad en los autos de entrada, presentándolo como algo adicional al vehículo, donde el usuario va a elegir si equiparlo o no, haciendo de esto un sistema al alcance de los propietarios de una manera fácil sin tener que comprar un auto de dichas prestaciones.

Los usuarios que realizan conducción nocturna son los más propensos a sufrir a algún accidente por alguna deficiencia de la iluminación porque los sistemas convencionales no permiten un correcto haz luz, provocando puntos ciegos.

Hoy en día el sistema de luces frontales adaptativas se encuentra únicamente en los automóviles de lujo de alta gama, haciendo que este sistema sea muy elevado

económicamente en su implementación, derivado a los altos costos como de mantenimiento y adquisición de dichos vehículos.

De acuerdo a esta insuficiencia de iluminación se ha determinado que el 55% de los accidentes viales que se presentan son causados por una insuficiencia lumínica o convencional (Deshpande et al., 2018).

Actualmente se presentan demasiados accidentes automovilísticos, principalmente en carreteras, debido a una iluminación incorrecta, afectando a los propietarios de vehículos e incluso a terceras personas, por ello es importante brindar una solución, para que este sistema de iluminación frontal adaptativa se implemente a todos los vehículos y no únicamente a los de gama alta e incluso hacer una normativa, que pueda ser aplicable al sector automotriz sin importar el tipo de producto que se fabrique.

Derivado de lo anterior se formula la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la importancia de la implementación de la iluminación frontal adaptativa en los automóviles de gama media-baja en la ciudad de Puebla en el periodo noviembre 2023 - agosto 2024?

## **Revisión bibliográfica**

### **Funcionamiento del sistema de iluminación frontal adaptativa**

El sistema de luces delanteras adaptativas mejora la seguridad al manejar al ajustar automáticamente la intensidad de la luz frontal según variables como la dirección, la velocidad y los movimientos del vehículo, garantizando una visibilidad óptima en cualquier situación (Giradkar & Khanapurkar, 2011).

## **Microcontroladores**

Un microcontrolador es un aparato que presenta similitudes con una computadora, pero en un formato más pequeño. Contiene una Unidad Central de Procesamiento (CPU), así como una memoria RAM y una memoria ROM. Este elemento funciona como el corazón de un sistema informático y es responsable de impulsar el funcionamiento de un dispositivo (Siisa Global, 2021).

## **Semiconductores eléctricos**

Los semiconductores pueden funcionar como conductores eléctricos o como aislantes eléctricos, y esta característica está principalmente determinada por las condiciones de temperatura y la presencia de impurezas en su estructura. En el mundo actual, el silicio es el material semiconductor más destacado (Sánchez, 2022).

## **Conductores eléctricos**

Los materiales conductores eléctricos son aquellos que permiten el paso de corriente eléctrica con una mínima resistencia. Debido a sus propiedades específicas, facilitan el movimiento de electrones a lo largo de su superficie, lo que promueve la conducción de electricidad (Jucarsa, 2022).

Siguiendo este concepto, hay una variedad de materiales que pueden funcionar como conductores eléctricos. Aunque los metales como el cobre, el aluminio, la plata, el hierro y el oro son conocidos por ser excelentes conductores, existen otros materiales, además de los metálicos, que también tienen la capacidad de favorecer la transmisión y conducción de electricidad.

## **Unidad de control**

También conocida como una especie de computadora, esta entidad recibe información, ya sea de sensores o de otra unidad de control, y la procesa según instrucciones programadas para generar comandos destinados a actuadores u otras unidades de control. Este proceso finaliza con la realización de una función específica (Domínguez y Ferrer, 2012).

## **Codificación numérica**

La estructura de los circuitos se fundamenta en la electrónica digital, aunque el entorno físico opera bajo principios analógicos. Por lo tanto, es esencial convertir todas las entradas analógicas a formato digital para su procesamiento. Este proceso culmina en una salida digital que, posteriormente, se transforma nuevamente a su forma analógica original para ser comprensible y cumplir con un propósito específico (Erick, 2022).

**Binario:** Utilizado en circuitos digitales, este sistema es altamente eficiente al emplear únicamente dos estados o símbolos (0 y 1). Así, el valor de cada dígito (bit) se basa en la base 2.

**Octal:** Caracterizado por utilizar 8 números o símbolos (del 0 al 7), con un valor de dígito en base 8. Debido a su relación exacta con el sistema binario de base 2, se presenta como una opción intermedia para la representación de datos.

**Decimal:** Este sistema utiliza 10 números o símbolos (del 0 al 9), con el valor de cada dígito basado en la base 10. Es el sistema numérico estándar en nuestras actividades cotidianas.

**Hexadecimal:** Emplea 16 símbolos (del 0 al 9 y las letras A a F) y tiene un valor de dígito en base 16. Es comúnmente utilizado en programación y diseño digital debido a su capacidad para representar valores binarios de manera más compacta y legible.

## **Método y Metodología**

El diseño de investigación experimental se utiliza para establecer una relación causa-efecto, observando el efecto causado por la variable independiente sobre la variable dependiente. Sin embargo, esta investigación se clasifica como no experimental, ya que las variables no son manipuladas en ningún momento.

A partir de lo anterior se pueden tener estudios con carácter transversal o transeccional y longitudinal. En el estudio transversal, el investigador realiza estudios con la misma variable y se realiza una sola vez. Derivado de ello, esta investigación tiene un carácter transversal o transeccional.

En cuanto al nivel de la investigación, se enfoca en cuatro principales: exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo. Dado que este proyecto busca establecer una relación estadística entre variables sin manipulación externa, se clasifica como correlacional.

En cuanto al enfoque de investigación, se contempla principalmente el cualitativo, que busca entender cómo las personas experimentan el mundo y acceder a información rica en contenido sobre percepciones, emociones e interacciones. Esto se alinea con la entrevista propuesta en el contexto de una investigación sobre la experiencia del usuario con vehículos VW Virtus de gama baja, centrándose en la calidad de iluminación y las percepciones de los conductores.

## **Resultados**

Se llevó a cabo una entrevista estructurada compuesta por cinco preguntas a un grupo de cinco personas con el objetivo de determinar la eficiencia de la iluminación de sus vehículos. Las respuestas obtenidas fueron interpretadas y analizadas mediante el uso de un cuadro estenográfico, lo cual permitió una evaluación detallada y precisa de las percepciones y experiencias de los participantes respecto a la iluminación vehicular.

**Tabla 1**

*Análisis estenográfico de la pregunta 1*

Variable	Sujeto	Estenografía	Abstract	Reflexión	Graficación
¿Podrías compartir tu experiencia al manejar un VW Virtus en condiciones de poca luz?	Jesús Alexis Castro Bernabé	He notado poca limitación en la iluminación durante mis viajes nocturnos con el VW Virtus.	“Poca iluminación en viajes nocturnos.”	Han expresado una percepción mixta sobre la calidad de la iluminación del vehículo, aunque, señala que en condiciones de poca luz la intensidad luminosa parece insuficiente, lo que puede comprometer la visibilidad y la seguridad del conductor.	Jesús Alexis Castro Bernabé  “Poca iluminación en viajes nocturnos”
	Eddie Álvarez Moreno	Cumplen, pero podrían ser mejores, ya que en condiciones oscuras puede haber objetos que no sean visibles.	“Pueden ser mejores, en condiciones oscuras”		Eddie Álvarez Moreno  “Pueden ser mejores, en condiciones oscuras”
	Fabrizio Sánchez Morales	A veces no se ve bien, ya que el haz de luz no cumple con el alcance que uno esperaría.	“En ocasiones el haz de luz no es lo suficiente.”		Fabrizio Sánchez Morales  “En ocasiones el haz de luz no es lo suficiente”
	Johan Armando Sánchez Rivera	Es buena, ya que al ser la versión tope de gama encontramos una iluminación más amplia, pero puede ser mejor.	“En la versión tope de gama cumplen, pero puede ser mejor.”		Johan Armando Sánchez Rivera  “En la versión tope de gama cumplen, pero puede ser mejor”
	Alondra Guadalupe Ruíz Castillo	He notado que ilumina bien, pero en poca luz veo tenue la iluminación, quedándose corta.	“En carretera es deficiente”		Alondra Guadalupe Ruíz Castillo  “En carretera es deficiente”

**Tabla 2**

*Análisis estenográfico de la pregunta 2*

Variable	Sujeto	Estenografía	Abstract	Reflexión	Graficación
¿Has tenido la oportunidad de comparar la iluminación del VW Virtus con otros vehículos similares?	Jesús Alexis Castro Bernabé	Sí, la mayoría en su gama de precio es similar.	“Iluminación similar en vehículos de la gama”	Han experimentado una iluminación similar o incluso inferior con respecto a otros vehículos.	Jesús Alexis Castro Bernabé “Iluminación similar en vehículos de la gama”
	Eddie Álvarez Moreno	Sí, con respecto a una CRV es muy inferior.	“Inferior respecto a otro modelo de vehículo”		Eddie Álvarez Moreno “Inferior respecto a otro modelo de vehículo”
	Fabrizio Sánchez Morales	Sí y deja mucho que desear, con respecto a su competencia ya que implementan otro tipo de tecnología.	“Iluminación deficiente, respecto a la competencia”		Fabrizio Sánchez Morales “Iluminación deficiente, respecto a la competencia”
	Johan Armando Sánchez Rivera	Sí, con respecto a un mismo Virtus pero con faros de halógeno es muy inferior.	“En la versión inferior es deficiente”		Johan Armando Sánchez Rivera “En la versión inferior es deficiente”
	Alondra Guadalupe Ruíz Castillo	Sí, con una Toyota Hilux es un poco inferior	“Iluminación inferior respecto otros modelos”		Alondra Guadalupe Ruíz Castillo “Iluminación inferior respecto otros modelos”

**Tabla 3**

*Análisis estenográfico de la pregunta 2*

Variable	Sujeto	Estenografía	Abstract	Reflexión	Graficación
¿Has notado alguna limitación o problema relacionado con la iluminación durante tus viajes nocturnos?	Jesús Alexis Castro Bernabé	El haz de luz a veces es limitado, provocando dificultad en la visibilidad a la hora del manejo.	“Haz de luz deficiente en viajes nocturnos”	Han experimentado una iluminación deficiente en carretera (condiciones de poca luz).	Jesús Alexis Castro Bernabé “Haz de luz deficiente en viajes nocturnos”
	Eddie Álvarez Moreno	A altas velocidades puede mejorar, respecto al alcance e intensidad.	“Poco alcance e intensidad a altas velocidades”		Eddie Álvarez Moreno “Poco alcance e intensidad a altas velocidades”
	Fabrizio Sánchez Morales	Es pobre, ya que en las salidas en carretera quedan a deber bastante en comparación a otros vehículos.	“Iluminación deficiente a comparación de otros vehículos en carretera”		Fabrizio Sánchez Morales “Iluminación deficiente a comparación de otros vehículos en carretera”
	Johan Armando Sánchez Rivera	Poca, ya que al ser iluminación LED en esta versión en específico da un mejor haz de luz.	“En la versión tope mejora con respecto a las demás”		Johan Armando Sánchez Rivera “En la versión tope mejora con respecto a las demás”
	Alondra Guadalupe Ruíz Castillo	Solo en callejones oscuros, ya que no manejo frecuentemente en carretera.	“Iluminación deficiente en condiciones de poca luz”		Alondra Guadalupe Ruíz Castillo “Iluminación deficiente en condiciones de poca luz”

**Tabla 4**

*Análisis estenográfico de la pregunta 4*

Variable	Sujeto	Estenografía	Abstract	Reflexión	Graficación
¿Crees que la iluminación de este modelo es comparable o inferior a la de otros vehículos que has conducido en condiciones nocturnas?	Jesús Alexis Castro Bernabé	Inferior en algunos casos	“Iluminación inferior respecto a otros vehículos”	Se ha experimentado una decadencia en la iluminación, ya que es una tecnología que se ha observado obsoleta.	Jesús Alexis Castro Bernabé “Iluminación inferior respecto a otros vehículos”
	Eddie Álvarez Moreno	Inferior, ya que el haz de luz queda muy pobre.	“Haz de luz deficiente”		Eddie Álvarez Moreno “Haz de luz deficiente”
	Fabrizio Sánchez Morales	Sí y deja mucho que desear, con respecto a su competencia ya que implementan otro tipo de tecnología.	“Iluminación incorrecta, respecto a otras tecnologías”		Fabrizio Sánchez Morales “Iluminación incorrecta, respecto a otras tecnologías”
	Johan Armando Sánchez Rivera	Inferior, ya que es una iluminación de LED convencional	“Tecnología que podría ser mejorable”		Johan Armando Sánchez Rivera “Tecnología que podría ser mejorable”
	Alondra Guadalupe Ruíz Castillo	Inferior, con vehículos más caros.	“Iluminación deficiente”		Alondra Guadalupe Ruíz Castillo “Iluminación deficiente”

**Tabla 5**

*Análisis estenográfico de la pregunta 5*

Variable	Sujeto	Estenografía	Abstract	Reflexión	Graficación
¿Las luces delanteras proporcionan una visibilidad adecuada para conducir con seguridad durante la noche?	Jesús Alexis Castro Bernabé	En condiciones de poca luz a veces resulta complicada la visibilidad	“Visibilidad comprometida en condiciones de poca luz”	Se ha experimentado una deficiente iluminación, presentando problemas en la seguridad a la hora del manejo	Jesús Alexis Castro Bernabé  “Visibilidad comprometida en condiciones de poca luz”
	Eddie Álvarez Moreno	Normalmente lo manejo en ciudad, ahí cumplen	“La iluminación es correcta en ciudad”		Eddie Álvarez Moreno  “La iluminación es correcta en ciudad”
	Fabrizio Sánchez Morales	Poca, ya que sí son deficientes en esta gama.	“Iluminación incorrecta, respecto a vehículos de la misma categoría”		Fabrizio Sánchez Morales  “Iluminación incorrecta, respecto a vehículos de la misma categoría”
	Johan Armando Sánchez Rivera	Sí, no tienen ningún problema en ciudad la versión con LED (Highline)	“En traslados ciudadanos no presenta problema la iluminación en esta versión”		Johan Armando Sánchez Rivera  “En traslados ciudadanos no presenta problema la iluminación en esta versión”
	Alondra Guadalupe Ruíz Castillo	En condiciones oscuras, es débil, se nota tenue.	“Iluminación deficiente en condiciones de poca luz”		Alondra Guadalupe Ruíz Castillo  “Iluminación deficiente en condiciones de poca luz”

En la primera pregunta se obtuvo que en condiciones de poca luz destaca la importancia de un diseño de iluminación adaptativo para garantizar una experiencia de conducción segura y satisfactoria en una variedad de condiciones de visibilidad.

En la segunda pregunta se llega a la conclusión que la mayoría de los autos de la misma gama o precios similares ofrecen una iluminación deficiente, debido a la falta de implementación de nueva tecnología en dicho sistema.

En la tercera pregunta se puede observar que la mayoría de los entrevistados han tenido dificultades en la visibilidad al momento de una conducción nocturna o condiciones de poca luz, destacando que el haz de luz e intensidad que ofrece el vehículo es muy débil.

En la cuarta pregunta, los entrevistados destacan la deficiencia de la iluminación con respecto a vehículos de gamas superiores, inclusive con los mismos vehículos de la competencia, dando a notar la falta de actualización en el sistema de iluminación del vehículo.

Los resultados de la quinta pregunta, los usuarios manifiestan que la falta de intensidad y alcance de la iluminación del vehículo compromete seriamente la seguridad de los ocupantes. Esta deficiencia puede tener graves consecuencias, especialmente en condiciones de poca luz o en carreteras con escasa iluminación.

## **Conclusiones y discusión**

De acuerdo con la investigación, una inversión en sistemas de iluminación frontal adaptativa para vehículos de gama baja representa un paso importante hacia un futuro de la conducción más seguro, eficiente y agradable. Los beneficios en términos de visibilidad, confort y seguridad justifican la implementación de esta

tecnología en todos los segmentos del mercado automotriz, democratizando el acceso a una conducción más segura y responsable.

Es importante destacar que la viabilidad de esta propuesta dependerá de la capacidad de la industria automotriz para desarrollar sistemas de iluminación adaptativa que sean accesibles y asequibles para los consumidores de vehículos de gama baja. La colaboración entre fabricantes, proveedores de tecnología y gobiernos será fundamental para lograr que esta tecnología innovadora se convierta en una realidad en el mercado automotriz de masas.

La iluminación frontal adaptativa en vehículos de gama baja se presenta como una propuesta innovadora con un alto potencial para mejorar la seguridad vial y el confort en la conducción nocturna.

En conclusión, la investigación sugiere que introducir sistemas de iluminación frontal adaptativa en vehículos de gama baja es un paso esencial para mejorar la seguridad, eficiencia y confort en la conducción. Esta tecnología optimiza la visibilidad al ajustar automáticamente los faros según las condiciones de manejo, reduciendo accidentes nocturnos y la fatiga visual del conductor.

## Referencias

- Deshpande, O., Kekare, A., Waghmare, S., & Bukka, V. (2018). Conclusive review on Adaptive headlight system for Four-Wheeler frontlight using Stepper motor. *International Journal of Engineering and Management Research*, 8(4). <https://doi.org/10.31033/ijemr.8.4.11>
- Domínguez, E., & Ferrer, J. (2012). *Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo* (1st ed.).
- Editex, S.A. <https://anyflip.com/iwkp/rzaq/basic>
- Erick, G. L. (2022, 1 enero). Sistema de simulación mediante hardware-in-the-loop para controlador de faros frontales adaptativos (AFS) [Tesis de Maestría, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. Repositorio institucional de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/items/287f773d-0e85-4bfa-b38c-f4f2175d6802>
- Giradkar, M., & Khanapurkar, M. (2011). Design and Implementation of Adaptive Front Light System of Vehicle Using FPGA Based LIN Controller. *Fourth International Conference on Emerging Trends in Engineering & Technology*. <https://doi.org/10.1109/icetet.2011.67>
- Jucarsa. (2022, 29 abril). Qué es un conductor eléctrico. Jucarsa. <https://jucarsa.es/consejos/que-es-un-conductor-electrico/#:~:text=Se%20entiende%20por%20conductores%20el%C3%A9ctricos,favoreciendo%20la%20transmisi%C3%B3n%20de%20electricidad>.
- Sánchez, M. (2022, 9 diciembre). ¿Qué son los semiconductores y por qué se consideran una industria estratégica? Universidad Anáhuac. <https://www.anahuac.mx/mexico/noticias/Que-son-los-semiconductores>
- Siisa Global. (2021). Microcontroladores. ¿Qué son? y su importancia en la industria. [es.linkedin.com](https://es.linkedin.com/pulse/microcontroladores-qu%C3%A9-son-y-su-importancia-en-la-industria-). <https://es.linkedin.com/pulse/microcontroladores-qu%C3%A9-son-y-su-importancia-en-la-industria->

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE SUPERFICIES  
PERFORADAS EN DISIPADORES DE CALOR PARA  
MEJORAR LA EFICIENCIA DE DISIPACIÓN DE CALOR DE  
MICROCHIPS**

**PROPOSAL FOR THE IMPLEMENTATION OF PERFORATED  
SURFACES IN HEAT SINKS TO IMPROVE THE HEAT  
DISSIPATION EFFICIENCY OF MICROCHIPS**

**ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN**

**Suárez, Jorge Valente<sup>1</sup>**

UVP Universidad del Valle de Puebla

im41993@uvp.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4409-6606>

**López, Sergio Raúl<sup>2</sup>**

UVP Universidad del Valle de Puebla

sergio.lopez@uvp.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9762-8109>

Recibido el 5 de junio de 2024. Aceptado el 13 de septiembre de 2024. Publicado el 15 de diciembre de 2024.

## **Reseña de Autor 1**

Egresado de licenciatura en ingeniería mecatrónica en la Universidad del Valle de Puebla.

## **Reseña de Autor 2**

Ingeniero Industrial por el Tecnológico Nacional de México Campus Puebla, Maestro en Ingeniería Administrativa y Calidad por la Universidad La Salle Benavente, Doctor en Alta Dirección por la Universidad del Valle de Puebla. Posdoctorado en Administración de Negocios por el Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente. TSU en Gestión y Administración de PyME por la Universidad Abierta y a Distancia de México. Ha colaborado con organizaciones privadas de los sectores manufacturero, comercial y de servicios implementando Sistemas de Gestión de Calidad, desarrollando y mejorando procesos, gestionando información de sistemas y aplicándola en la toma de decisiones. Ha trabajado en publicaciones e impartido conferencias en diversas instituciones como BUAP, UPAEP, CEUNI, IEU, UVP, etc., relacionadas con temas de liderazgo, productividad, motivación, marketing, ingeniería y uso de la información en procesos de investigación.

## **Resumen**

Esta propuesta de investigación se centra en la propuesta de implementación de superficies perforadas en dispositivos disipadores térmicos o de calor, con el objetivo de reducir las temperaturas operativas de microchips. La justificación se fundamenta en la eficacia y conveniencia de las mejoras pasivas, que no solo

aumentan el rendimiento y la eficiencia, sino que también son más rentables y no requieren fuentes de energía externa.

La investigación busca contribuir al desarrollo de sistemas más eficientes desde el punto de vista energético, con beneficios tanto industriales como sociales, al abordar la crisis energética global y promover un uso adecuado de las fuentes de energía. La metodología se basa en el método científico para analizar y recolectar datos, con el objetivo de obtener resultados confiables aplicables en futuras investigaciones relacionadas.

Palabras clave: disipación de calor, eficiencia de disipación, superficies perforadas, dispositivos disipadores térmicos, microchips.

## **Abstract**

This research proposal focuses on the proposed implementation of perforated surfaces in thermal or heat dissipating devices, with the aim of reducing the operating temperatures of microchips. The rationale is based on the effectiveness and convenience of passive upgrades, which not only increase performance and efficiency, but are also more cost-effective and do not require external energy sources.

The research seeks to contribute to the development of more energy-efficient systems, with both industrial and social benefits, by addressing the global energy crisis and promoting appropriate use of energy sources. The methodology is based on the scientific method to analyze and collect data, with the aim of obtaining reliable results applicable in future related research.

**Keywords:** heat dissipation, dissipation efficiency, perforated surfaces, heat dissipation devices, microchips.

## **Introducción**

En el contexto actual de avances tecnológicos, mejorar la eficiencia de los mecanismos de disipación de calor es crucial. Se han dedicado esfuerzos considerables a la investigación de dispositivos de dispersión de calor que minimicen la energía, materiales y costos mientras maximizan la efectividad. Las mejoras pasivas son prometedoras en términos de rendimiento y eficiencia, así como en la reducción de costos.

Esta investigación se centra en la implementación de superficies perforadas en disipadores de calor, con el objetivo de reducir las temperaturas operativas y mejorar la vida útil y la fiabilidad de los microchips. Se busca la viabilidad de esta mejora en el contexto de la demanda creciente de dispositivos de disipación térmica eficientes. Los beneficios esperados incluyen una vida útil prolongada de los componentes, mayor ahorro energético y eficiencia en diversas aplicaciones.

## **Planteamiento del problema**

En la actualidad, hay un fuerte enfoque en mejorar la transferencia de calor de forma pasiva debido a la creciente necesidad de eficiencia energética y reducción de costos en aplicaciones industriales y procesos termodinámicos. Estas mejoras buscan optimizar la transferencia de calor sin aumentar significativamente el consumo de energía. Son esenciales en diversas áreas industriales, incluyendo la generación de energía, HVAC/R, transporte y fabricación, especialmente en dispositivos como microchips.

La demanda de dispositivos de disipación térmica más compactos y eficientes ha llevado a investigaciones adicionales para desarrollar sistemas y procesos más

eficientes en respuesta a la crisis energética global. Sin embargo, es crucial garantizar que estas mejoras no afecten negativamente el funcionamiento y el diseño general de los sistemas.

A pesar de los avances, la búsqueda de la optimización perfecta es un desafío debido a la complejidad de los sistemas termodinámicos. La investigación se centra en lograr un mejor rendimiento y eficiencia en los disipadores térmicos mediante mejoras pasivas, al tomar en cuenta la reducción de costos y la compatibilidad con los sistemas existentes. La pregunta de investigación se enfoca en ¿De qué manera influye la implementación de superficies perforadas en la eficiencia de los disipadores térmicos o de calor en microchips en el periodo 2023-2024 en el municipio de Puebla?

## **Revisión bibliográfica**

De acuerdo con la Real Academia Española, un microchip se define como chip miniaturizado, un componente diminuto de material semiconductor que alberga diversos circuitos integrados, los cuales llevan a cabo diversas funciones en computadoras y dispositivos electrónicos (RAE, 2023).

Conocido como chip de Integración a Muy Gran Escala (VLSI, por sus siglas en inglés) o un circuito integrado (IC, por sus siglas en inglés), o simplemente microchip, se compone de un bloque cúbico de material semiconductor, aproximadamente del tamaño de un grano de arroz; está constituido por millones a miles de millones de transistores. Los transistores están interconectados de manera que se construyen circuitos eléctricos para la realización de aplicaciones específicas (Yeap et al., 2020).

Los rangos de temperatura se refieren a la temperatura ambiente o del aire en la que pueden operar de manera normal (Tricker & Tricker, 2019), y son definidos por la hoja de datos del fabricante de acuerdo a su aplicación y tipo de chip (Harris, 2021)

Las temperaturas elevadas en funcionamiento pueden generar tensiones mecánicas en la placa, lo que resulta en grietas y conexiones intermitentes o fallidas a medida que las capas experimentan ciclos de calentamiento y enfriamiento (Peterson, 2020).

Las altas temperaturas pueden disminuir la vida útil de un circuito integrado (CI) y afectar su capacidad operativa. Históricamente, los circuitos integrados se diseñaban para aplicaciones de bajo consumo y, por lo general, solo requerían unos pocos milivatios de potencia. Sin embargo, los circuitos integrados modernos son capaces de manejar varios amperios y accionar dispositivos como relés, solenoides, motores a paso y lámparas LED.

Los elevados niveles de potencia asociados con estas aplicaciones pueden elevar significativamente las temperaturas de los circuitos integrados, lo que representa un riesgo de destrucción del dispositivo a menos que se implementen las precauciones adecuadas (Allegro microsystems, 1977).

En circuitos integrados más avanzados como los microprocesadores, las altas temperaturas pueden llegar a activar los mecanismos de control térmico internos (llamado thermal throttling), para disminuir la energía y restringir la temperatura. Cuando se activa el sistema de control térmico del procesador, se provoca una pérdida de rendimiento, ya que el procesador reduce la frecuencia y la potencia para evitar el sobrecalentamiento (Intel, 2023).

En los circuitos integrados (CI), una referencia de temperatura constante es la unión del dispositivo, que se refiere al punto más caliente dentro del chip mientras se opera dentro de un paquete específico (Analog Devices, 2009). El uso de energía genera calor, lo que lleva a temperaturas de unión ( $T_J$ , por sus siglas en inglés), que varían de la temperatura ambiente o del aire del entorno (CYPRESS, 2015).

De manera similar Allegro microsystems (1977), indican que la temperatura de unión ( $T_J$ ) de los circuitos integrados de silicio suele estar restringida a 150° C. Si

bien los dispositivos pueden funcionar brevemente a temperaturas ligeramente elevadas, la esperanza de vida del dispositivo disminuye significativamente con el funcionamiento prolongado a altas temperaturas. Generalmente, una temperatura de unión operativa más baja se asocia con una vida útil más larga para el circuito integrado (CI).

En cuanto al consumo energético Shi et al. (2019), explican cómo el rápido aumento de los requisitos computacionales y el aumento exponencial del uso de energía de los chips CI, plantean desafíos tanto para la reducción de energía así como para la disipación de calor en el diseño de sistemas computacionales.

De acuerdo con CYPRESS (2015), los circuitos integrados (CI) necesitan energía para funcionar, esta energía se les suministra en forma de voltaje y corriente a través de pines de alimentación. El aprovechamiento de la energía genera calor, lo que da lugar a temperaturas en las uniones que difieren de la temperatura ambiente del entorno. El consumo de energía se ve afectado por la variación de temperatura y viceversa.

De manera similar Naffziger et al. (2006), explican que durante todo el proceso de diseño, es fundamental optimizar el consumo de energía, la temperatura y el rendimiento, ya que estos factores se encuentran en estrecha relación. El consumo de energía de fuga (leakage power consumption), y la temperatura tienen una relación recíproca: el aumento de la temperatura aumenta las fugas de energía, y viceversa.

Pedram y Nazarian (2005), indican que el consumo de energía de fuga está significativamente influenciado por el perfil de temperatura dentro del chip; en específico, las temperaturas elevadas conducen a una mayor disipación de energía, lo que posteriormente aumenta las temperaturas en el chip.

De acuerdo con De Vogeleer et al. (2014), la disipación de calor del circuito integrado (CI) es directamente proporcional a su consumo de energía. Además,

el CI demostrará un comportamiento térmico transitorio, y la duración de este comportamiento dependerá de su capacidad calorífica. Los sistemas con mayores capacidades caloríficas exhiben un comportamiento térmico transitorio más duradero en comparación con aquellos con capacidades caloríficas más pequeñas.

En cuanto a la disipación de potencia o de energía CADENCE PCB SOLUTIONS (2022), explican que la disipación de energía se puede definir por la generación de calor, un subproducto no deseado o una forma de pérdida de energía, en dispositivos electrónicos o eléctricos mientras realizan sus funciones principales. En la arquitectura de computadoras, particularmente con unidades centrales de procesamiento (CPU, por sus siglas en inglés), la gestión de la disipación de energía es una consideración importante a tener en cuenta.

Pozo & Triviño (2011), explican que el factor fundamental en la configuración de los componentes semiconductores es la generación y disipación de energía. Esta liberación de energía conduce a aumentos de temperatura y al riesgo de fractura de las uniones, esto provocado por las disparidades en la expansión térmica entre el sustrato de silicio y las conexiones con el encapsulado. Se deben implementar precauciones especiales para evacuar este calor al ambiente y evitar aumentos excesivos de temperatura en el componente.

Otro punto a explicar es que, la disipación de potencia en los circuitos CMOS (semiconductor complementario de óxido metálico)-VLSI proviene de dos mecanismos distintos: la potencia estática (static power), principalmente atribuible a la potencia de fuga y que surge del apagado incompleto de los transistores, y la potencia dinámica (dynamic power), causada predominantemente por la conmutación de cargas capacitivas entre dos estados de voltaje (Jacob et al., 2008).

Así bien, Jacob et al. (2008), indican que el consumo de energía está vinculado al trabajo realizado, lo que se puede ejemplificar como cuánta computación se puede lograr con una batería específica. Por el contrario, la disipación de energía es la tasa

de consumo. La disipación de potencia instantánea de dispositivos CMOS-VLSI, como los microprocesadores, se cuantifica en watts (W), y abarca dos elementos principales: potencia dinámica y potencia estática.

En el apartado de disipadores de calor, Chen & Lo (2016), explican que los discos térmicos, difusores de calor y disipadores de calor comparten un objetivo común: mejorar la disipación de calor del chip más allá de lo que los materiales de embalaje o encapsulado pueden lograr por sí solos. Su objetivo es evitar el apagado térmico del chip o consecuencias más graves. En particular, muchos materiales empleados en el empaquetado de plástico presentan una conductividad térmica limitada, el compuesto de moldeo es particularmente ineficaz a este respecto.

Sobre los mismos autores, explican que normalmente metales como el aluminio o el cobre sirven como materiales para difusores o disipadores de calor. Si bien estos metales destacan en la transferencia de calor isotrópica, su eficiencia se ve obstaculizada por la alta resistencia de contacto, lo que los hace menos efectivos en la transferencia de calor desde los componentes.

García (2009), dice que los disipadores de calor son elementos metálicos, comúnmente de aluminio, utilizados para prevenir el sobrecalentamiento y daño de dispositivos electrónicos como transistores bipolares y reguladores de voltaje. Cuando un dispositivo electrónico está en funcionamiento, genera calor que no se disipa fácilmente, lo que puede causar daños en el propio componente y sus cercanías, e incluso afectar el soporte. Por esta razón, es esencial contar con un medio que absorba este calor, esto evita el deterioro de los componentes.

En concordancia con García (2009), la aplicación de un disipador de calor a un empaquetado o encapsulado de circuitos integrados mejora la resistencia térmica al aumentar la transferencia de calor al entorno circundante. La eficacia de un disipador de calor depende de factores como el tamaño, el material, el diseño y el

flujo de aire dentro del sistema. Generalmente, los disipadores de calor pueden mejorar significativamente el rendimiento térmico (CYPRESS, 2015).

En chips más avanzados Trick (2022), explica que un disipador de calor es un componente metálico colocado en un chip de computadora, como una unidad central de procesamiento (CPU por sus siglas en inglés), para disipar el calor de los componentes permitiéndole ascender a través de la superficie de una serie de aletas. Para optimizar la refrigeración, un disipador de calor debe establecer un contacto sólido con la fuente de calor. Utiliza un conductor térmico para transferir calor a las aletas que, con sus superficies más grandes, dispersan eficazmente el calor por toda la computadora.

De acuerdo con Arrow Electronics (2019), los disipadores de calor que se utilizan más comúnmente son configuraciones activas, pasivas o híbridas, y explican las diferencias que existen entre estos. Los disipadores de calor pasivos utilizan la convección natural, donde el movimiento ascendente del aire caliente impulsa el flujo de aire sobre el disipador de calor sin la necesidad de energía adicional o sistemas de control para disipar el calor. Si bien estos sistemas ofrecen simplicidad y eficiencia energética, no son tan competentes como los disipadores de calor activos en la transferencia de calor.

Los disipadores de calor activos emplean un flujo de aire forzado para mejorar el movimiento del fluido sobre el área calentada. Este flujo de aire forzado generalmente se genera mediante un ventilador, un soplador o el movimiento de todo el objeto, como el motor de una motocicleta que se enfría a través del flujo de aire sobre las aletas del disipador de calor. Por ejemplo, en una computadora personal, cuando la computadora se calienta, el ventilador se activa para impulsar el aire sobre el disipador de calor, lo que facilita el movimiento del aire más frío a través de la superficie del disipador de calor. En consecuencia, este proceso

aumenta el gradiente térmico general en todo el sistema de disipador de calor, lo que permite una disipación de calor más eficiente del sistema.

Los disipadores de calor híbridos combinan algunos aspectos de los disipadores de calor pasivos y activos. Estas configuraciones son menos comunes y, a menudo, dependen de sistemas de control para enfriar el sistema según los requisitos de temperatura. Cuando el sistema funciona a niveles más fríos, la fuente de aire forzado está inactiva y solo enfría el sistema de forma pasiva. Una vez que la fuente alcanza temperaturas más altas, el mecanismo de enfriamiento activo se activa para aumentar la capacidad de enfriamiento del sistema de disipador de calor.

## **Método y Metodología**

Los enfoques de investigación pueden ser cuantitativos, cualitativos o mixtos. El enfoque de investigación cuantitativo comprenderá la sistematización y análisis de datos a través de métodos estadísticos que permitan interrelacionar y describir las variables de estudio; por su parte, los enfoques de investigación cualitativo tienen como objetivo estudiar el fenómeno en su contexto real a través de un análisis que no requiere de un procesamiento de información bajo una estructura estadística o numérica; finalmente, los enfoques de investigación mixtos combinarán aspectos de los dos anteriores y darán como resultado una investigación con mayores alcances y resultados que permitirá analizar la problemática con una perspectiva integral (Hernández et al. 2010). Por lo anterior la presente investigación corresponde a un enfoque cuantitativo.

Al ser una propuesta de diseño experimental a través de simulaciones, no se requiere de una población, ni muestra. Una vez que las variables han sido seleccionadas, las cuales son disipación de calor y la eficiencia del microchip, en este caso se tomaría en cuenta las temperaturas de unión máximas de un chip

(representado en la simulación como una fuente de temperatura de aluminio) y se mantendría en márgenes permitidos, debido a que la propuesta se basa en una modificación pasiva, se propone un diseño con base en disipadores de calor disponibles en el mercado para implementar dicha modificación pasiva que consta de un patrón de perforaciones. Sobre la selección del software de diseño asistido por computadora (CAD) y de ingeniería asistida por computadora (CAE), se realizarán las simulaciones para realizar la propuesta de diseños de patrones. En el software seleccionado se recomendarán diferentes patrones de perforaciones en las superficies de las aletas del disipador de calor.

El software seleccionado es Solidworks, la propuesta de diseño del disipador pasivo funciona por convección natural para así analizar el peor de los escenarios, y por convección forzada para observar diferencias, es una superficie de la base de 20 mm de espesor, 150 mm de largo y 110 mm de alto, con 8 aletas de dimensiones de 100 mm de altura, 110 mm de largo y 10 mm de espesor, separadas 10 mm entre ellas, mismos que son los que presentaran diferentes patrones de perforaciones; este diseño es de una aleación de aluminio 5052. El chip está representado en la simulación como una fuente de calor de material de aluminio de dimensiones 45 mm de largo, 35 mm de alto y un espesor de 10 mm.

En primera instancia se realiza un estudio térmico estático con un disipador sin perforaciones que sirve de control, este mismo estudio se realiza en otros 3 disipadores de calor que usarán diferentes patrones perforados en las aletas. Este estudio usa 2 diferentes valores de la fuente de temperatura de 50° C (la temperatura promedio en funcionamiento de un chip es entre 50° C y 70° C), y 100° C (temperatura máxima en la unión a la que la mayoría de chips sufre daños permanentes o fallas catastróficas); misma que abarca la parte superior del chip en contacto con la base del disipador.

Este estudio es realizado como convección natural (coeficiente de convección del aire  $5-25\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ , usando el menor coeficiente de  $5\text{W}/\text{m}^2\text{K}$  para reflejar

el peor de los casos) y muestra los nodos con mínimo y máximo de temperatura. El estudio demuestra la temperatura que alcanza nuestro disipador, si existen diferencias entre los diferentes disipadores de estudio y permite observar su correcto funcionamiento para el siguiente estudio.

Basado en los resultados del primer estudio se emplea un ensamble en Solidworks donde analizaremos la temperatura de 2 chips con una disipación de potencia de 35 watts y 50 watts, sobre una base aislante que simula una placa PCB, donde podemos observar la temperatura a la que el chip alcanza equilibrio térmico, además se estresan los disipadores a una disipación de potencia de 100 watts; más allá de que los disipadores no están diseñados para esa potencia para convección natural, nos servirá para poder observar cómo funcionan bajo estas condiciones extremas.

Este segundo estudio hace uso de la simulación de flujo para convección natural de aire libre o  $5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  en una temperatura ambiente de  $25^\circ \text{ C}$ , esto se realiza para estudiar el peor de los escenarios cuando no existe una convección forzada (uso de ventiladores para mover aire a través del disipador), en este análisis podremos observar si los disipadores pueden mantener la temperatura del chip dentro de los parámetros recomendados que van desde los  $50^\circ \text{ C}$  hasta los  $70^\circ \text{ C}$ .

También se realiza un estudio al suponer que nuestro componente se encuentra dentro de un gabinete, donde existirá un sistema de disipación por convección forzada (ventilador que mueve aire a través del gabinete), para ello se usa un coeficiente de convección bajo de  $10 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  o  $2 \text{ m/s}$ , en una temperatura ambiente de  $25^\circ \text{ C}$ . Esto ayudará a reducir las temperaturas del chip y mostrará si existen diferencias significativas entre los diferentes patrones de perforación de los disipadores bajo estas condiciones.

El siguiente análisis es un estudio térmico transitorio, en el cual se observa el tiempo requerido para alcanzar la temperatura máxima sostenida (temperatura

máxima en la cual dejan de existir cambios), mientras el chip trabaja a su máxima potencia. Este estudio se lleva a cabo con convección natural ( $5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ ), de nuevo esto para ver el peor escenario posible, con una temperatura ambiente y una temperatura inicial de los componentes de  $25^\circ \text{ C}$ . Con esto podremos observar si las temperaturas se mantienen dentro de los parámetros permitidos de temperatura bajo carga máxima de trabajo.

Por último, se usó el estudio anterior y se añadió una convección forzada con un coeficiente bajo de  $10 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , esto para simular cuando nuestros componentes se encuentran dentro de un gabinete con un ventilador que disipe el calor. Con esto se observa la influencia del aire en los disipadores y las temperaturas del chip. Los resultados se muestran en la tabla comparativa de estudio térmico transitorio bajo carga máxima de trabajo con convección forzada  $10 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ .

Los últimos dos estudios indican el tiempo que el chip trabaja a su máxima potencia hasta alcanzar equilibrio térmico, y en el peor de los casos, alcanza temperaturas de falla o daños permanentes.

## **Resultados**

De acuerdo con la aplicación de los instrumentos de la investigación, los principales resultados obtenidos son los siguientes:

**Tabla 1**

*Estudio térmico estático del disipador en 50°C y 100°C*

<b>Estudio térmico estático</b>	<b>Disipador de control</b>	<b>Disipador patrón 1</b>	<b>Disipador patrón 2</b>	<b>Disipador patrón 3</b>
50°C Nodo con temperatura mínima	47.064°C	41.009°C	33.148°C	37.569°C
50°C Nodo con temperatura máxima	50.019°C	50.081°C	50.0°C	50.006°C
100°C Nodo con temperatura mínima	67.617°C	60.799°C	49.205°C	62.856°C
100°C Nodo con temperatura máxima	100°C	101.171°C	100.5°C	100.017°C

De acuerdo a la Tabla 1 se observa que existen diferencias para la temperatura mínima en los patrones perforados en comparación con el patrón de control; esto muestra que el disipador trabaja de forma esperada.

**Tabla 2**

*Comparativa de disipación para chips con potencias de 35W, 50W y 100W con coeficiente de convección de 5 W/m<sup>2</sup>K*

	<b>Disipador de control</b>	<b>Disipador patrón 1</b>	<b>Disipador patrón 2</b>	<b>Disipador patrón 3</b>
Estudio de flujo térmico-convección natural	Temperatura de equilibrio térmico promedio			
Chip de 35W	57.362°C	58.537°C	59.666°C	57.547°C
Chip de 50W	68.115°C	69.68°C	71.209°C	68.155°C
Chip de 100W	101.015°C	103.741°C	106.509°C	100.447°C

*Nota:* elaboración propia

La Tabla 2 muestra como en convección natural existe una diferencia mínima que no tiene impacto en la eficiencia de disipación de calor. Los rangos de temperaturas para chips de 35W y 50W están dentro de los parámetros permitidos en condiciones normales de carga o trabajo, mientras que para el chip de 100W esta disipación es insuficiente en todos los patrones.

### Tabla 3

Comparativa de disipación para chips con potencias de 35W, 50W y 100W con coeficiente de convección de 10 W/m<sup>2</sup>K

	<b>Disipador de control</b>	<b>Disipador patrón 1</b>	<b>Disipador patrón 2</b>	<b>Disipador patrón 3</b>
Estudio de flujo térmico- convección forzada 10 W/m <sup>2</sup> K	Temperatura de equilibrio térmico promedio			
Chip de 35W	38.13°C	37.20°C	37.56°C	36.34°C
Chip de 50W	43.69°C	42.41°C	42.85°C	41.19°C
Chip de 100W	62.38°C	59.91°C	60.70°C	57.33°C

La Tabla 3 demuestra que al añadir un coeficiente de convección forzada mínima, es el patrón 3 el que tiene una mayor eficiencia de disipación de calor para los 3 chips bajo carga normal de trabajo.

**Tabla 4**

*Comparativa de estudio térmico transitorio bajo carga máxima de trabajo con convección natural 5 W/m<sup>2</sup>K*

Estudio térmico transitorio convección natural	Disipador de control		Disipador patrón 1		Disipador patrón 2		Disipador patrón 3	
	Tiempo en alcanzar temperatura máxima sostenida en horas	Temperatura máxima sostenida	Tiempo en alcanzar temperatura máxima sostenida en horas	Temperatura máxima sostenida	Tiempo en alcanzar temperatura máxima sostenida en horas	Temperatura máxima sostenida	Tiempo en alcanzar temperatura máxima sostenida en horas	Temperatura máxima sostenida
Chip de 35W	8.6 horas	58.379°C	7 horas	54.206°C	6.3 horas	53.622°C	6.3 horas	52.382°C
Chip de 50W	8.6 horas	72.684°C	6.3 horas	66.722°C	6 horas	65.888°C	7.6 horas	64.118°C
Chip de 100W	9 horas	120.368°C	7.3 horas	108.445°C	8 horas	106.777°C	7 horas	103.235°C

La Tabla 4 muestra los resultados del estudio térmico transitorio en convección natural con el chip bajo carga máxima de trabajo todo el tiempo, se observa que el patrón de control tarda más en alcanzar equilibrio térmico pero sus temperaturas son mayores, mientras que los disipadores con patrones perforados son más eficientes en disipar el calor, de estos el patrón 3 es el que mejores resultados obtuvo al disipar calor. Cabe destacar que en el chip de 100W ninguno es suficiente para mantener al chip dentro de los límites establecidos por debajo de los 100°C bajo condiciones de convección natural.

**Tabla 5**

*Comparativa de estudio térmico transitorio bajo carga máxima de trabajo con convección forzada 10 W/m<sup>2</sup>K*

	Disipador de control		Disipador patrón 1		Disipador patrón 2		Disipador patrón 3	
	Tiempo en alcanzar temperatura máxima sostenida en horas	Temperatura máxima sostenida	Tiempo en alcanzar temperatura máxima sostenida en horas	Temperatura máxima sostenida	Tiempo en alcanzar temperatura máxima sostenida en horas	Temperatura máxima sostenida	Tiempo en alcanzar temperatura máxima sostenida en horas	Temperatura máxima sostenida
Chip de 35W	5 horas	43.494°C	3.6 horas	41.639°C	3.6 horas	41.965°C	4.3 horas	40.642°C
Chip de 50W	5 horas	51.420°C	4 horas	48.770°C	3.3 horas	49.235°C	3.6 horas	47.345°C
Chip de 100W	5.3 horas	77.840°C	4 horas	72.540°C	4 horas	73.471°C	4 horas	69.690°C

La Tabla 5 muestra los resultados del estudio térmico transitorio en convección forzada mínima con el chip bajo carga máxima de trabajo todo el tiempo, una vez más el patrón de control tarda más en alcanzar equilibrio térmico aunque la diferencia de tiempo con los demás disipadores se reduce, pero las temperaturas son superiores a la de los disipadores con patrones perforados.

El patrón 3 es el más eficiente en disipar el calor del chip. Esto se debe a que el patrón 3 cuenta con una combinación de superficie sin perforar y perforaciones de tamaño necesario que lo hacen más eficiente al disipar calor. Cabe mencionar que con convección forzada con un coeficiente bajo todos los disipadores pudieron mantener la temperatura del chip de 100W por debajo de los límites permitidos.

## Conclusiones y discusión

Por lo anterior, se puede concluir que cuando los chips trabaja bajo carga normal, existe una diferencia marginal entre los diferentes disipadores, sea en convección natural o convección forzada, es cuando el chip se encuentra bajo carga máxima de trabajo, que es cuando mayor calor se generará, donde los disipadores con perforaciones obtienen mejores resultados destaca el patrón 3 como el más eficiente al disipar calor, lo que asegura un correcto funcionamiento bajo condiciones de exigencia, una vida útil más larga para el chip, reducir riesgos de daños y mantener una carga de trabajo sostenida.

Por ello los disipadores con perforaciones permiten una mayor área de superficie expuesta, lo que facilita una mejor disipación del calor y una mayor eficiencia de enfriamiento en comparación con disipadores de calor convencionales lo que ayudará a mantener las temperaturas de funcionamiento de los dispositivos electrónicos dentro de límites seguros, también las perforaciones permiten diseñar disipadores de calor más ligeros y compactos lo que puede ser beneficioso en aplicaciones donde el peso y el tamaño son críticos.

Si bien estos resultados pueden demostrar que al contar con perforaciones en los disipadores los hace más eficientes en disipar el calor, se refuerza el planteamiento que una convección natural puede ser insuficiente para aplicaciones de alta potencia, lo que marca claramente una necesidad de aplicar métodos de convección forzada para asegurar una temperatura que permita el correcto funcionamiento de los chips, una vida útil prolongada y la estabilidad y eficiencia del sistema.

## Referencias

- Allegro microsystems. (1977 ). Computing ic temperature rise. Computing ic temperature rise [Archivo PDF]. Allegro microsystems. <https://www.allegromicro.com/-/media/files/application-notes/an295014-computing-ic-temperature-rise.pdf>
- Analog Devices. (2009). MT-093: Thermal Design Basics [Archivo PDF]. Analog Devices. <https://www.analog.com/media/en/training-seminars/tutorials/mt-093.pdf>
- Arrow Electronics. (2019). What are Heat Sinks? How Heat Sinks Work & Popular Types. Arrow Electronics. <https://www.arrow.com/en/research-and-events/articles/understanding-heat-sinks-functions-types-and-more>
- CADENCE PCB SOLUTIONS. (2022). Power Dissipated by a Resistor? Circuit Reliability and Calculation Examples. CADENCE. <https://resources.pcb.cadence.com/blog/2020-power-dissipated-by-a-resistor-circuit-reliability-and-calculation-examples>
- Chen, A., & Lo, R. H.Y. (2016). Semiconductor Packaging: Materials Interaction and Reliability (1st ed.). CRC Press.
- CYPRESS. (2015). Understanding Temperature Specifications: An Introduction. Understanding Temperature Specifications: An Introduction. INFINEON. [https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-AN4017\\_Understanding\\_Temperature\\_Specifications\\_An\\_Introduction-ApplicationNotes-v11\\_00-EN.pdf?fileId=8ac78c8c7cdc391c017d071d497a2703](https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-AN4017_Understanding_Temperature_Specifications_An_Introduction-ApplicationNotes-v11_00-EN.pdf?fileId=8ac78c8c7cdc391c017d071d497a2703)
- De Vogeleer, K., Memmi, G., Jouvelot, P., & Coelho, F. (2014). Modeling the Temperature Bias of Power Consumption for Nanometer-Scale CPUs in Application Processors [Archivo PDF]. arXiv. [https://www.researchgate.net/publication/261636138\\_Modeling\\_the\\_Temperature\\_Bias\\_of\\_Power\\_Consumption\\_for\\_Nanometer-Scale\\_CPUs\\_in\\_Application\\_Processors](https://www.researchgate.net/publication/261636138_Modeling_the_Temperature_Bias_of_Power_Consumption_for_Nanometer-Scale_CPUs_in_Application_Processors)
- García, V. (2009). Los disipadores de calor. – Electrónica Práctica Aplicada. Diario electrónico hoy.

<https://www.diarioelectronicohoy.com/blog/los-disipadores-de-calor>

Harris, M. (2021). IC Thermal Analysis: Thermal Management for Integrated Circuits. Altium Resources. <https://resources.altium.com/p/thermal-management-integrated-circuits>

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. (6° Ed). McGrawHill

Intel. (2023). Information about Temperature for Intel® Processors. Intel. <https://www.intel.com/content/www/us/en/support/articles/000005597/processors.html>

Jacob, B., Ng, S. W., & Wang, D. T. (2008). OVERVIEW: On Memory Systems and Their Design [Archivo PDF]. ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123797513500023>

Naffziger, S., Stackhouse, B., Grutkowski, T., Josephson, D., Desai, J., Alon, E., & Horowitz, M. (2006). The implementation of a 2-core, multi-threaded itanium family processor. IEEE Journal of Solid-state circuits, 41(1), 197-209. 10.1109/JSSC.2005.859894

Pedram, M., & Nazarian, S. (2005). Maximum chip performance under peak permissible temperature limits may be achieved with the help of combined electrical and thermal simulation of VLSI circuits. Thermal Modeling, Analysis, and Management in VLSI Circuits: Principles and Methods, 94(8), 1488-1498. [https://weble.upc.edu/ifsin/Block5/paper\\_proc2.pdf](https://weble.upc.edu/ifsin/Block5/paper_proc2.pdf)

Peterson, Z. (2020). La temperatura de la placa de circuito impreso no se sobrecalienta con el software de diseño Smart Checking. Altium Resources. <https://resources.altium.com/es/p/pcb-temperature#las-altas-temperaturas-pueden-danar-la-integridad-de-la-placa>

Pozo, A., & Triviño, A. (2011). Disipación de calor. Academia. [https://www.academia.edu/22366023/DISIPACI%C3%93N\\_DE\\_CALOR](https://www.academia.edu/22366023/DISIPACI%C3%93N_DE_CALOR)

RAE. (2023). Chip . Definición . Diccionario de la lengua española. RAE - ASALE. <https://dle.rae.es/chip?m=form>

Shi, S., Wujie, W., Chaparro-Baquero, G. A., & Quan, G. (2019). Thermal-constrained energy effi-

cient real-time scheduling on multi-core platforms. *Parallel Computing*, 85, 231-242- <https://doi.org/10.1016/j.parco.2019.01.003>

Trick, C. (2022). What is a Heat Sink, and How Does it Work? Trenton Systems. <https://www.trentonsystems.com/blog/what-is-a-heat-sink>

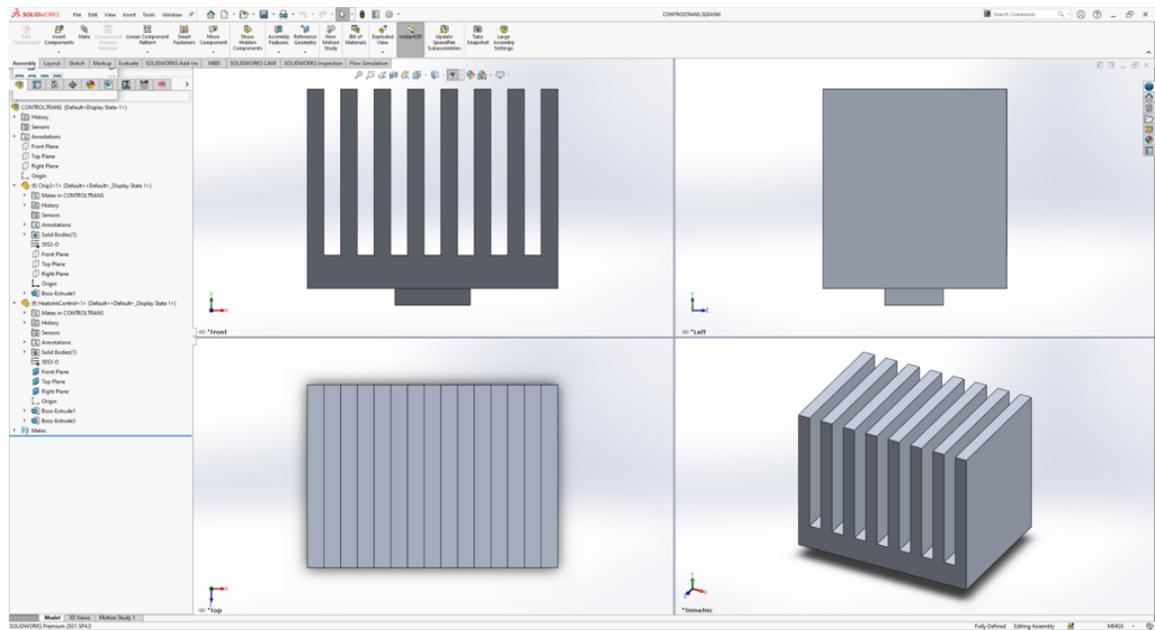
Tricker, R., & Tricker, S. (2019). Environmental Requirements for Electromechanical and Electronic Equipment. *Sciencedirect.com*. <https://doi.org/10.1016/B978-075063902-6.50005-X>

Yeap, K. H., Sayago Hoyos, J., & Sayago, J. (2020). *Integrated Circuits/Microchips*. IntechOpen. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.83313>

## Anexos

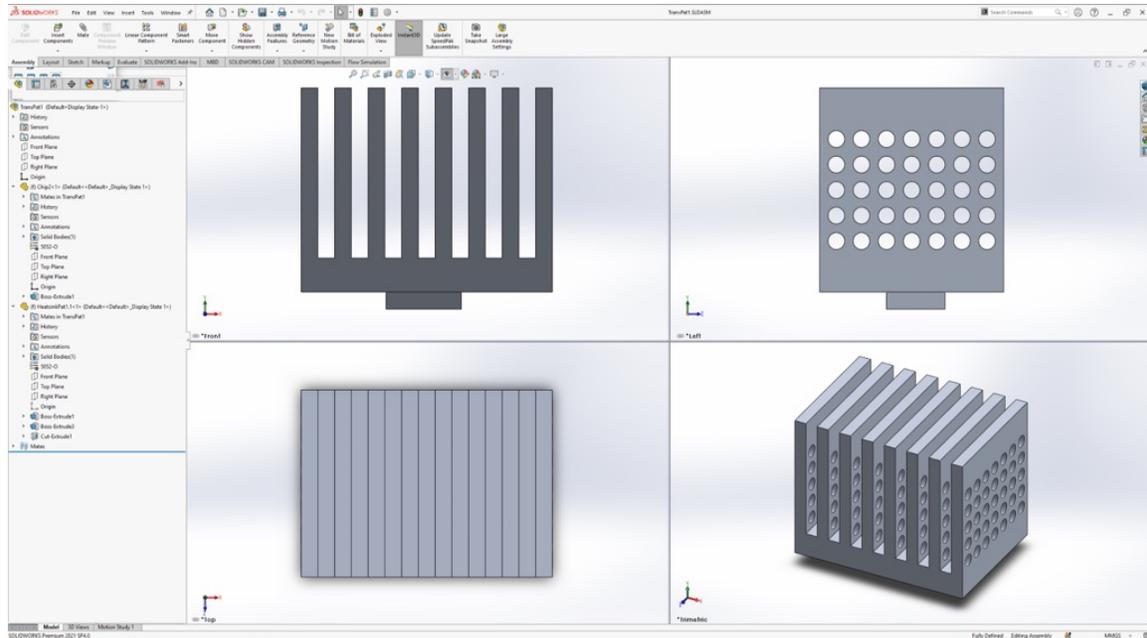
### Figura 1

#### *Disipador de control*



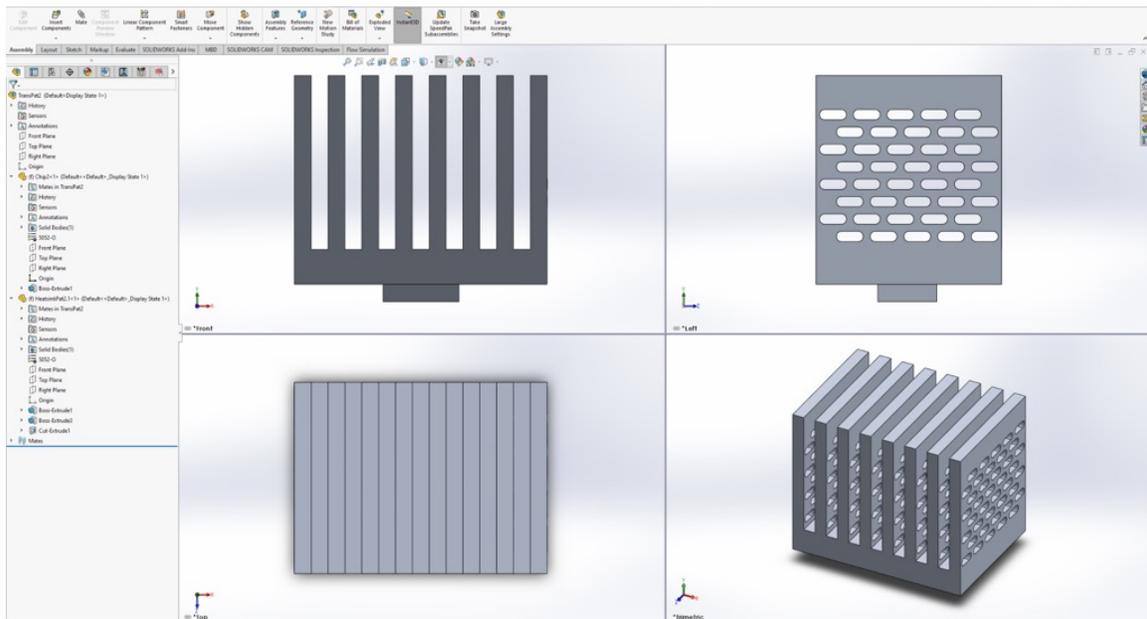
**Figura 2**

*Disipador con patrón 1*



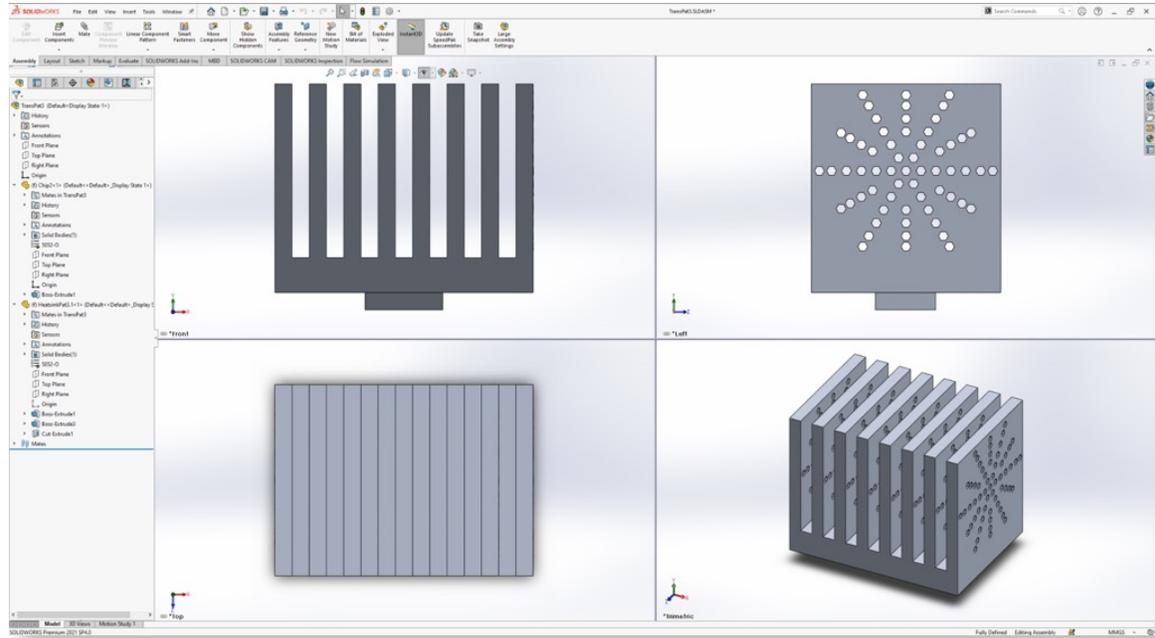
**Figura 3**

*Disipador con patrón 2*



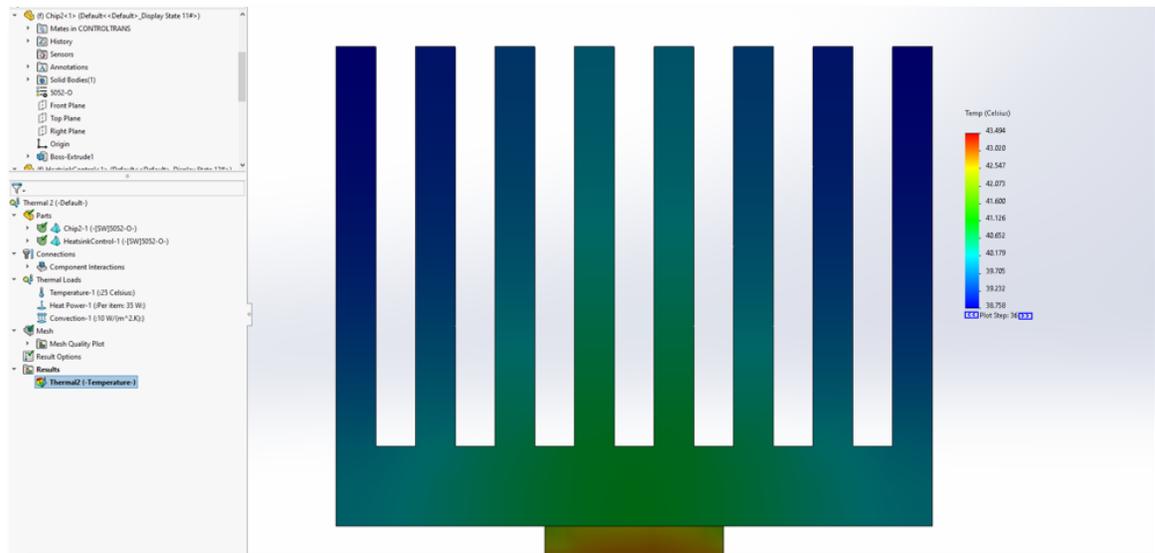
**Figura 4**

*Disipador con patrón 3*



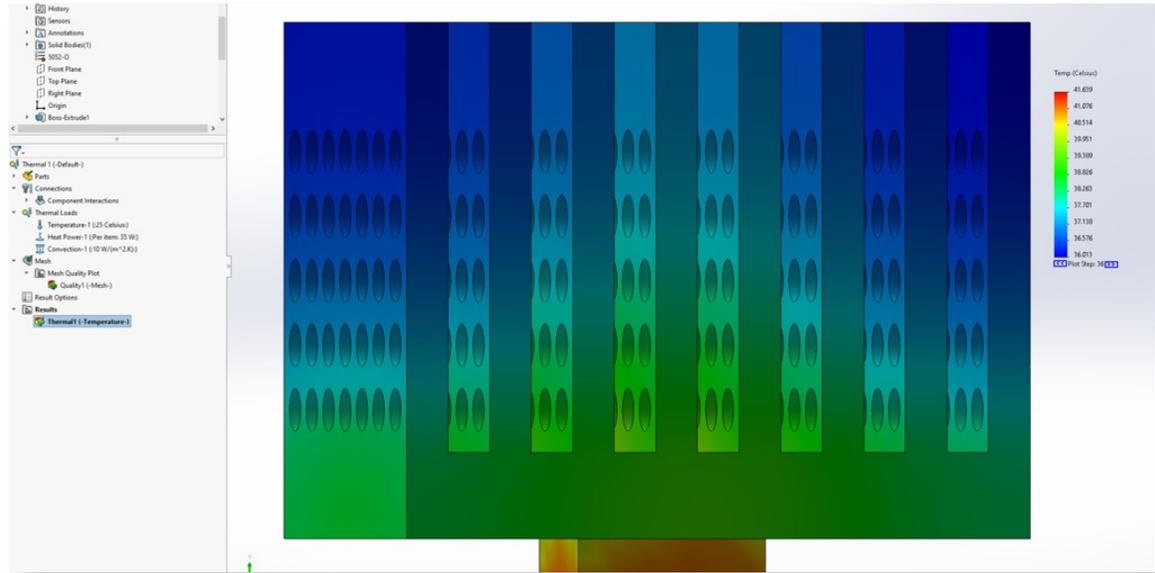
**Figura 5**

*Resultados de la simulación de disipación estudio térmico transitorio bajo carga máxima de trabajo con convección forzada ( $10 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) para chip con potencia de  $35 \text{ W}$  del disipador de control*



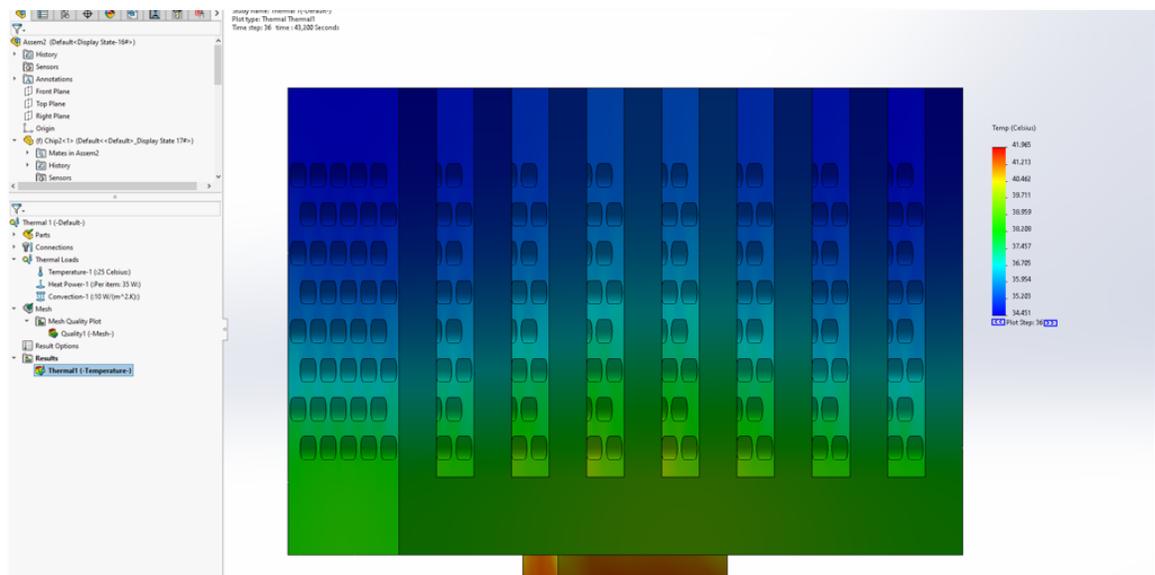
**Figura 6**

*Resultados de la simulación de disipación estudio térmico transitorio bajo carga máxima de trabajo con convección forzada ( $10 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) para chip con potencia de 35 W del disipador con patrón 1*



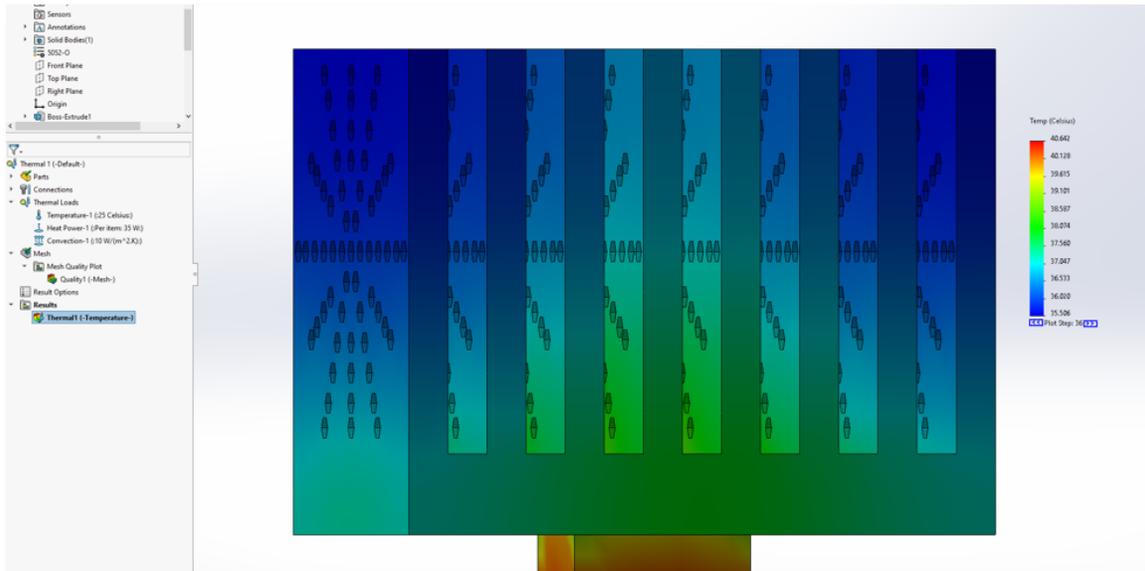
**Figura 7**

*Resultados de la simulación de disipación estudio térmico transitorio bajo carga máxima de trabajo con convección forzada ( $10 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) para chip con potencia de 35 W del disipador con patrón 2*



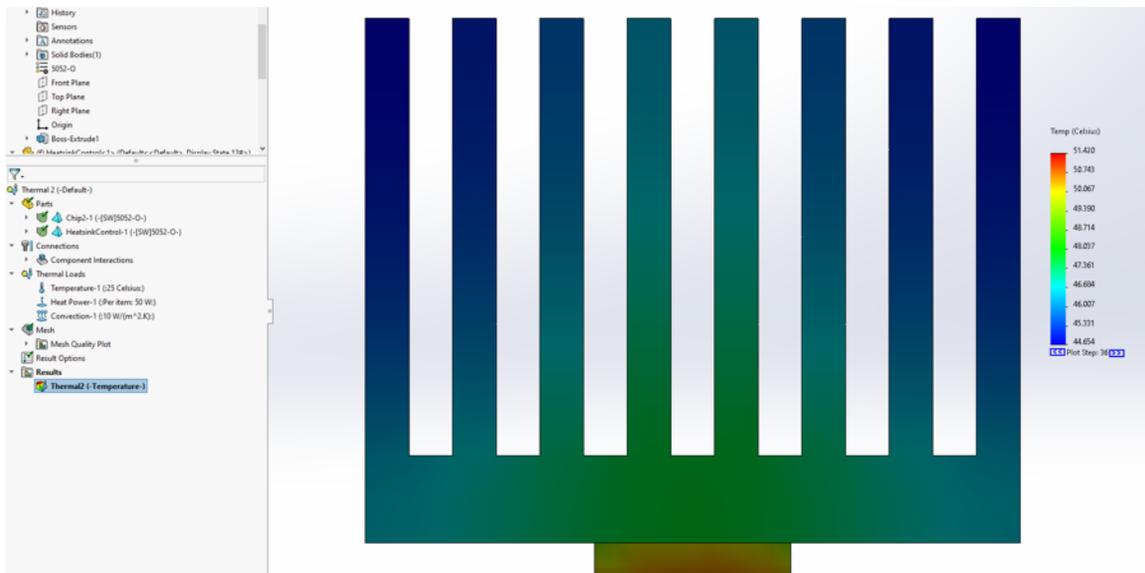
**Figura 8**

*Resultados de la simulación de disipación estudio térmico transitorio bajo carga máxima de trabajo con convección forzada ( $10 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) para chip con potencia de 35 W del disipador con patrón 3*



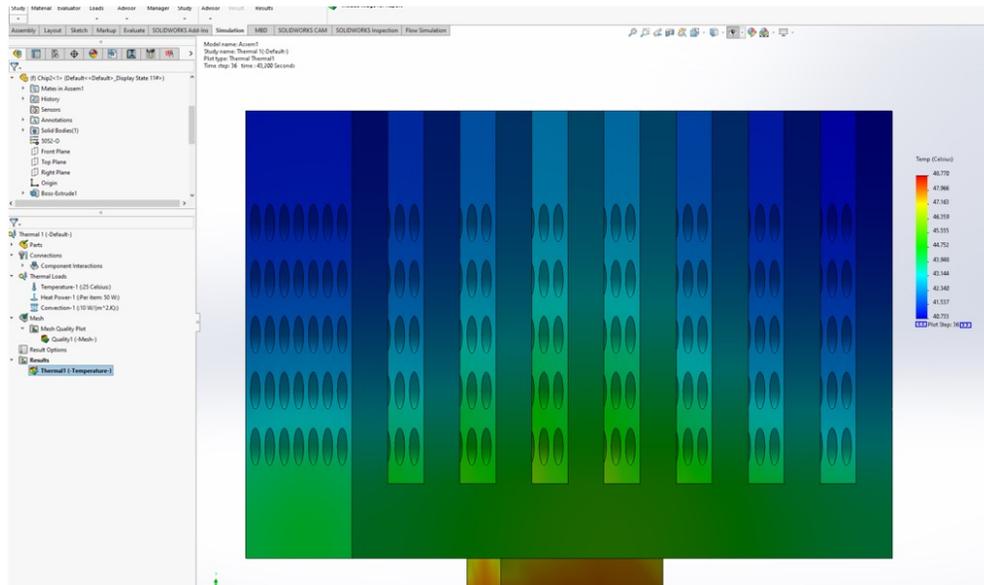
**Figura 9**

*Resultados de la simulación de disipación estudio térmico transitorio bajo carga máxima de trabajo con convección forzada ( $10 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) para chip con potencia de 50 W del disipador de control*



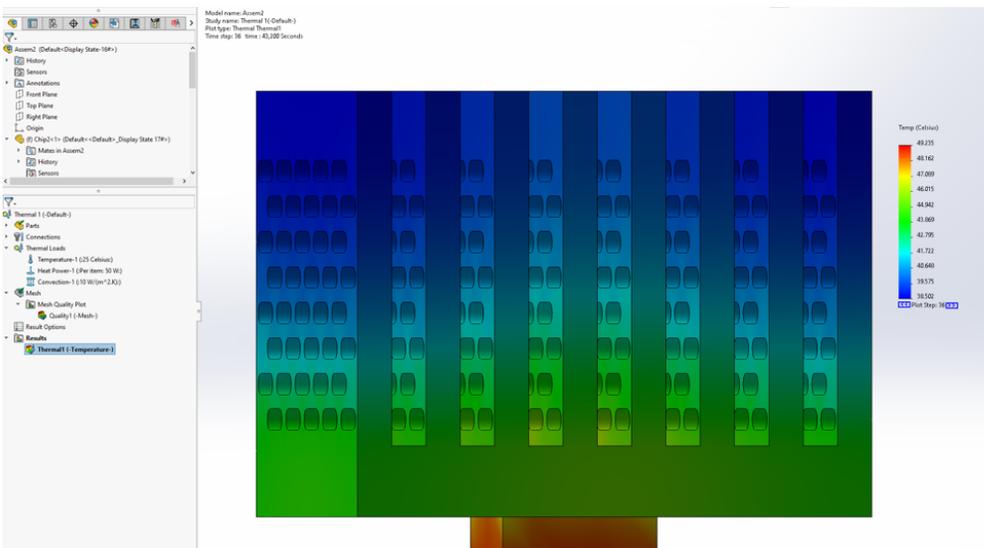
**Figura 10**

*Resultados de la simulación de disipación estudio térmico transitorio bajo carga máxima de trabajo con convección forzada ( $10 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) para chip con potencia de 50 W del disipador con patrón 1*



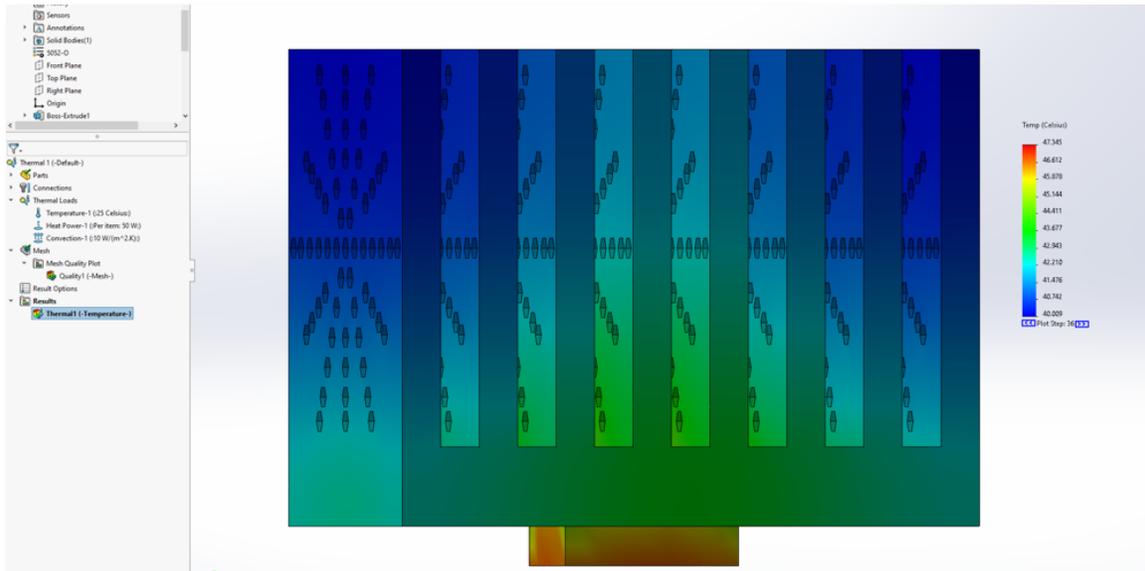
**Figura 11**

*Resultados de la simulación de disipación estudio térmico transitorio bajo carga máxima de trabajo con convección forzada ( $10 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) para chip con potencia de 50 W del disipador con patrón 2*



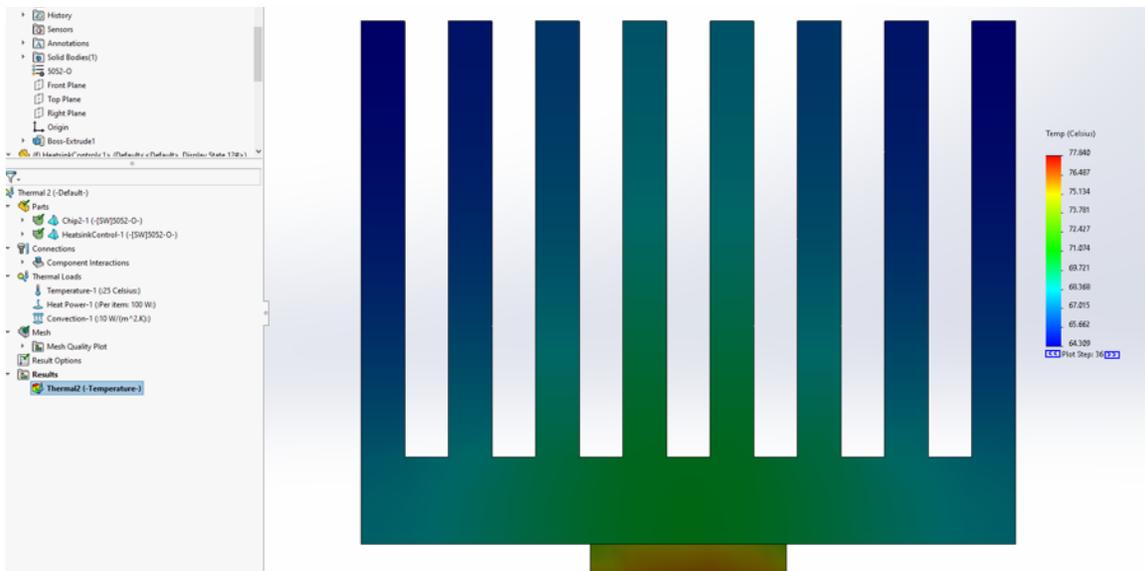
**Figura 12**

*Resultados de la simulación de disipación estudio térmico transitorio bajo carga máxima de trabajo con convección forzada ( $10 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) para chip con potencia de 50 W del disipador con patrón 3*



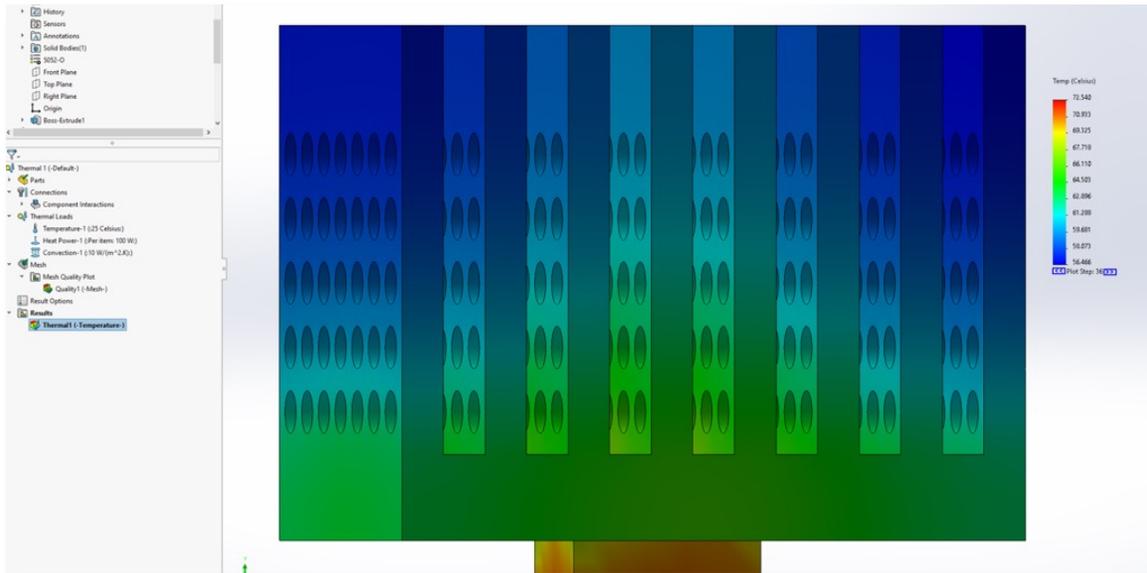
**Figura 13**

*Resultados de la simulación de disipación estudio térmico transitorio bajo carga máxima de trabajo con convección forzada ( $10 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) para chip con potencia de 100 W del disipador de control*



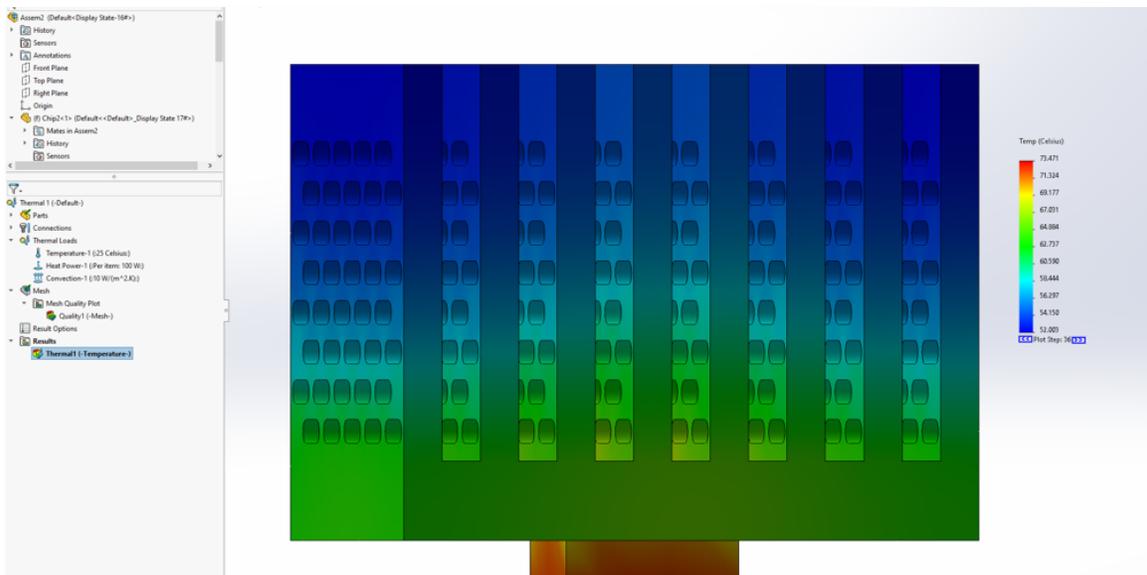
**Figura 14**

*Resultados de la simulación de disipación estudio térmico transitorio bajo carga máxima de trabajo con convección forzada ( $10 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) para chip con potencia de  $100 \text{ W}$  del disipador con patrón 1*



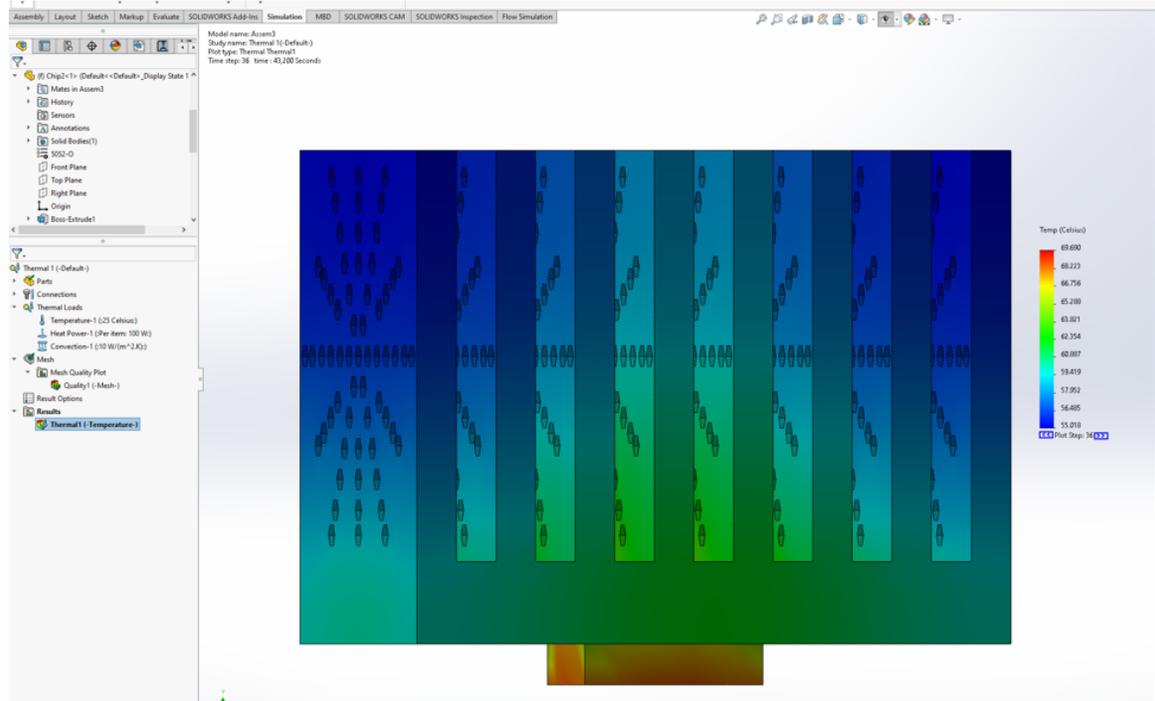
**Figura 15**

*Resultados de la simulación de disipación estudio térmico transitorio bajo carga máxima de trabajo con convección forzada ( $10 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) para chip con potencia de  $100 \text{ W}$  del disipador con patrón 2*



**Figura 16**

*Resultados de la simulación de disipación estudio térmico transitorio bajo carga máxima de trabajo con convección forzada ( $10 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) para chip con potencia de  $100 \text{ W}$  del disipador con patrón 3*



**PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MESA  
SIMULADORA SÍSMICA**

**PROPOSAL FOR THE DESIGN OF A SEISMIC  
SIMULATION TABLE**

**ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN**

**Tenorio, Miguel Ángel<sup>1</sup>**

UVP Universidad del Valle de Puebla

im42127@uvp.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2070-297X>

**López, Sergio Raúl<sup>2</sup>**

UVP Universidad del Valle de Puebla

sergio.lopez@uvp.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9762-8109>

Recibido el 7 de junio de 2024. Aceptado el 13 de septiembre de 2024. Publicado el 15 de diciembre de 2024.

## **Reseña del Autor 1**

Estudiante de Ingeniería Mecatrónica, ha participado en diversos concursos de robótica, Expo Ciencias México la cual se lleva a cabo por la universidad de UPAEP, así mismo ha colaborado con el CONCYTEP en la elaboración de una CNC. Ha colaborado con organizaciones privadas del sector industrial y tecnológico implementando diseño de software, ensamblaje y aplicaciones Mecatrónicas para el desarrollo de productos.

## **Reseña del Autor 2**

Ingeniero Industrial por el Tecnológico Nacional de México Campus Puebla, Maestro en Ingeniería Administrativa y Calidad por la Universidad La Salle Benavente, Doctor en Alta Dirección por la Universidad del Valle de Puebla. Posdoctor en Administración de Negocios por el Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente. TSU en Gestión y Administración de PyME por la Universidad Abierta y a Distancia de México. Ha colaborado con organizaciones privadas de los sectores manufacturero, comercial y de servicios implementando Sistemas de Gestión de Calidad, desarrollando y mejorando procesos, gestionando información de sistemas y aplicándola en la toma de decisiones. Ha trabajado en publicaciones e impartido conferencias en diversas instituciones como BUAP, UPAEP, CEUNI, IEU, UVP, etc., relacionadas con temas de liderazgo, productividad, motivación, marketing, ingeniería y uso de la información en procesos de investigación.

## Resumen

Este artículo presenta una propuesta de diseño para una mesa vibratoria simuladora de sismos, destinada a realizar ensayos en modelos estructurales a pequeña escala. La mesa utiliza un motor con sistema de rodamiento lineal, controlado por un servocontrolador que recibe señales de referencia y realimentación a través de un encoder lineal. Las especificaciones cuidadosamente definidas permiten realizar ensayos de vibración libre, armónica, periódica y aleatoria (simulación de sismos). Estas especificaciones superan las aceleraciones máximas de sismos reales conocidos, lo que asegura la validez de los resultados. Este diseño busca proporcionar una herramienta precisa y versátil para investigaciones en ingeniería sísmica y pruebas estructurales a pequeña escala.

**Palabras clave:** Corteza terrestre, Ingeniería sísmica, Sismo, Reducción del riesgo de desastres, Diseño estructural.

## Abstract

This thesis presents a design proposal for a vibrating earthquake simulator table, intended for testing small-scale structural models. The table uses a motor with a linear bearing system, controlled by a servo controller that receives reference and feedback signals through a linear encoder. Carefully defined specifications allow for free, harmonic, periodic and random vibration tests (earthquake simulation). These specifications exceed the maximum accelerations of known real earthquakes, ensuring the validity of the results.

This design seeks to provide a precise and versatile tool for seismic engineering investigations and small-scale structural testing.

**Keywords:** Earth's crust, Earthquake engineering, Earthquakes, Disaster risk reduction, Structural design.

## Introducción

La mecatrónica, una disciplina en constante evolución, fusiona la mecánica y la electrónica para crear sistemas inteligentes y automatizados. La mecatrónica, una disciplina en constante evolución, fusiona la mecánica y la electrónica para crear sistemas inteligentes y automatizados.

En este contexto, las mesas vibratorias emergen como herramientas cruciales para estudiar el comportamiento estructural ante acciones sísmicas, estas son fundamentales para la ingeniería sismorresistente. La disponibilidad de herramientas de simulación de sismos a pequeña escala es limitada y, en ocasiones, prohibitivamente costosa. Se plantea la necesidad de diseñar una mesa vibratoria que, mediante una optimización integral, ofrezca una alternativa accesible y precisa para la simulación de movimientos sísmicos.

La investigación propuesta busca generar beneficios significativos en la ingeniería sismorresistente y simulación de sismos, se espera que la optimización de la mesa vibratoria aporte mejoras sustanciales. La optimización busca mejorar la accesibilidad, reducir costos y complejidades, y permite más accesibilidad para instituciones de investigación, gobiernos locales y profesionales de la ingeniería estructural.

La aplicación efectiva de la mesa vibratoria en el diseño y evaluación de estructuras sismorresistentes tiene el potencial de reducir pérdidas humanas y materiales durante eventos sísmicos, en general, reflejar la alcance e importancia de la investigación propuesta en el sector.

## Planteamiento del problema

En la actualidad, el campo del estudio de sismos no está tan desarrollado y en cuanto a herramientas para la simulación de sismos que ayuden a prevenir desastres estructurales no están tan actualizadas o son demasiadas caras y por consecuencia se tienen pérdidas humanas, En el caso de México, este ha sufrido terremotos de grandes magnitudes que han dejado consecuencias catastróficas debido a la interacción de las placas tectónicas, que han provocado daños severos en varias ciudades, no tan solo en aquellas ubicadas cerca de la trinchera Mesoamericana, sino también en ciudades localizadas en la porción noroeste del país (Barrientos, 2021).

Dichos dispositivos o herramientas se han convertido en una parte fundamental para la ingeniería sismorresistente y han demostrado ser efectivos para estudiar modelos dinámicos estructurales complejos, ya que las mesas vibratorias están compuestas por actuadores, sensores eficientes y sobre todo el sistema de control (Carrillo, 2013).

Es importante estudiar este sector al 100% para que el desarrollo de dicha herramienta sea más barata y eficiente, puesto que las mesas vibratorias pueden ser clasificadas según su tamaño, el tipo de actuador que genera el movimiento o grados de libertad.

Así mismo, es crucial desarrollar un buen diseño, ya que de esto depende que la mesa vibratoria sea más barata y eficiente y así sea posible ser adquirida por los gobiernos o investigadores de la rama sísmica, ingeniería civil, entre otras relacionadas con el diseño y construcción de estructuras.

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación se centra en Proponer el diseño de una mesa vibratoria mediante la investigación y utilización del software SolidWorks para el diseño que mejore la eficiencia y precisión de simulaciones de movimientos sísmicos.

## Revisión bibliográfica

Los Movimientos sísmicos, siempre han sido y están presentes en el entorno del ser humano y dicha naturaleza causa una gran cantidad de muertes y daños materiales, por estas razones el estudio de los movimientos telúricos ha tenido un avance en las formas de contrarrestar los daños o consecuencias que estos movimientos generan en las estructuras.

Una de las soluciones propuestas ha sido la simulación de movimientos sísmicos a escala de diversas estructuras en una Mesa Vibratoria que han sido una herramienta de suma importancia en la investigación y evaluación de daños y comportamiento de estructuras.

De acuerdo con Mexicano (2017), indica en su estudio que: los sismos son vibraciones de la tierra ocasionadas por la propagación en la superficie o en el interior de la corteza terrestre de varios tipos de ondas. Las causas más generales por las cuales estos suceden son:

- Tectónica: originados por el desplazamiento de las placas tectónicas que conforman la corteza terrestre y es la causa que genera más sismos.
- Volcánica: generados por la erupción violenta de volcanes cuyo efecto genera grandes sacudidas que afectan sobre todo a los lugares cercanos.
- Hundimiento: originados cuando al interior de la corteza terrestre se produce una acción erosiva de las aguas subterráneas y esto deja un vacío, el cual termina por ceder ante el peso de la parte superior y esta caída genera vibraciones conocidas como sismos.
- Explosiones atómicas: ocasionadas por el propio ser humano y que al parecer tienen una relación con los movimientos sísmicos.

medio de ondas, de manera que de acuerdo con la forma en cómo se dispersen esas ondas desde el epicentro o punto de origen, se generará y se sentirá un movimiento vertical, horizontal incluso ambos en la superficie (Mi sistema solar, 2019).

### ***Movimiento oscilatorio***

Este se caracteriza por generar movimientos horizontales, lo cual provoca en la superficie un movimiento de balanceo, da una sensación de que se mueve de un lado a otro, este movimiento sísmico es uno de los más comunes y el menos peligroso, ya que la energía producida en ondas se dispersa lentamente aunque esto no garantiza que deje de manifestarse con mucha fuerza, sus ondas pueden elevarse y contraerse de una manera amplia y larga, esto permite que las construcciones o estructuras puedan soportar sus movimientos bruscos y golpes fuertes.

### ***Movimiento trepidatorio***

Este se caracteriza por generar ondas expansivas de manera vertical o en todas las direcciones, por lo que entre más cerca del epicentro se encuentre se sentirá con mayor fuerza los movimientos ascendentes y descendentes de una forma violenta, su capacidad destructiva es muy alta, así como también depende de diferentes variables como, profundidad, magnitud, condiciones geológicas, diseño de las construcciones u estructuras.

La utilización de registros para evaluar la extensión de los perjuicios originados por los sismos, así como la cuantificación de la energía liberada, ha contribuido al avance científico al establecer pautas que posibilitan una

comprensión más profunda de este fenómeno natural, el objetivo principal de estos enfoques es preservar vidas.

Estos métodos se fundamentan en la recopilación sistemática de datos a lo largo de días, meses y años, con la intención de desarrollar medidas de seguridad destinadas a reducir al mínimo las pérdidas humanas y materiales. Las escalas proporcionan criterios que ayudan a caracterizar los diversos eventos sísmicos, entre las más significativas hasta la fecha se encuentran la escala de Mercalli y la de Richter (Mi sistema solar, 2019).

Las distintas escalas de magnitud representan diversas maneras de calcular la magnitud a partir de la información disponible, todas estas escalas mantienen la estructura logarítmica original diseñada por Charles Richter y se ajustan de manera que el rango medio se relacione aproximadamente con la escala original de “Richter”.

De acuerdo con la investigación de Sage (s.f.), indica que un sismógrafo es un dispositivo utilizado para registrar los desplazamientos de la Tierra. Este instrumento consta de un sensor denominado sismómetro, el cual detecta los movimientos del suelo y está conectado a un sistema de registro, en términos simples, un sismómetro básico, sensible a los movimientos verticales del terreno, puede conceptualizarse como una masa suspendida por un resorte, a su vez suspendido sobre una base que se desplaza con los movimientos de la superficie terrestre.

La variación relativa entre la masa y la base proporciona una medida del movimiento vertical de la Tierra, para incorporar un sistema de registro, se instala un tambor en la base y se sujeta un marcador a la masa. El desplazamiento relativo entre la masa y la base puede registrarse, lo que genera así una serie de registros sísmicos conocidos como sismogramas.

Los sismógrafos operan según el principio de inercia, donde objetos estacionarios, como la pesa en la ilustración, permanecen sin movimiento a menos que se les aplique una fuerza, no obstante, la masa tiende a permanecer estacionaria,

mientras que la base y el tambor experimentan movimientos, los sismómetros utilizados en estudios sísmicos son diseñados para ser extremadamente sensibles a los movimientos del terreno; por ejemplo, pueden detectar movimientos tan pequeños como 1/10.000.000 de centésima (distancias casi tan pequeñas como espacios atómicos) en lugares excepcionalmente tranquilos.

Con base en la investigación de SensorGo (2023), este indica que un acelerómetro es un sensor empleado para evaluar la aceleración experimentada por un cuerpo, una estructura o el suelo, se clasifican como sensores inerciales, ya que miden la fuerza de inercia generada cuando una masa se ve afectada por un cambio de velocidad en la zona sísmica. En el contexto sísmico, un acelerómetro funciona como un sensor que registra la frecuencia y magnitud generadas por el suelo durante un evento sísmico, en sismología, este tipo de instrumento se utiliza para detectar y registrar los efectos de las ondas sísmicas generadas por terremotos de alta intensidad.

La simulación sísmica es un proceso crucial en la ingeniería estructural que implica la recreación controlada de las fuerzas y movimientos generados por un sismo en laboratorios con mesas vibratoras en entornos controlados cuyo objetivo es evaluar el comportamiento y la respuesta de estructuras frente a eventos sísmicos, lo que proporciona información de suma importancia para el diseño y la mejora de edificios u otras infraestructuras.

Según CENAPRED (2016), se indica que una mesa vibratoria es un dispositivo mecánico cuyo diseño simula el movimiento del suelo generado por un sismo, así como sus efectos en estructuras construidas a la escala natural o reducida.

A partir de los elementos que presentan estas definiciones, es posible afirmar que una mesa vibratoria es un dispositivo diseñado para replicar las vibraciones y movimientos sísmicos en laboratorios. Consiste en una plataforma sobre la cual se colocan modelos a escala de estructuras o materiales, La mesa aplica vibraciones

controladas que imitan las condiciones sísmicas, esta permite la evaluación del comportamiento estructural bajo cargas sísmicas simuladas.

Los principios de diseño para una mesa vibratoria son fundamentales para garantizar que la mesa vibratoria funcione eficazmente. Estos incluyen consideraciones dentro de la capacidad de carga, la amplitud y la frecuencia de las vibraciones, así como la implementación de sistemas de control y la correcta aplicación de estos principios nos asegura una simulación precisa de las condiciones sísmicas por ende los resultados confiables para la evaluación de las estructuras.

Dado que ciertos efectos perjudiciales de los terremotos se originan a partir de la vibración lateral en las estructuras, el simulador sísmico se planifica para producir excitaciones en diferentes direcciones. El mecanismo encargado de impulsar la mesa vibratoria se compone principalmente de un motor deslizable mediante un sistema de rodamiento lineal. Este motor está firmemente ajustado a una placa de aluminio o área de carga de la mesa vibratoria, donde se ubica la estructura a ser probada (Coral et al., 2010).

### ***Accionamiento husillo y guías***

Este mecanismo consta de un husillo, que gira mediante la acción de un motor y está conectado al husillo a través de un embrague. El desplazador está unido al eje y crea el movimiento de la plataforma. Se mueve al mismo sentido con la guía lineal y el rodamiento, esto permite un movimiento suave en la misma dirección. En cuanto al soporte del motor, la base y el soporte del eje en el lado opuesto del motor están hechos de aluminio, lo que facilita el procesamiento.

Al final del husillo se fija una rueda moleteada que permite mover el husillo manualmente y sirve para capturar el movimiento axial, que es absorbido por los

cojinetes fijados al husillo y el montaje de este accionamiento o configuración es fácil y económico. Tiene componentes que son fáciles de comprar y diseñar. Además, el husillo tiene muy poco juego, que es la principal preocupación de este sistema.

### ***Accionamiento Biela-Manivela***

El sistema se compone de una base donde se posiciona el modelo de construcción, un mecanismo de soporte para el ensamblaje, cojinetes lineales para desplazar la base en una dirección y un sistema de Biela-Manivela. La manivela enlaza el disco y la base, lo cual permite un rango de movimiento variable. Esta biela está vinculada al motor para generar movimiento rotativo.

Además, el sistema engloba un sistema de control para encender el motor, regular la velocidad y supervisar la frecuencia. Sin embargo, este sistema presenta el inconveniente de necesitar ajustes manuales en la amplitud, además de la posibilidad de problemas de ruido que pueden surgir durante la caracterización, lo que podría distorsionar el resultado final.

### ***Accionamiento de Excitación de Motor Lineal***

El motor lineal está controlado por un driver que se basa en una señal de referencia SP que indica el tipo de movimiento (ya sea sísmico, armónico o de barrido de frecuencia) y una señal de retroalimentación de un encoder lineal que mide la velocidad y el desplazamiento de la sacudida. mesa. La señal de referencia es

generada por la computadora y enviada como voltaje al servo-controlador a través del tablero de control y adquisición de datos.

Este sistema consta de rodamientos que soportan cargas y permiten un funcionamiento de baja fricción y alta velocidad. Estos también incluyen encoders lineales y motores lineales. Los motores síncronos de imanes permanentes (PMLSM) son los más comunes porque pueden lograr altas aceleraciones sin la necesidad de elementos de transmisión como engranajes reductores, cadenas o tornillos de acoplamiento para convertir la velocidad de rotación. Esto elimina la fricción y las limitaciones mecánicas de aceleración y velocidad.

De manera que el servo-controlador debe suministrar al motor la corriente nominal y máxima que consume el motor durante el funcionamiento, finalmente, la computadora o dispositivo genera una señal que desencadena el movimiento. Los sistemas de excitación de motores lineales se presentan como la mejor opción para conseguir un control preciso del movimiento y evitar holguras y ruidos no deseados, sin embargo, no es una opción realista debido a su elevado coste.

### ***Accionamiento Hidráulico***

Dicho Accionamiento o sistema es considerado uno de los más viables, ya que nos brinda una elevada precisión, por consiguiente, es un sistema altamente fiable, su funcionamiento consiste en un desplazamiento lineal, mediante el uso de una servo-válvula se puede controlar los cambios de sentido y cuenta con un actuador hidráulico para producir el movimiento (Isairias Montaña, 2020).

El sistema hidráulico actúa sobre una plataforma donde se incorpora un servo-controlador con la función de transmitir una señal al actuador en la servo-válvula,

dicha señal es transmitida con una muy excelente precisión, lo que lo hace un sistema muy fiable, por consiguiente, tiene un elevado costo y complejo montaje (Isairias Montaña, 2020).

### ***Accionamiento neumático***

Con respecto al accionamiento neumático es menos preciso en comparación con su contraparte, el sistema hidráulico, debido a la compresibilidad del aire, En este sistema, se logra un desplazamiento lineal similar al del sistema hidráulico, pero en lugar de utilizar un fluido hidráulico, se utiliza un compresor de aire para proporcionar un flujo de aire. Los actuadores en este sistema son controlados en términos de desplazamiento, velocidad y aceleración mediante señales eléctricas que son dirigidas a una electroválvula (Isairias Montaña, 2020).

De manera que, este sistema incluye soportes y rodamientos lineales similares a los de un sistema con actuador hidráulico. El sistema neumático combina varios componentes, incluyendo un compresor de aire para proporcionar el flujo de aire, un filtro y regulador de aire que trabajan junto con el compresor, una válvula para mantener la presión necesaria, una servo-válvula o electroválvula, y un servo-controlador para adquirir datos, controlar y comunicarse con la electroválvula y el actuador neumático (Isairias Montaña, 2020).

Los componentes que conforman una mesa vibratoria generalmente se dividen en cinco grupos grandes: (1) Elementos Mecánicos y Cimentación, (2) Fuente de Alimentación y esta puede ser hidráulica, neumática o Eléctrica, (3) Actuadores, (4) Sistema de adquisición de datos y (5) Sistema de Control (Carrillo et al., 2013).

De acuerdo con el estudio de Bernal et al. (2015), indica que la precisión de los movimientos y la veracidad de los resultados en una mesa vibratoria es crítico para

la obtención de una evaluación experimental muy significativa, ya que el sistema de control se utiliza para poner a prueba el valor medido de la respuesta (aceleración, velocidad o desplazamiento medido) con una entrada (variable de control), para así producir la señal de control apropiada al sistema y, de esta manera, reducir la desviación o error al valor más pequeño posible.

Por lo general las teorías más utilizadas en el sistema de las Mesas vibratorias son la teoría de control moderno, la teoría de control clásico y en los últimos años se ha investigado el control digital, estos tipos de control pueden ser en 2 tipos de configuración, lazo abierto (no realimentado) y en lazo cerrado (realimentado) y estos se distinguen por la capacidad que tienen de responder a diferentes perturbaciones del sistema.

### ***Método y Metodología***

El procedimiento para llevar a cabo la propuesta de diseño de una mesa simuladora sísmica es:

- **Definición del Problema:** Describir el propósito de la mesa simuladora sísmica y su importancia en la investigación de eventos sísmicos, Así como enumerar los requisitos y objetivos específicos del diseño de la mesa, como la capacidad de simular diferentes tipos de terremotos, la precisión de los movimientos, la seguridad del equipo, entre otros.
- **Revisión Bibliográfica:** Investigar y resumir los trabajos previos relacionados con mesas simuladoras sísmicas, analizar las metodologías utilizadas en diseños anteriores y las lecciones aprendidas de sus implementaciones.
- **Selección de Componentes y Tecnologías:** Describir los componentes principales que se necesitarán para construir la mesa, como actuadores, sensores,

controladores, Diseño Conceptual: Presentar los conceptos iniciales para el diseño de la mesa, incluyendo esquemas, dibujos y modelos conceptuales, Explicar las consideraciones de diseño, como la capacidad de carga, la estabilidad, la resistencia a la vibración, la modularidad, entre otros.

## Resultados

De acuerdo con la aplicación de los instrumentos de la investigación los principales resultados obtenidos son los siguientes: en la tabla 1 se observa la comparación de los materiales con los cuales se puede realizar la fabricación de la mesa simuladora sísmica, con la cual se puede interpretar para saber que material es el correcto en calidad precio y sobre todo sea precisa, ya que este es el punto de esta investigación.

**Tabla 1**

*Comparación de Materiales*

<b>Criterios</b>	<b>Acero (1020)</b>	<b>Aluminio (6061)</b>	<b>Madera (Pino)</b>	<b>Polimeros Compuestos (Epoxy)</b>	<b>Hormigón (Convencional)</b>	<b>Fibra de Carbono (T700)</b>
<b>Resistencia a la tracción (MPa)</b>	350	310	40	70-130	3-5	4100-5600
<b>Durabilidad (años bajo uso estándar)</b>	30-40	20-30	10-15	20-30	50-100	15-20
<b>Costo (USD por kg)</b>	0.75	1.5	0.10	5-15	0.05	25-30

<b>Mantenimiento (costo anual, USD)</b>	Bajo (\$10-20)	Bajo (\$10-30)	Alto (\$50-100)	Bajo (\$10-30)	Muy bajo (\$5-10)	Bajo (\$10-20)
<b>Peso (kg/m<sup>3</sup>)</b>	7850	2700	500	1200-2000	2400	1750
<b>Facilidad de adquisición (disponibilidad)</b>	Alta	Alta	Alta	Media	Alta	Baja
<b>Impacto ambiental (escala de 1 a 5, donde 1 es bajo)</b>	3	3	1	4	2	3

*Nota.* Elaboración propia, Se puede observar en la tabla los elementos obtenidos en la investigación con los diferentes materiales y propiedades.

En la Tabla 2 se observa la comparación de los actuadores a partir de la relación calidad-precio, los actuadores eléctricos lineales emergen como la opción más equilibrada para una mesa simuladora de sismos. Ofrecen una alta precisión y un amplio rango de frecuencia, esenciales para simular diversos tipos de sismos con fidelidad.

**Tabla 2**

*Comparación de Actuadores*

<b>Criterios</b>	<b>Actuador Hidráulico</b>	<b>Actuador Neumático</b>	<b>Actuador Eléctrico Lineal</b>	<b>Motor de Vibración Eléctrico</b>
<b>Tipo de Actuador</b>	Hidráulico	Neumático	Eléctrico	Eléctrico
<b>Rango de Frecuencia (Hz)</b>	0.1 - 50	0.5 - 100	1 - 200	1 - 100
<b>Fuerza Máxima (kN)</b>	500 - 1000	100 - 500	10 - 100	1 - 50
<b>Precisión (mm)</b>	0.01 - 0.1	0.1 - 1.0	0.01 - 0.1	0.1 - 1.0
<b>Costo (USD)</b>	5000 - 20000	1000 - 5000	1000 - 10000	100 - 1000
<b>Tamaño (L x W x H, mm)</b>	1000 x 500 x 300	500 x 300 x 200	300 x 100 x 100	200 x 100 x 100
<b>Peso (kg)</b>	100 - 500	50 - 200	10 - 50	1 - 20

*Nota.* Elaboración propia, Se puede observar en la tabla los elementos obtenidos en la investigación con los diferentes actuadores, así como sus propiedades.

Aunque su fuerza máxima es menor en comparación con los actuadores hidráulicos, es suficiente para muchas aplicaciones. Además, su tamaño compacto y costo intermedio los hacen accesibles y prácticos para proyectos que buscan una solución eficiente sin comprometer la calidad de las simulaciones. Por estas razones, se recomienda la implementación de actuadores eléctricos lineales para la mesa simuladora de sismos.

## Conclusiones y discusión

A lo largo del estudio, se han evaluado diversos actuadores y materiales de construcción, para identificar las opciones más adecuadas que cumplan con los requisitos del proyecto, El análisis comparativo realizado en este estudio revela que los actuadores eléctricos lineales son la opción más balanceada en términos de precisión, rango de frecuencia y costo, lo que supera a los actuadores hidráulicos, neumáticos y motores de vibración eléctricos en varias categorías críticas para el diseño de una mesa vibratoria eficiente y precisa.

En cuanto a los materiales, la combinación de aleaciones de aluminio y acero se destacó como la mejor opción debido a su excelente relación entre peso y resistencia, lo que facilita la construcción de una mesa robusta pero manejable. Esta combinación supera en durabilidad y rigidez a los sistemas construidos exclusivamente con aluminio, y ofrece una mayor ligereza y resistencia a la fatiga que los materiales compuestos o únicamente de acero.

La implementación de estos componentes en el diseño de una nueva mesa vibratoria promete una significativa mejora en la capacidad de simulación de movimientos sísmicos. Sin embargo, algunos desafíos persisten, como la necesidad de un equilibrio entre la precisión de simulación y la escalabilidad del diseño para aplicaciones a mayor escala.

El avance en el diseño de mesas vibratorias no solo contribuirá a una mejor comprensión de los efectos de los movimientos sísmicos en diversas estructuras, sino que también tiene el potencial de mejorar significativamente los estándares de construcción y seguridad sísmica. La información recopilada y analizada en esta investigación proporciona una base sólida para futuras mejoras tecnológicas y metodológicas, esto fomenta una aproximación más precisa y eficiente en la ingeniería sísmica.

La elección de una mesa construida con aleaciones de aluminio y acero, combinada con actuadores eléctricos lineales, se destaca como la mejor opción para este diseño. Esta combinación no solo mejora la durabilidad y manejabilidad de la mesa, sino que también proporciona una precisión y un rango de frecuencia superiores que son cruciales para la simulación de sismos detallada y precisa.

Comparado con las mesas actualmente disponibles en el mercado, este diseño propuesto ofrece varias ventajas. La precisión de los actuadores eléctricos lineales y la durabilidad de los materiales seleccionados garantizan una superioridad en términos de eficiencia y fidelidad en las simulaciones. Además, el costo intermedio de los actuadores eléctricos lineales hace que este diseño sea más accesible y sostenible a largo plazo en comparación con las opciones más costosas y de mantenimiento intensivo como los actuadores hidráulicos.

El diseño propuesto no solo cumple con el objetivo general de mejorar la eficiencia y precisión de las simulaciones sísmicas, sino que también establece un marco para futuras innovaciones y aplicaciones en el campo. La combinación de un análisis exhaustivo de componentes y materiales, junto con una visión crítica de las limitaciones y oportunidades, proporciona una dirección clara para el desarrollo continuo en esta área vital de investigación.

## Referencias

- Barrientos, L. Á. (2021). Una revisión general acerca de las características y consecuencias de grandes sismos en México. *GEOS*, 41(2). <https://geos.cicese.mx/index.php/geos/article/view/64>
- Bernal, M., Aponte, J., & Carrillo, J. (2015). Control systems for shake tables: A critical review. *Ingeniería y Desarrollo*, 33(2), 331-355. <https://doi.org/10.14482/inde.33.2.5865>
- Carrillo, J., Bernal Ruiz, N. M., & Porras, P. (2013). Evaluación del diseño de una pequeña mesa vibratoria para ensayos en ingeniería sismo-resistente. *Scielo*, 23(1), 92-100. <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v23n1/v23n1a06.pdf>
- CENAPRED. (2016). ¿Qué es una mesa vibradora? Gobierno de México. <https://www.gob.mx/cenapred/articulos/que-es-una-mesa-vibradora-cenapred#:~:text=Una%20mesa%20vibradora%20es%20un,a%20escala%20natural%20o%20reducida>
- Coral, H. A., Ramírez, J. M., Rosero, E. E., Thomson, P., Gómez, D., & Marulanda, J. (2010). Diseño, construcción y control de un simulador sísmico uniaxial tele-operable para modelos estructurales a pequeña escala. *Ingeniería y Competitividad*, 12(2), 95-115. <https://www.redalyc.org/pdf/2913/291323528007.pdf>
- Isairias Montaña, J. A. (2020). Análisis sistemático de literatura referente al comportamiento dinámico de estructuras mediante la experimentación en mesas vibratorias a escala [Tesis de Grado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio institucional de la Universidad Cooperativa de Colombia. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/1f469e0c-75d9-4939-aae7-eaf2e1c802bo/content>
- Mi sistema solar. (2019). Tipos de sismos: según su movimiento, según su origen y más. Conozcamos los Planetas, la Luna, el Sol, y Todo el Sistema Solar. Mi sistema solar. [https://misistema-solar.com/tipos-de-sismos/?expand\\_article=1#google\\_vignette](https://misistema-solar.com/tipos-de-sismos/?expand_article=1#google_vignette)
- Sage. (s.f.). Incorporated Reasearch Institutions for Seismology. Sage. [https://www.iris.edu/hq/inclass/fact-sheet/cmo\\_trabaja\\_un\\_sismografo](https://www.iris.edu/hq/inclass/fact-sheet/cmo_trabaja_un_sismografo)
- SensorGO. (2021). Acelerómetro: Utilidad Ante el Alertamiento de Sismos. SensorGO. <https://sensorgo.mx/acelerometro/>



**UVP**

UNIVERSIDAD  
DEL VALLE DE PUEBLA

3 Sur 5759 Col. El Cerrito C.P. 72440, Puebla, Pue.

*TODO ES POSIBLE  
Deja huella.*

    | [uvp.mx](http://uvp.mx) |