

Perturbador Mecánico

Josué del Valle Hernández
Metal-mecánica
Instituto Tecnológico de León
León, México
josue.delvalle@leon.tecnm.mx

Francisco Alejandro Ramírez Díaz
Metal-mecánica
Instituto Tecnológico de León
León, México
francisco.rd@leon.tecnm.mx

Juan Mauricio Valtierra Dominguez
Metal-mecánica
Instituto Tecnológico de León
León, México
mauricio.valtierra@leon.tecnm.mx

Manuel Dávalos Valadez
Metal-mecánica
Instituto Tecnológico de León
León, México
19241030@leon.tecnm.mx

Cuauhtémoc Azael Becerra López
Metal-mecánica
Instituto Tecnológico de León
León, México
19240510@leon.tecnm.mx

RESUMEN

Este estudio consistió en el desarrollo de Ciencia aplicada mediante un perturbador mecánico, comenzando con la investigación de materiales y componentes para su construcción. Para lograr el objetivo, se utilizaron softwares de diseño asistido por computadora, donde se realizaron el prototipado y diseño final del sistema mecánico. Una vez aprobado el diseño, se emplearon herramientas de simulación para validar el comportamiento de los componentes, verificando así el correcto funcionamiento de los mecanismos. Finalmente, mediante el uso de softwares de manufactura asistida por computadora, se generaron los maquinados correspondientes para la creación de las piezas, se ensamblaron las piezas maquinadas con los componentes necesarios (motores), dando como resultado la fabricación del perturbador mecánico.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de un perturbador mecánico es un proceso clave en diversas aplicaciones científicas, industriales y tecnológicas, donde la capacidad para generar perturbaciones en sistemas mecánicos es fundamental para la realización de pruebas e investigaciones como:

Pruebas de resistencia estructural: Donde se evalúa el comportamiento de materiales y estructuras bajo cargas estáticas y dinámicas.

Análisis de vibraciones: Se estudia la respuesta de estructuras y componentes mecánicos ante excitaciones vibracionales.

Investigación de fatiga: Examen de cómo las cargas cíclicas afectan la durabilidad de materiales y componentes.

Las condiciones de carga pueden incluir variaciones de fuerza, velocidad, dirección y frecuencia, lo que permite una comprensión del comportamiento mecánico.

Durante el proyecto se investigaron trabajos relacionados con perturbaciones mecánicas y se encontró un análisis cinemático de un sistema dual de perturbaciones mecánicas, en dicho proyecto se puede variar la frecuencia del golpeo con el fin de caracterizar diversos materiales [1]. Su objetivo es generar vibraciones y comparar la fuerza de impacto, velocidad lineal y velocidad angular del sistema.

A lo largo del proyecto, se abordarán tres etapas críticas: Diseño, Simulación y Fabricación. En la fase de diseño y simulación, se conceptualiza y modela el dispositivo para satisfacer los requisitos de operación, asegurando que sea capaz de producir el movimiento necesario dentro de un rango de acción de manera eficiente y controlada. Dentro de estas etapas se considera aspectos clave como las características de los materiales, tolerancias, mecanismos y facilidad de ensamble.

Finalmente, la fase de fabricación, transforma los diseños digitales en un producto físico, aplicando diversas técnicas de manufactura, así como tolerancias geométricas y dimensionales, para la creación de piezas con precisión y calidad necesaria.

II. OBJETIVOS

Objetivo General

Fabricar un sistema mecánico con el que se puedan generar perturbaciones controladas.

Objetivos Específicos

Investigar dispositivos de perturbación existentes.

Identificar los materiales para la fabricación.

Identificar la sujeción para componentes electrónicos y de control.

Seleccionar mecanismos de movimiento.

Diseñar los componentes para su fabricación.

Obtener el producto a un costo bajo.

Construir el perturbador mecánico.

III. METODOLOGÍA

Una de las tareas más importantes al diseñar es la especificación del material que se usará para los componentes. El primer paso a considerar en el diseño es lo siguiente:

1. Las funciones que tendrá el componente.
2. La forma del componente.
3. El ambiente en el cual el componente tiene que operar.
4. El tamaño físico y peso del componente.

5. La estética esperada para cada componente y el producto completo.
6. El material del cual se tiene que hacer el componente.
7. El proceso de fabricación utilizado para producir el componente.
8. Costo del material.

Cuando se conocen los materiales posibles y se consideran las necesidades del diseño, se puede elaborar una lista más detallada de características específicas para poder determinar si los materiales propuestos son realmente los indicados. A continuación, se presentan algunas de las características más importantes que se deben de tener en cuenta a la hora de seleccionar un material [2]:

Resistencia: Se opone a la deformación o ruptura del material en presencia de fuerzas o cargas externas.

Tenacidad a la fractura: Es la capacidad de un material para absorber la energía y deformarse plásticamente sin fracturarse.

Dureza: Es la capacidad de un material para resistir la fuerza sin SUFRIR deformación, rayado, penetración o hendidura.

Fragilidad: Indica la facilidad con la que se fractura un material cuando se somete a una fuerza o carga.

Maleabilidad: La facilidad con la que un material se deforma bajo tensión de compresión en forma de lámina.

Ductilidad: Es la deformación bajo tensión de un material.

Fluencia: La tendencia del material a moverse lentamente y a deformarse permanentemente bajo la influencia de una tensión mecánica externa.

Resiliencia: Es la capacidad que posee el material de absorber la energía cuando se deforma elásticamente aplicando una tensión y libera la energía cuando se elimina la tensión.

Fatiga: Se trata del debilitamiento del material causado por la carga repetida

La fabricación de un perturbador mecánico permite la enseñanza de conceptos fundamentales como las vibraciones y perturbaciones en el ámbito educativo. Gracias a este dispositivo, es posible evaluar con precisión el comportamiento de los materiales bajo condiciones como:

Carga estática: Aplicación de fuerzas constantes para medir la deformación y resistencia de los materiales.

Carga dinámica: Aplicación de fuerzas que varían en el tiempo, como vibraciones e impactos, lo que permite estudiar la respuesta a cambios bruscos.

Carga cíclica: Cargas repetitivas, que ayudan a evaluar el comportamiento de los materiales a lo largo del tiempo.

Esto permite simular condiciones reales para medir la respuesta de los materiales en un entorno controlado, lo que facilita la toma de decisiones sobre el material más adecuado para cada aplicación, generando un ahorro significativo al reducir la necesidad de pruebas.

Para iniciar el desarrollo del proyecto, se realizó la elección del material, considerando factores como costo, disponibilidad y resistencia al impacto.

En la construcción del sistema, se optó por utilizar el mismo material en la mayoría de las piezas, por diversas razones que se enumeran a continuación:

Propiedades: Al seleccionar el mismo material para la mayor parte de piezas del sistema, las propiedades serán las similares, ya que los materiales reaccionan de manera distinta a condiciones ambientales y de trabajo.

Fabricación: Usar un solo material simplifica el proceso de fabricación, ya que las piezas se pueden realizar con el uso de las mismas herramientas y maquinaria.

Durabilidad: Al emplear un solo material, el mecanismo presentará un desgaste uniforme, ya que cada material reacciona de manera diferente a las condiciones a las que está sometido. Por lo tanto, emplear el mismo material minimizará estos problemas.

Costo. Se reduce el costo al usar un mismo material y simplifica el mantenimiento en comparación con el uso de diversos materiales.

Para el Perturbador Mecánico se eligió acrílico, ya que cumple con las necesidades mencionadas anteriormente. Es un material de bajo costo, fácil de conseguir y conocido por su resistencia al impacto y durabilidad. Sus propiedades lo hacen resistente al envejecimiento y a la exposición prolongada a rayos ultravioleta, lo cual permite que mantenga su apariencia y propiedades mecánicas con el tiempo [3].

Se diseñó y ensambló las piezas del prototipo, añadiendo una simulación de movimiento donde se midió la aceleración como se muestra en la Figura 1. El mecanismo utilizado es el “Yugo Escocés”, que convierte el movimiento rotativo de los motores en un movimiento lineal. Este mecanismo genera menos ruido y ofrece un movimiento lineal más preciso y suave que el mecanismo “Biela-Manivela-Corredora”, además con la instalación de un balero se reducen rozamientos, ver Figura 2.

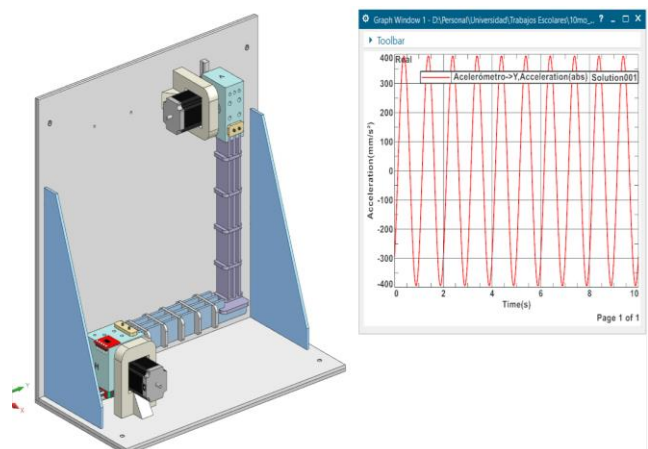


Figura 1.- Diseño del Perturbador Mecánico.

Debido a que se trabajara con vibraciones, se reforzó la estructura principal duplicando el espesor para un funcionamiento óptimo. También se realizó una simulación para verificar el funcionamiento del prototipo, en la que se incorporó el movimiento de los motores. Se observó una señal de salida sinusoidal colocando sensores de movimiento en la simulación, resultado del movimiento generado por las guías, baleros lineales y motores.

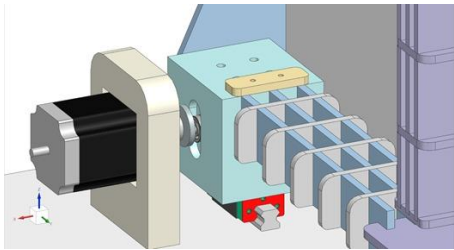


Figura 2.- Diseño CAD, Perturbador Mecánico.

Las piezas del sistema mecánico se fabricaron mediante técnicas de manufactura por CNC y manufactura aditiva (Impresión 3D), como se muestra en la Figura 3 y Figura 4 respectivamente. Para las piezas fabricadas mediante impresión 3D se utilizaron dos materiales diferentes: impresión en filamento (PLA) [5] e impresión en resina, con material fotosensible (ABS) como se muestra en la Figura 5.



Figura 3.- Piezas fabricadas mediante corte por CNC.

Las piezas impresas en filamento se destinaron a componentes que no estarán en contacto directo con vibraciones o impactos y que no necesita tolerancias tan estrechas. Por otro lado, las piezas fabricadas en resina, al ser más resistentes y con tolerancias estrechas, se emplearon en las zonas que requieren mayor durabilidad y resistencia mecánica, debido a su exposición directa a fuerzas y movimientos más intensos. También cabe destacar el uso de tornillería de cuerda fina para evitar el deslizamiento de los mismos.

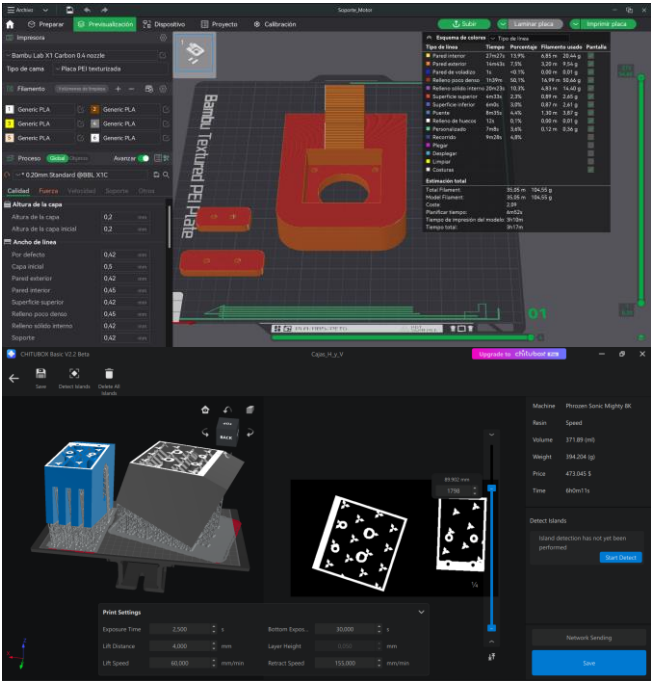


Figura 4.- Piezas fabricadas mediante manufactura aditiva.

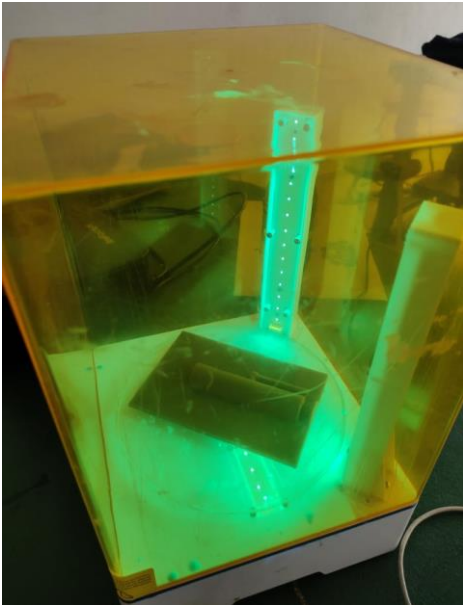


Figura 5.- Curado de las piezas impresas en resina.

IV. RESULTADOS

Antes de comenzar la fabricación, se hizo un análisis de interferencia para identificar elementos con contacto en el diseño. Adicionalmente, se realizó una simulación del sistema, esto tiene como beneficio lo siguiente [4]:

Reducción de costos: Identificar y prevenir errores, así como la realizar ajustes rápidamente.

Mejora en la calidad: Facilitar un análisis detallado del proceso.

Seguridad: Reducir posibles riesgos antes de la implementación.

Optimización del proceso: Evaluar el proceso en distintos escenarios y analizar el impacto de estrategias aplicadas.

Algunos de los resultados se muestran en la Figura 6 y la Figura 7, donde se observa una salida sinusoidal que representa el movimiento horizontal y vertical de las correderas, correspondientes a los desplazamientos en X y Z.

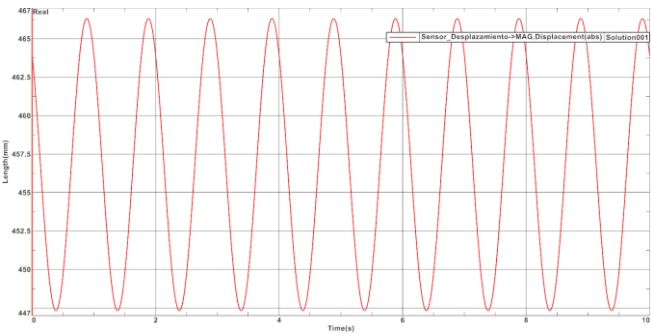


Figura 6.- Gráfica del desplazamiento horizontal.

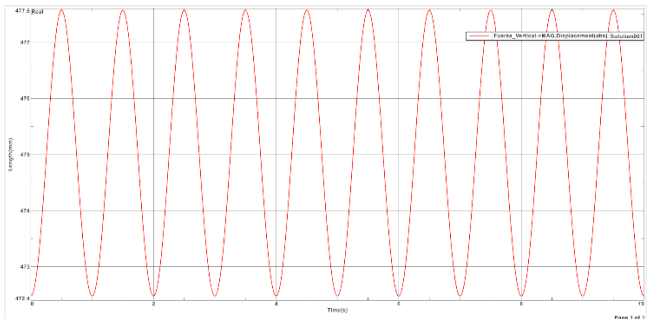


Figura 7.- Gráfica del desplazamiento vertical.

Gracias al análisis de interferencia, mostrado en la Figura 8, y a la simulación, se pudieron realizar correcciones en el diseño, lo que contribuyó a la reducción de costos. Finalmente, al validar el funcionamiento correcto del sistema, mediante software se procedió con la fabricación. El resultado final se muestra en la Figura 9.

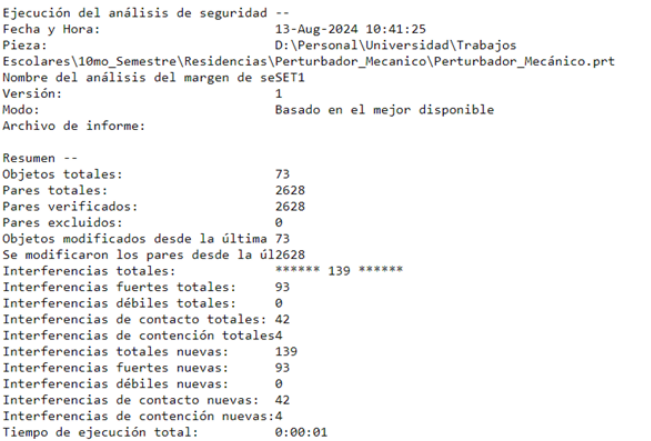


Figura 8.- Análisis de interferencia.

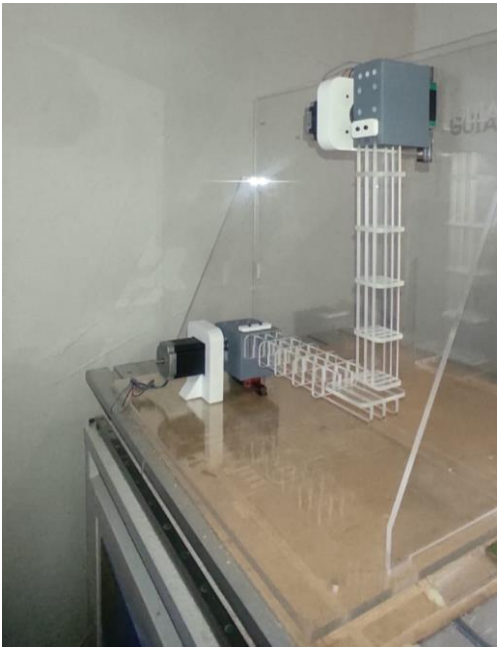


Figura 9.-Perturbador Mecánico

CONCLUSIÓN

El desarrollo de un perturbador mecánico requiere la integración de conocimientos en diversas áreas. El proceso comienza con la definición de los requisitos, considerando factores clave como durabilidad, eficiencia y precisión. Durante el desarrollo, se enfrentaron diversos desafíos que se resolvieron mediante el uso de herramientas de modelado 3D. Estas permitieron crear representaciones y simulaciones digitales que facilitaron la visualización del sistema y su comportamiento bajo diferentes condiciones de operación, lo que ayudó a identificar fallos antes de su implementación final.

La integración de procesos de manufactura como el maquinado CNC junto con tecnologías emergentes como lo es la impresión 3D (manufactura aditiva), posibilitó la creación de piezas con alta precisión y calidad, reduciendo tanto tiempos como costos. Gracias a la manufactura aditiva, es posible fabricar piezas específicas y personalizadas que son complicadas de fabricar por medio de otros procesos, como los soportes para motores o las bases de las correderas. De no contar con esta tecnología, estas piezas tendrían que ser maquinadas con materiales más costosos o, en algunos casos, requerir la creación de moldes, lo que incrementaría tanto el tiempo de producción como los costos.

REFERENCIAS

[1] Martha Leticia León Valdez, J. d.-H. (2023). Análisis cinemático de un mecanismo basado en yugo escocés de un sistema dual de perturbaciones mecánicas. *Innovación y Desarrollo Tecnológico*, 426-431.

[2] INFINITIA Industrial Consulting. (s.f). *Propiedades mecánicas*. Obtenido de INFINITIA Industrial Consulting: <https://www.infinitiaresearch.com/laboratorio-ingenieria-industrial/propiedades->

- mecanicas/#:~:text=Las%20propiedades%20mecánicas%20de%20un,y%20resistir%20fuerzas%20o%20deformaciones.
- [3] Acrilfrasa. (s.f). *EL ACRÍLICO EN LA CONSTRUCCIÓN*:. Obtenido de Acrilfrasa: <https://www.acrilfrasa.mx/Acrylic/beneficios-y-aplicaciones-acrilico.php>
- [4] ESSS. (17 de Abril de 2023). *¿Cuáles son las ventajas de utilizar la simulación en el diseño de equipos industriales?* Obtenido de ESSS: <https://www.esss.com/es/blog/proyectos-de-equipos-industriales/#:~:text=La%20simulación%20computacional%20permite%20probar,un%20proyecto%20de%20un%20equipo>.
- [5] Ultimaker. (16 de Mayo de 2017). *Ficha de datos técnicos PLA*. Obtenido de Ultimaker: <https://docs.rs-online.com/7ade/0900766b81698006.pdf>