

DISEÑO MECÁNICO DE UN SISTEMA DE BARRIDO EN Z

Peraza Arjona Omar Francisco (1), Ramírez Gómez Mauricio (2), Cano Lara Miroslava (3),
Severiano Carrillo Israel (4)

1 [Ingeniería Mecatrónica, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato] | [omarperaza95@gmail.com]

2 [Ingeniería Mecatrónica, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato] | [mauricio.ram94@gmail.com]

3 [Ingeniería Mecatrónica, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato] | [miroslava.cano@itesi.edu.mx]

4 [Ingeniería Electrónica, DICIS-Universidad de Guanajuato] | [isevecar@hotmail.com]

Resumen

En este trabajo se presenta el diseño mecánico de un sistema de barrido en Z. El sistema de Barrido Z, al ser un proceso que ha tomado gran auge en la caracterización de materiales 'ópticos no lineales', debe obtener resultados exactos y precisos. Una de las problemáticas de este proceso es que, al tener desplazamientos finos a escala micrométrica, debe de mantener una estabilidad en la plataforma. Se realizó un diseño mecánico en 3 dimensiones asistido por computadora de la plataforma de movimiento del eje Z, un análisis de esfuerzos de la plataforma para analizar la utilidad y estabilidad del sistema de barrido en Z. Finalmente, al comprobar la estabilidad del sistema se llega a la conclusión de que la investigación y el trabajo han sido bien sustentados y que el sistema está listo para la manufactura inmediata.

Abstract

This work presents the mechanical design of a Z-scan system. The Z-scan system, being a process that has highly been used in 'non-linear optical' materials characterization, must obtain accurate and precise results. One of the problems of this process is that, having displacements in micrometric scale, the stability must be maintained in the platform. We created a mechanical design of the Z-axis motion platform; also, we realized an analysis of the stress-strain of the platform to check the utility and stability of the Z-scan system. Finally, having the result of the stability of the system, we get to the conclusion that the research and the work are well supported and that the system is ready for immediate manufacturing.

Palabras Clave

Técnica Barrido Z; Óptica no lineal; Diseño mecánico; Análisis de esfuerzos.

INTRODUCCIÓN

La creación de nuevos sistemas para mejorar procesos conlleva una metodología rigurosa de construcción. Para cumplir con un sistema electromecánico de calidad se debe cubrir el estudio del diseño y análisis mecánico teniendo como objetivo analizar fallas por esfuerzos, considerando la forma en que se cargan los elementos mecánicos [1].

En la literatura existen trabajos como el de Cortés y Torres donde se realizó un sistema de barrido electromecánico por medio de una interfaz de computadora aplicándolo a un Barrido Z, dicho sistema es elaborado a base de engranes para el movimiento del barrido [2]. Jiménez diseñó y construyó un Z scan para determinar en forma automática los valores del índice de refracción y coeficiente de absorción en materiales que presentan no linealidades ópticas de tercer orden basadas en el efecto Kerr [3].

Óptica no lineal

La óptica no lineal, que se define como el estudio de fenómenos que ocurren como una consecuencia de las modificaciones de las propiedades ópticas de los medios, debido a la presencia de la luz [4]. La respuesta de los materiales está en función de la interacción de la intensidad de la luz, esto quiere decir que la luz modifica las propiedades ópticas de los materiales. En óptica no lineal, uno de los parámetros de interés en un material que presenta propiedades no lineales es el índice de refracción no lineal e índice de absorción no lineal que se manifiestan en fenómenos como el efecto Kerr o de autoenfoco (desenfoco), fotorrefractividad, generación de armónicos (segundo, tercero, cuarto, etc.) [5].

Gracias a la plataforma de barrido en Z los parámetros anteriormente descritos son obtenidos de una forma fácil y precisa; como se observa en el trabajo de Cano que obtienen las propiedades ópticas no lineales de películas delgadas orgánicas al incidir un láser de HeNe [6].

Barrido en Z

La técnica del barrido Z o Z-scan es un método para medir la magnitud y signo del índice de refracción o susceptibilidades no lineales de tercer orden en materiales ópticos no lineales y fue “desarrollada en el año 1989-1990 en los laboratorios de ONL de la Universidad Central de Florida” [3].

Según De la Cruz [7], el método consiste en realizar un barrido sobre el eje Z, moviendo una muestra alrededor de la cintura del haz gaussiano y con un detector se mide los cambios de intensidad del haz alrededor del eje óptico a campo lejano. La IMAGEN 1 muestra el arreglo experimental de la técnica de barrido en Z. Al mover la muestra en la región focal del lente (L2), las distorsiones en el frente de onda detectadas en el plano A variarán, esto debido a los cambios de irradiancia que resultan de interactuar el haz láser en el interior de la muestra, obteniendo así los valores de absorbancia y reflectancia no lineal en el detector 1 y detector 2 [6].

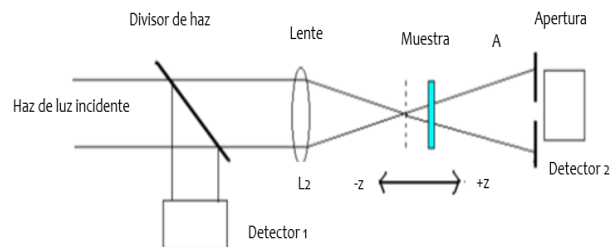


IMAGEN 1: Diagrama de montaje del Barrido en Z.

Diseño mecánico

El diseño mecánico en sistemas de control que requieren desplazamientos micrométricos ofrece un apoyo para obtener calidad y precisión en sus movimientos, gracias a los análisis de diseño que se trabajan en un CAE (Computer Aided Engineer). La ingeniería asistida por computadora ofrece ventajas para la elección de un diseño adecuado, pruebas con diversos materiales y corrección de errores en la fase de mantenimiento. Además, ofrece la opción de la reducción de costos de manufactura, debido a que, con la oportuna detección de errores, se evita

manufacturar piezas con un diseño de baja calidad o sistemas con escasa durabilidad [8].

MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño del sistema de barrido en Z se trabajó con el software SolidWorks, el cual es una solución de diseño tridimensional [9]. Si bien, se busca diseñar un sistema que cumpla con las necesidades de desplazar muestras que comprenden espesores de 40 micrómetros a 0.25 centímetros. En el sistema diseñado se emplearon materiales como aluminio 6061 en las placas y rodamientos, acero inoxidable en el tornillo y ejes lineales, y nylamid negro para la camisa, los cuales fueron necesarios para desarrollar un sistema preciso, estable y resistente.

Diseño del sistema de barrido en Z

Guía Eje Lineal en Z

El diseño de la plataforma de barrido en Z utilizó un trayecto uniforme en forma de carril guiado por dos ejes lineales [Ver IMAGEN 2a], en el cual permite a la placa desplazarse a lo largo de la trayectoria. Para ello se utilizan rodamientos lineales [Ver IMAGEN 2b], unidos a la placa transportadora, analizada más adelante.

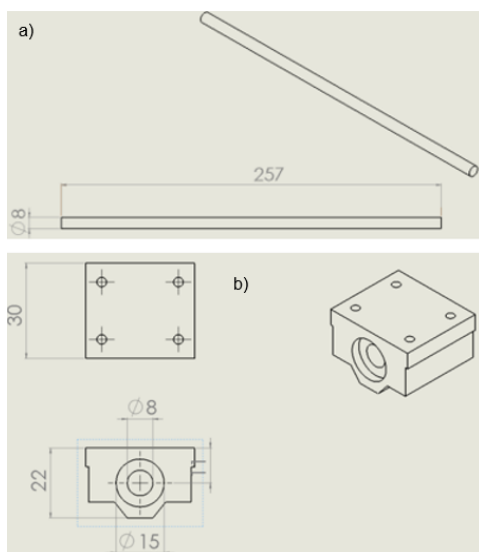


IMAGEN 2: Modelos CAD, medidas en milímetros.
a) Eje Lineal. b) Rodamiento lineal acoplado a Eje lineal.

La especificación del sistema es que la muestra a estudiar pueda desplazarse a lo largo de 21.5 cm.

Tornillo

El tornillo empleado en el diseño se denomina tornillo sin fin, ya que como su nombre lo indica la rosca que contiene dicho tornillo sigue hasta que termine la longitud del elemento [Ver IMAGEN 3].

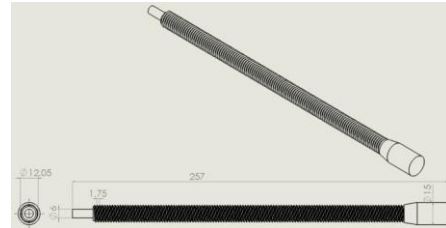


IMAGEN 3: Modelo CAD Tornillo sin fin (medidas en milímetros).

Un factor importante a considerar es la calidad de movimiento, por lo tanto, para el paso se implementó un tipo de rosca milimétrica con un paso de 1.75 mm.

Plataforma de Traslación

Para el diseño de la plataforma de traslación [Ver IMAGEN 4a] que transporta la base que soporta la muestra, esta debe contar con una camisa [Ver IMAGEN 4b], con el paso establecido en nuestro tornillo sin fin.

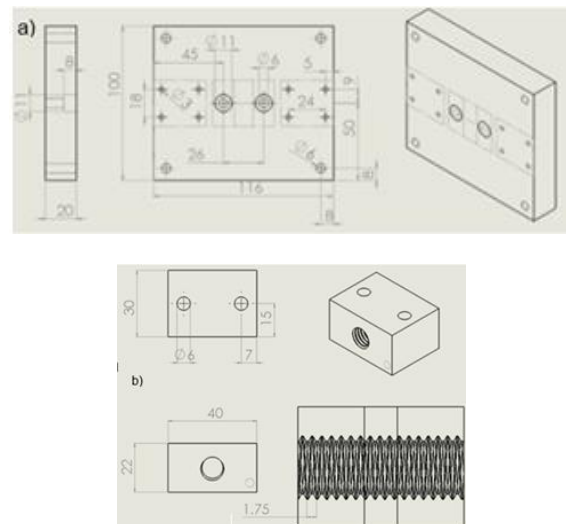


IMAGEN 4: Modelos CAD, medidas en milímetros.
a) Plataforma de Traslación. b) Camisa para la unión de Placa de Traslación con el tornillo sin fin.

Placa lineal

El diseño de la plataforma lineal cuenta con una matriz de orificios de 4x4 y con una separación de una pulgada entre orificios [Ver IMAGEN 5]. Esta separación es importante en el área de la óptica experimental ya que respeta las distancias estandar en elementos ópticos; permitiendo así el montaje de las herramientas y muestras en distintas posiciones, para facilitar el proceso de análisis de los materiales ópticos no lineales.

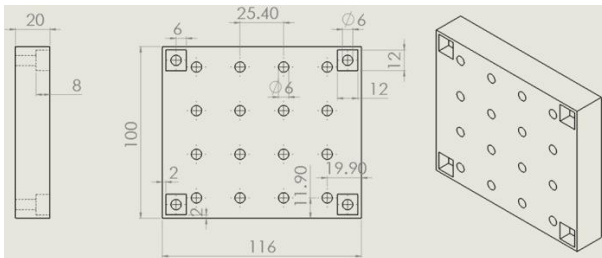


IMAGEN 5: Modelo CAD de Plataforma de Monturas (medidas en milímetros).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CAD del sistema de barrido en Z.

Al ensamblar las piezas diseñadas se tiene como resultado una plataforma para ser aplicada en un sistema de barrido en Z. El diseño presenta un actuador en el tornillo sin fin el cual realiza el desplazamiento a través del eje Z, las muestras del sistema irán montadas sobre la plataforma lineal, teniendo hasta 16 barrenos para utilizar [Ver IMAGEN 6].

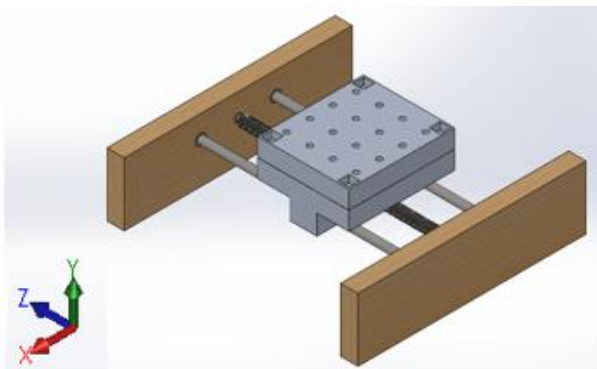


IMAGEN 6: Modelo CAD 3D de Sistema de Barrido en Z.

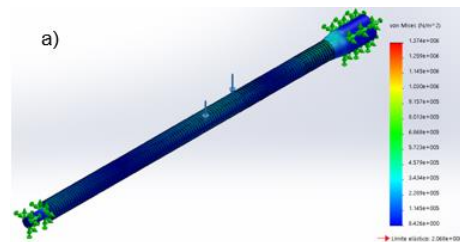
Análisis de esfuerzos estructurales

Para el análisis del sistema, se implementa una carga puntual de 2.5272 N sobre el tornillo sin fin, correspondiente al peso ejercido por las placas.

Al implementar las cargas que actuarán sobre el sistema se tienen:

- Un esfuerzo de Von Misses mínima de $8.42647 \frac{N}{m^2}$ y máxima de $1.37357e^6 \frac{N}{m^2}$ con un límite elástico de $2.068e^8 \frac{N}{m^2}$ [Ver IMAGEN 7a]
- Un desplazamiento máximo de $1.36468 \mu m$ [Ver IMAGEN 7b].
- Una deformación mínima de $3.53912e^{-11}$ y máxima de $5.7698e^{-6}$ [Ver IMAGEN 7c].
- Y un factor de seguridad de 1.5 [Ver IMAGEN 7d].

Al obtener los valores de los análisis de esfuerzos, con ayuda del software CAE, se determina que el sistema propuesto de Barrido Z cuenta con los elementos necesarios para su funcionamiento correcto. Se considera que no existirá algún fallo mecánico, esto gracias a que se obtuvo un factor de seguridad mayor a 1. El diseño presentado muestra características de fiabilidad y resistencia para las cargas que se aplicarán durante su operación. Finalmente, el sistema de barrido en Z puede ser llevado a su manufactura inmediata y con un trabajo futuro de implementar un control del sistema.



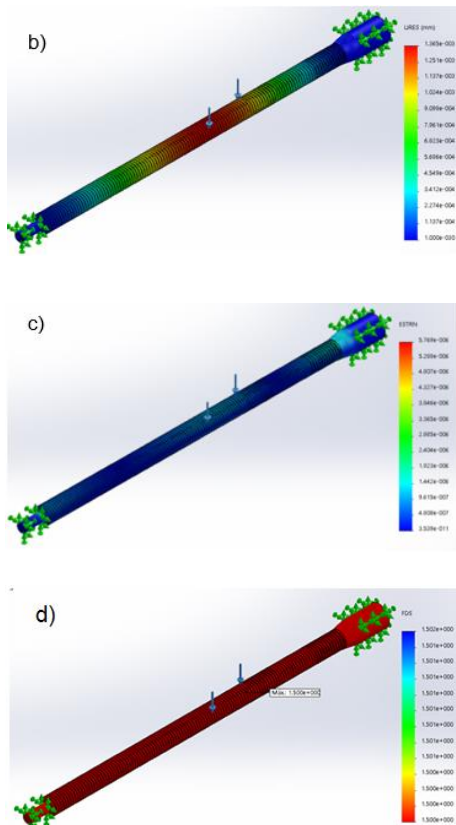


IMAGEN 7: Análisis de esfuerzos estructurales, donde la escala de color representa la escala del valor mínimo al valor máximo. a) Análisis de Esfuerzo de Von Misses b) Análisis de desplazamiento. c) Análisis de deformación. d) Análisis de factor de seguridad

CONCLUSIONES

En este trabajo se presentó el diseño mecánico de un sistema de barrido en Z, con la finalidad de analizarlo e implementar una futura manufactura. Se diseñó un tornillo sin fin con un conjunto de ejes lineales, rodamientos y camisa mecánica para la traslación de los elementos, por medio de una plataforma de traslación y otra de monturas. Buscando así estabilidad en el sistema para la manufactura y la obtención de datos correctos. Finalmente se realiza un análisis de esfuerzos estructurales para la comprobación de la fiabilidad del sistema y la resistencia del mismo para los esfuerzos que se produzcan durante su funcionamiento. Los resultados muestran que el

sistema es factible para conseguir datos fidedignos experimentalmente. El diseño aquí presentado, apoya a la manufactura que en un futuro se pretende realizar a bajo costo en comparación con los sistemas de barrido en Z comerciales.

REFERENCIAS

- [1] Reydezerl, G., Urriolagoitia-C & David, T. (2007). Aplicación y Análisis Comparativo de los Criterios de Diseño Mecánico por Resistencia a Esfuerzos, Rigidez y Modos de Vibración. Científica, vol. 11, pp. 33-40.
- [2] Cortés, L. & Torres, G. (2012). Sistema de barrido electromecánico controlado por computadora aplicado a un sistema de barrido Z-scan. Tesis de licenciatura. FIECA, UV.
- [3] Jiménez, M. (2011). Desarrollo y Construcción de un Sistema Z-Scan Automatizado. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México.
- [4] Agrawal, G. and Boyd, R. (1992). Contemporary nonlinear optics. Boston: Academic Press.
- [5] Rodríguez, A. (2008) Medición de Índice de Refracción no lineal de cristales líquidos con la técnica de Z-scan. Tesis de M. en C., Universidad Nacional Autónoma de México.
- [6] Cano, M., Severiano, I., Trejo, M. & Alvarado, E. (2017). Evolution of Diffraction and Self-diffraction Phenomena in Films of Gelite Bloom/Hibiscus Sabdariffa. Journal of Modern Optics, 64(17), pp.1793-1799.
- [7] De La Cruz, J. (2014). Estudio Experimental de Curvas Z-scan de Materiales Orgánicos. Tesis de Licenciatura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- [8] Bertoline, G., Wiebe, E., Millar, C., & Mohler, J. (1999), Dibujo en Ingeniería y Comunicación Gráfica. 2ª. Ed., McGraw-Hill, México.
- [9] Gëmez, S. (2007). Introducción a SolidWorks. S. Gëmez (Ed.), SolidWorks (pp. 17-32). España: MARCOMBO, S. A.