

## CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA CNC LÁSER CONSTRUCTION OF A CNC LASER MACHINE

Vazquez Estrada Antonio<sup>1</sup>, Diaz Trejo Kimberly<sup>1</sup>, Flores Villa Daniel<sup>1</sup>, Santillán Valdelamar María Guadalupe<sup>1</sup>, Dimas Diaz Francelin<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México / ITS del Occidente del Estado de Hidalgo. División de Ingeniería Industrial. Mixquiahuala de Juárez. Hidalgo. México. 42700. 20011183@itsoeh.edu.mx

**RESUMEN.** Las microempresas son todos aquellos negocios que tienen menos de 10 trabajadores, hoy en día son parte fundamental de la economía de México, estas ayudan a crear empleos locales y estimulan la productividad. La microempresa familiar Piñatas "LULU" ubicada en el municipio de Mixquiahuala cuenta con 5 trabajadores, se dedica a la elaboración de piñatas por mayoreo o menudeo, distribuye en las dulcerías cercanas y a clientes mayoristas dentro y fuera de la región. Se ha identificado una problemática en la que la microempresa obsequia 1 llavero de madera como calendario navideño a sus clientes mayoristas, esto se ha hecho por generaciones, el problema surge en el tiempo que se toma un trabajador asignado en hacer los llaveros debido a que son grabados a mano. El objetivo de este trabajo es construir una máquina CNC láser de bajo costo a través de materiales reciclados para la reducción de horas de trabajo en la microempresa y así continuar la producción de piñatas mientras los llaveros son grabados a láser. La metodología empleada fue de diseño mecánico a través de la cual se aplicaron solamente 8 fases las cuales son Definición del problema, Recopilación de datos, Generación de conceptos, Evaluación de conceptos, Selección del concepto, Desarrollo detallado del diseño, Análisis y verificación, Prototipado y pruebas. Se elaboró una máquina CNC láser, los materiales usados fueron: 2 motores de lectores de DVD, 1 láser de 250 mw a 5v, 1 Arduino uno, 1 controlador de motores a pasos, 1 transistor Mosfet IRFZ44N, 2 Drivers A4988, Jumpers, 6 Puentes jumpers, una base de madera de 20 cm x 20 cm, y un Programa BenBox para controlar la máquina. La prueba de funcionamiento arrojó que se graba un llavero en 10 minutos en promedio, mientras que el personal requería de 15 minutos para la elaboración de un llavero. Por lo tanto, se redujo el tiempo en 5 minutos que corresponde a la reducción del 33.33% de tiempo lo que permite mejorar la productividad de la empresa. Finalmente, el costo de la máquina se reduce en un 80% respecto a las máquinas que están en el mercado.

**Palabras clave:** Reciclaje, máquina, tiempo

**ABSTRACT.** Microenterprises are all those businesses that have less than 10 workers. Today they are a fundamental part of Mexico's economy. They help create local jobs and stimulate productivity. The Piñatas "LULU" family micro-business located in the municipality of Mixquiahuala has 5 workers, is dedicated to making piñatas wholesale or retail, distributing to nearby candy stores and to wholesale customers inside and outside the region. A problem has been identified in which the microenterprise gives 1 wooden keychain as a Christmas calendar to its wholesale clients. This has been done for generations. The problem arises in the time it takes for a worker assigned to make the keychains because they are hand engraved. The objective of this work is to build a low-cost laser CNC machine using recycled materials to save one worker and thus continue the production of piñatas while the keychains are laser engraved. The methodology used was mechanical design through which only 8 phases were applied which are Problem definition, Data collection, Concept generation, Concept evaluation, Concept selection, Detailed design development, Analysis and verification, Prototyping and tests. A laser CNC machine was made, the materials used were: 2 DVD reader motors, 1 250 mw laser at 5v, 1 Arduino uno, 1 stepper motor driver, 1 Mosfet IRFZ44N transistor, 2 A4988 Drivers, Jumpers, 6 Jumpers, a 20 cm x 20 cm wooden base, and a BenBox Program to control the machine. The operation test showed that a keychain is engraved in 10 minutes on average, while the staff required 15 minutes to make a keychain. Therefore, the time is reduced by 5 minutes, which corresponds to a 33.33% reduction in time, which improves the company's productivity. Finally, the cost of the machine is reduced by 80% compared to machines on the market.

**Key words:** Recycling, machine, time.

### INTRODUCCIÓN

Las microempresas en México son aquellas con menos de 10 trabajadores, estas representan más del 90% del sector empresarial y constituyen una fuente importante de empleo y del PIB. A pesar de esto, su progreso anual es muy bajo, ya que enfrentan problemas tanto financieros como de estructura.<sup>1</sup>

La tecnología está poniendo al alcance de las PyMEs herramientas para elevar su eficiencia y su

productividad, que les permiten competir con las grandes compañías. Las pequeñas y medianas empresas son el motor de la economía nacional al representar más del 99% de la planta productiva y generar el 72% de los empleos.<sup>2</sup>

El 21% de las empresas mexicanas están empezando un proceso de automatización, de acuerdo con un estudio global de Bizagi, empresa que le permite a las organizaciones automatizar procesos de trabajo. Ejecutivos de Everis concuerdan

en que la automatización en México puede ser benéfica para el país en cuestión de sueldos, pues cuanto más valor aporta una persona mejor pagada es, por lo que con las estrategias de automatización es probable que las compañías aumenten los salarios.<sup>3</sup>

Uno de los mayores desafíos en México es automatizar y digitalizar la administración de las Pymes para que, tan solo en un clic, desde el lugar en el que se encuentren, su director pueda contar con información útil y actualizada sobre la misma y así pueda tomar decisiones acertadas. Por esta razón, contribuir a su fortalecimiento, crecimiento y estabilidad es clave para el bienestar económico y su competitividad. En el marco de la Cuarta Revolución Industrial se hace aún más importante motivar la adopción tecnológica y el tránsito hacia la economía 4.0.<sup>4</sup>

La optimización del proceso permite una mejor identificación de los pasos secuenciales y la dependencia entre áreas al realizar las entregas. Así, cada equipo comprende sus responsabilidades y adquiere autonomía para cumplir con las tareas; el intercambio de información es continuo y la integración entre las áreas se da de forma más fluida. Además, es más fácil identificar brechas en los procesos y proponer mejoras con mayor rapidez, tratando directamente con los responsables.<sup>5</sup>

Cientos de empresas pequeñas y medianas en México realizaron importantes transformaciones para mantener sus negocios a flote, según dio a conocer un reciente estudio comisionado por Microsoft México. Según el reporte, 83% de las PyMEs mexicanas realizaron un cambio en su negocio ante el impacto de la crisis sanitaria y, dentro de estos cambios, la adopción de tecnología ha tenido un papel central.<sup>6</sup>

El grabado a láser es un proceso que vaporiza los materiales en forma de rayos para grabar marcas permanentes y profundas. El rayo láser actúa como un cincel, grabando marcas al eliminar capas de la superficie del material. El láser golpea zonas localizadas con niveles masivos de energía para generar el alto calor necesario para la vaporización.<sup>7</sup>

El primer láser CO<sub>2</sub>, desarrollado en 1964, tenía una salida de potencia de solo un milivatio. Para el año 1967, fue posible construir láseres CO<sub>2</sub> con una potencia que excedía los 1.000 vatios. La primera aplicación comercial del procesamiento de materiales mediante láser fue en mayo de 1967 cuando Peter Houldcroft de TWI (The Welding Institute) en Cambridge, Inglaterra, usó un haz láser CO<sub>2</sub> asistido por oxígeno para cortar una lámina de acero de 1 mm de espesor.<sup>8</sup>

El objetivo de este trabajo es crear una grabadora láser eficiente y precisa en base a la metodología de diseño mecánico para reducir las horas de trabajo en la microempresa "Piñatas Lulu"

## METODOLOGÍA

La metodología de diseño mecánico consta de las siguientes fases:<sup>9</sup>

**Definición del problema:** En esta fase se identificó el problema inicial el cual fue el tiempo que tarda un trabajador en la microempresa en hacer un llavero para el cual se buscó la idea de la creación de una CNC láser pequeña y de funcionamiento continuo y que además fuera de muy bajo costo.

**Recopilación, Generación y Evaluación de conceptos:** Se comenzó con la idea de que fuera pequeña, y utilizar motores a pasos extraídos de lectores de DVD reciclados, ya que de esta manera resultaría más económico ya que uno de los objetivos es que fuera barato y accesible, así como se investigó los tipos de láser y se buscó uno económico pero que tuviera la potencia de quemar.

Como equipo se crearon ideas del tamaño de la máquina, en el cual al final se consideró el tamaño de la madera a grabar y también el tamaño de los motores a pasos ya que los usaríamos con todo y la base donde vienen por defecto.

**Evaluación de conceptos:** Se evalúan y comparan los conceptos de diseño generados en términos de su capacidad para cumplir con los criterios de rendimiento y las restricciones establecidas. Esto puede incluir análisis de resistencia, análisis de costos, análisis de manufacturabilidad y otras consideraciones.

**Selección del concepto:** Al final se consideró el tamaño de la madera a grabar y también el tamaño de los motores a pasos ya que los usaríamos con todo y la base donde vienen por defecto así que se quedó que la máquina tendría una dimensión de 20x20 cm de largo y de ancho, así como investigamos los materiales más económicos que podríamos usar pero que a su vez tuvieran la resistencia para el trabajo a crear.

**Desarrollo detallado del diseño:** La máquina final CNC láser no cuenta con algún plano ya que su elaboración fue de acuerdo con la base que teníamos en casa y de esta manera se fueron acoplando los materiales.

Para obtener un resultado probable en la máquina CNC láser se hicieron las conexiones correspondientes para el funcionamiento como se muestra en la figura 1.

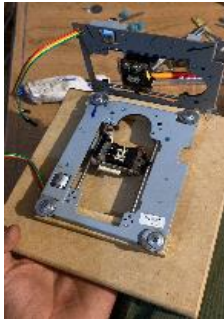


Figura 1. Ensamble de componentes y conexiones

Se realizaron 2 pruebas al equipo. La primera en papel color negro como se muestra en la figura 2 ya que el color negro absorbe mejor la luz.

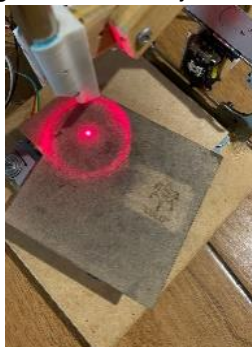


Figura 2. Prueba hoja negra

La segunda fue en madera MDF como se observa en la figura 3.

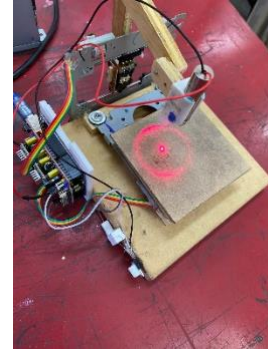


Figura 3. Prueba madera MDF

**Análisis y verificación:** Se llevó a cabo una investigación y análisis de los materiales que podríamos utilizar y que fueran de bajo costo, por lo que encontramos utilizar:

- 2 motores de lectores de DVD
- 1 láser de 250 mw a 5v
- 1 Arduino uno
- 1 controlador de motores a pasos
- 1 transistor Mosfet IRFZ44N
- 2 Drivers A4988
- 6 Puentes jumpers
- Una base de madera de 20 cm x 20 cm
- Programa BenBox para controlar la máquina

**Prototipado y pruebas:** Se construyó primeramente un prototipo en 3D de las piezas donde irían ensamblados los componentes, en el cual las medidas del diseño al momento de imprimirse no fueron las correctas y falló en el funcionamiento, así que se optó por hacer uno menos detallado en el cual se utilizara la base de los motores a pasos para su correcto funcionamiento (ver figura 4).



Figura 4. Prototipo final

## RESULTADOS

En la figura 5 se presenta el diseño de la imagen programada para el funcionamiento de la máquina grabadora láser.

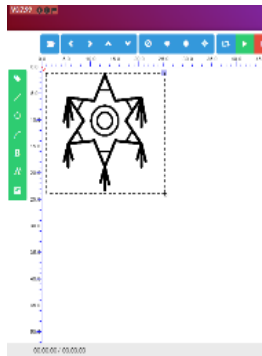


Figura 5. Programación de imagen

Finalmente se hizo una comparación del tiempo que se tarda un trabajador en grabar un llavero a mano y el tiempo que tarda la máquina al laser mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1. Comparación de tiempos Hombre-Máquina

| No. de llaveros | Máquina | Trabajador designado | Porcentaje de tiempo reducido |
|-----------------|---------|----------------------|-------------------------------|
| 1               | 10min   | 15min                | 33%                           |
| 3               | 30min   | 45min                | 33%                           |
| 5               | 50 min  | 1.05hrs              | 33%                           |

## DISCUSIÓN

Theodore Maiman construye el primer prototipo de trabajo de un láser en Hughes Research Laboratories en Malibu, California. Este láser usa rubí sintético como medio activo y emite un haz de luz de color rojo profundo con una longitud de onda de 694,3 nm.<sup>10</sup>

En comparación con el autor Theodore Maiman es similar al prototipo realizado en este trabajo ya que ambos usan un láser para el grabado sin embargo es muy diferente ya que el láser usado en este proyecto emite una longitud de onda más amplia que el del autor Theodore Maiman, siendo el láser más eficaz al momento de grabar en los distintos materiales, a su vez el precio es significativamente más caro, de igual forma el tiempo de grabado de su prototipo es mayor a comparación del que se usó en este trabajo.

## CONCLUSIONES

Una vez concluido el prototipo, se puso a prueba para ver si se logró el objetivo del proyecto, las pruebas arrojaron datos positivos ya que se redujo el tiempo de grabado un 33.33% siendo más rápido que el grabado a mano por parte del trabajador.

Aumentando de esta manera la producción de piñatas dentro de la microempresa y así teniendo mayor ingreso.

A su vez la máquina tiene muchas ventajas como su fácil traslado, tiene un costo significativamente más barato que otras en el mercado y se puede grabar en distintos tipos de madera como triplay y MDF, siendo una máquina excelente para su fácil transporte.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la microempresa “Piñatas Lulu” por abrirnos las puertas de su establecimiento para el desarrollo de este proyecto.

## REFERENCIAS

- Narváez, R. A., & Gonzaga, E. A. (2020). Use of delivery service apps in newly created gastronomic microenterprises in Mexico City. *Administración Y Organizaciones*. <https://doi.org/10.24275/uam/xoc/dcsh/rayo/2020v23n4/arellano>
- México, G. (2018, November 6). Beneficio de la tecnología para el crecimiento de PyMEs. *blog.gs1mexico.org*. <https://blog.gs1mexico.org/el-beneficio-de-la-tecnologia-para-pymes#:~:text=La%20tecnolog%C3%ADa%20est%C3%A1%20poniendo%20al,el%2072%25>
- Leyva, X. (2019, October 9). *Automatizar empresas en México beneficia al bolsillo de los mexicanos*. Expansión. <https://expansion.mx/tecnologia/2019/10/09/automatiza-r-empresas-en-mexico-beneficia-al-bolsillo-de-los-mexicanos#:~:text=Ejecutivos%20de%20Everis%20con cuerdan%20en,las%20compa%C3%B1%C3%ADas%20aumenten%20los%20salarios>
- EconomíaHoy.Mx. (2020, October 31). Historias de terror que viven las Pymes en México. *elEconomista.es*. <https://www.eleconomista.es/empresas-eAm-mexico/noticias/10860956/10/20/Historias-de-terror-que-viven-las-Pymes-en-Mexico.html>
- Zambelli, R. (2020, November 25). *Blog | Checklist Fácil*. Blog | Checklist Fácil. <https://blog-es.checklistfacil.com/optimizacion-de-procesos/>
- Osoreo, M. (2021). *PyMEs mexicanas cambiaron su negocio con tecnología por la pandemia*. ComputerWeekly.es; TechTarget. <https://www.computerweekly.com/es/noticias/25249928/9/PyMEs-mexicanas-cambiaron-su-negocio-con-tecnologia-por-la-pandemia>

7. Laserax. (2021, November 10). *¿Cómo Funciona el Grabado Por Láser?* Laserax. <https://www.laserax.com/es/blog/como-funciona-el-grabado-laser>
8. Correa. (2018). *Historia de la tecnología láser | Procesamiento de materiales mediante láser es-us.* (2023). Ulsinc.com.
9. Mott, R. L., Salas, R. N., Flores, M. A. R., & Martínez, E. B. (2009). *Resistencia de materiales* (Vol. 5). Pearson Educación.
10. Anónimo (2023). *Aprender. Los fundamentos de la tecnología láser.* Universal Laser Systems. Recuperado el 13 de septiembre de 2023 desde: <https://www.ulsinc.com/es/conocer/historia-del-laser>