

DESARROLLO DE PROTOTIPO ESTANDARIZADO EN CÓDIGO ABIERTO PARA MARCA Y CORTE DE MATERIALES MEDIANTE TECNOLOGÍA LÁSER

*DEVELOPMENT OF STANDARIZED OPEN SOURCE PROTOTYPE
FOR BRAND AND CUTTING OF MATERIALS USING LASER
TECHNOLOGY*

José Refugio Villaseñor Salvatierra

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán, México
joseref@msn.com

Ramón Chávez Bracamontes

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán, México
rachavez@itcg.edu.mx

Humberto Bracamontes del Toro

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán, México
hbdeltoro@gmail.com

Recepción: 16/septiembre/2019

Aceptación: 1/noviembre/2019

Resumen

En este trabajo se presenta un prototipo estandarizado en código abierto para marca y corte de materiales con tecnología láser. Se propone el uso de software libre para actividades de preparación, procesamiento, conversión código G, y control CNC de posicionamiento XYZ, ejecutado por motores a pasos M17, comunicado por interfaz hombre-máquina desde una laptop a tarjetas electrónicas. Puede ser operado manualmente o en automático, el corte y marca de materiales es ejecutado por láser, Con potencia variable que se controla entre 0 a 5.5 W mediante frecuencia de control 0-50 kHz para actividad de marca o corte según el material. Orientado a la enseñanza de alumnos en ingeniería y maestría del Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán (ITCG), escalable a uso industrial por aplicación de alta potencia de láser en corte y grabado, para aplicaciones de corte y marca de metal, como acero inoxidable.

Palabras clave: *Código abierto, CNC, Láser.*

Abstract

This paper presents a standardized open source prototype for brand and cutting of materials with LASER technology. The use of free software is proposed for preparation, processing, G code conversion, and XYZ CNC positioning control, executed by M17 stepper motors, communicated by man-machine interface from a laptop to electronic cards. It can be operated manually or automatically, the cutting and marking of materials is executed by LASER, with variable power that is controlled between 0 to 5.5 W by control frequency 0-50 kHz for marking or cutting activity according to the material. Oriented to the teaching of students in engineering and masters of the Technological Institute of Ciudad Guzmán (ITCG), scalable to industrial use by application of high power of LASER in cutting and engraving, for applications of cutting and marking of metal, such as stainless steel.

Keywords: CNC, Open Source, LASER

1. Introducción

En la actualidad, la pequeña y mediana industria nacional a través de los diferentes procesos industriales de transformación de materias primas, demandan en nuestras comunidades el uso y aplicación de tecnologías existentes que por su alto costo se hacen no accesibles para las mismas con la consecuencia de incremento en sus costos de producción. Como parte de la maestría de Electrónica del ITCG y de la preocupación de nuestra institución de reflejar los avances tecnológicos en la formación de estudiantes de ingeniería y maestría, se trabaja en la creación de este prototipo que mediante la tecnología láser permita desarrollar nuevas aplicaciones de estudio en electrónica e instrumentación de nuestra institución.

En México existen empresas distribuidoras y fabricantes de equipo de alta tecnología como SIDECO, MITSUBISHI ELECTRIC entre otras, y por supuesto con un costo elevado, pero la información general de la operación de este tipo de equipos, como de la tecnología en nuestro caso láser nos permite interactuar y desarrollar un equipo que en nuestras posibilidades se adapte a nuestras necesidades como las de nuestra industria.

Con ello aprovechamos la capacidad creativa de nuestros estudiantes y los conocimientos técnico-científicos de nuestra institución a través de sus profesores de ingeniería y maestría.

Con la intención de dar una solución a estas necesidades se ha desarrollado, un prototipo didáctico para corte y marcado de materiales en código abierto, que sigue un proceso de mejora continua, que sea adaptable y escalable a cualquier tipo de industria Nacional y/o extranjera.

2. Método

En los años sesenta, se inició la carrera por la fabricación de sistemas que pudieran generar un haz de luz tan poderoso como para poder grabar e incluso cortar diversos materiales [Reinhard 2016]. El primer láser, construido en 1960, usó un rubí, y unos meses más tarde se reportó una láser que usaba una mezcla de helio y neón como el medio activo para producir un rayo continuo en lugar de una serie de pulsos. En 1964, C. Kumar N. Patel, inventó el primer láser infrarrojo generado por CO₂, con tubos de más de 2 m. [William M 1991] Con el paso del tiempo se ha ido desarrollando cada vez más su enorme capacidad de usos, aunque podemos decir que la principal función de estos equipos es obtener el mayor número de piezas terminadas con la menor cantidad de procesos para su fabricación.

Actualmente, podemos decir que el sistema de control más utilizado para la automatización de procesos de corte y marcado es un mecanismo de control numérico [L. Bachs 1988]. Esto significa que convierte a la cortadora en una máquina que puede “leer” coordenadas y también puede seguirlas, reemplazando las palancas y manijas que solían utilizarse en las cortadoras convencionales, con el beneficio de asegurar la homogenización y un nivel de calidad incomparable.

Un láser (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*), Amplificación de Luz por Emisión Estimulada de Radiación. El primer láser de estado sólido fue construido en 1962 con arseniuro de galio que podía producir una luz sorprendentemente intensa.

La primera máquina cortadora de láser vio la luz en 1965 y su principal función fue la de realizar perforaciones circulares en los diamantes. El dispositivo fue

desarrollado por la Western Electric Engineering Research. [Edgar G. 2003]. Utiliza la radiación procedente de la fuente, calienta la pieza, hasta alcanzar la temperatura de fusión y una corriente de gas a presión arrastra el material fundido. La zona afectada térmicamente es muy limitada, evitando la aparición de distorsiones en el corte, aun en piezas de contornos muy complejos. La luz láser utilizada puede variar su potencia de radiación entre 0.4 a 10 kW, consiguiendo realizar cortes en piezas de espesores desde 0.5 a 25 mm o más, con tolerancias entre +/- 0.05 y +/- 0.1 mm.

Grabado láser

En la batalla inicial, se iniciaron los códigos de barras, estos generados a partir de una serie de barras paralelas estableciendo un lenguaje con los espesores de cada barra. Para generar estos códigos, era necesario imprimirlos en papel auto adherible para después pegarlos en los productos [Reinhard, 2016]. ¿Qué pasa con los artículos que no tienen espacio suficiente? ¿Qué pasa con los todos los productos que están sujetos a una carga de trabajo que impide adherir estampas? La complejidad de esta situación llevó a los especialistas a desarrollar un sistema que pudiera quedar grabado a la pieza, sin afectar la composición o balance de la misma. La solución llegó con el cambio de siglo, un invento novedoso que abatió cualquier sistema de grabado para metales: el grabado láser. Se basa en un sistema galvanométrico, acelerando el proceso de grabado a tiempos inimaginables, desbastando alrededor de una micra por pasada, es prácticamente imperceptible, [Juan Tur terrasa, 1987] pero a la vista, es completamente legible.

Láser de CO₂

Este sirve para grabar superficies no metálicas, y puede ofrecer un excelente acabado en materiales como vidrio, piedra, granito, tela, madera, acrílico, cualquier aglomerado de madera, casi cualquier plástico, etc.

Láser de fibra óptica

Este graba prácticamente los mismos materiales que el anterior. La diferencia radica en la manera en que se genera el láser, y el mantenimiento que requiere.

Ofrece un grabado más veloz, más preciso, y 100% libre de mantenimiento. El grabado láser llegó para quedarse, pues ofrece una solución que ningún otro proceso ofrece. Además, permite grabar diseños por motivos estéticos.

Sistemas de código abierto

Código abierto (open source), término con el que se conoce al software distribuido y desarrollado libremente. Se trata de un código fuente publicado bajo una licencia que permite el uso, modificación o redistribución de forma libre. Una de sus particularidades y que gusta es la inexistencia de una fuerte inversión de capital, ya que no exige un gasto en la adquisición de licencias.

El sistema de código abierto disminuye las barreras de la innovación, por lo que cualquier usuario puede compartir su idea, abriendo puertas a cualquier persona que tenga conocimiento y la habilidad necesaria para hacerlo de forma remota.

Su uso nació por primera vez en 1998 de la mano de algunos usuarios de la comunidad del Software libre, lo cual implica, para el caso, software que podemos leer, modificar y redistribuir gratuitamente.

Open Source CNC

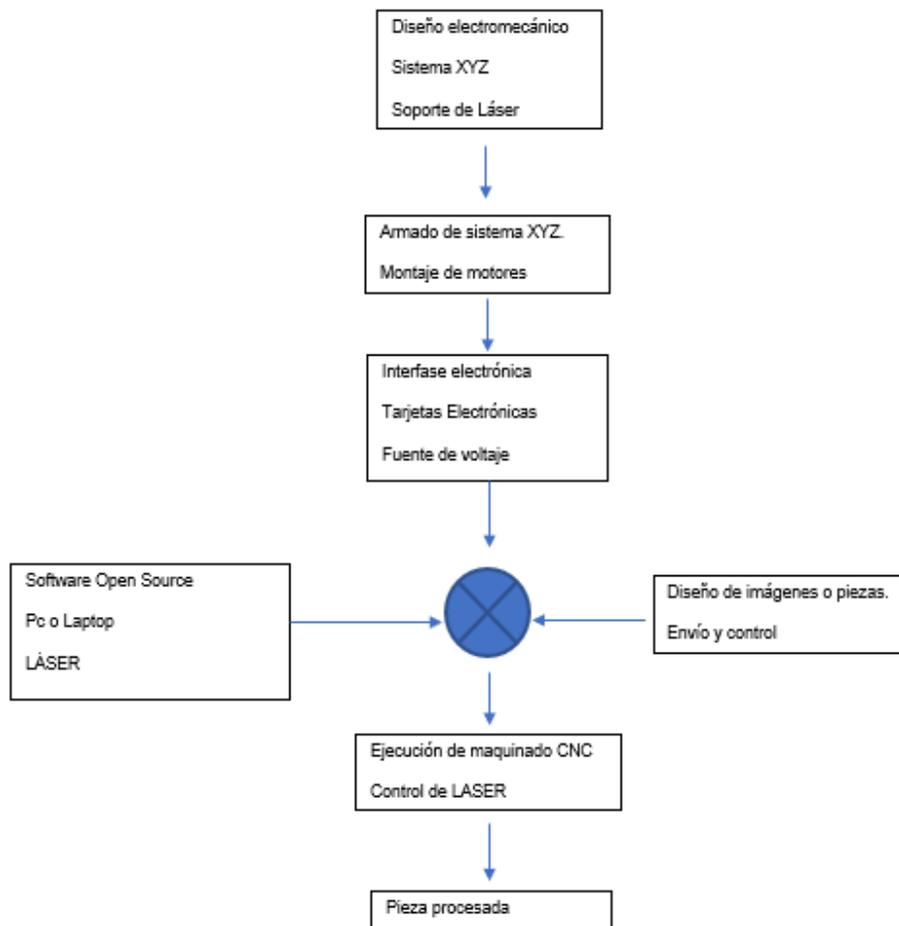
En la actualidad existe software de uso libre desarrollado para aplicaciones de CNC, cuya función es garantizar un control confiable de movimiento, este software cubre ampliamente aplicaciones específicas en la industria de transformación, entre ellas las requeridas por el Control Numérico durante un procedimiento de maquinado.

Durante el proceso de control de una actividad de maquinado, se hace necesaria la intervención de una Interfase Hombre-Máquina o HMI. Cuya función es soportar al usuario a transformar una imagen (pieza a ser procesada) en un código tal que nuestra herramienta pueda ejecutar y reproducir con alta precisión.

Objetivo del proyecto

Desarrollar un prototipo estandarizado en código abierto para corte y marca de materiales con tecnología láser, que será implementado mediante un sistema

cartesiano XYZ como elemento electromecánico y será controlado por software CNC de código abierto y una interfaz hombre-máquina (HMI) mediante una computadora, que nos permita marcar y cortar materiales suaves, como papel bond, cartulina, madera suave entre 1 y 6 mm, MDF 3 a 6 mm, mediante un dispositivo laser de baja potencia 5.5 W, capaz de reproducir el marcado y corte de parte en diferentes escalas con una precisión de ± 0.050 mm, para un área de trabajo de 250 x 200 mm escalable a un área de 700 x 600 mm. La figura 1 muestra un diagrama de flujo que nos indica los diferentes bloques que implementarán su construcción.



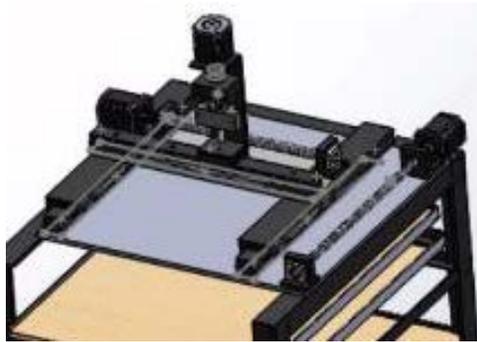
Fuente: Elaboración propia.

Figura 1 Diagrama de flujo.

Sistema electromecánico

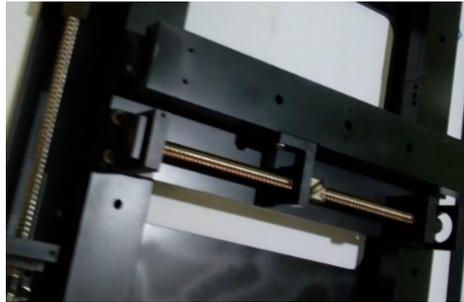
El sistema electromecánico (figura 2), está conformado por una placa base de soporte a dos ejes paralelos que determinan el eje Y, unidos en su parte superior

por una placa horizontal y perpendicular al eje Y para soportar el eje X, finalmente perpendicular al plano XY tenemos el eje Z. Todos ellos son movidos a través de un conjunto electromecánico formado por un tornillo que acciona el desplazamiento de la guía correspondiente a su eje mediante un acoplamiento entre el tornillo y un costado del soporte del eje. Los ejes cartesianos son deslizados por rodamientos esféricos en línea recta para los ejes X y Y, figura 3.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2 Diseño propuesto.

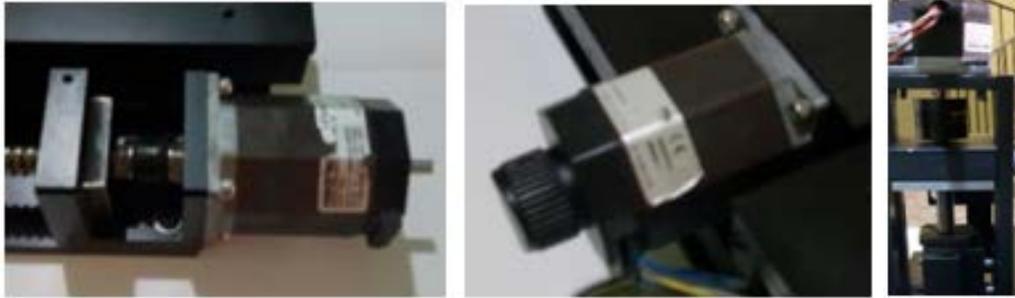


Fuente: Elaboración propia.

Figura 3 Ejes cartesianos.

En el eje Z se tiene un herramental de montaje que se monta en el tornillo de desplazamiento y una guía que mantiene su posición.

La transferencia de movimiento por tornillo sinfín garantiza, tener un deslizamiento fino, preciso y garantiza la limpieza en su operación. Cada eje es accionado por un motor de paso M17 a 24 V cd 3 A, con un paso de 1.8 grados y puede alcanzar una velocidad de 1500 rpm, figura 4. Se acopla al tornillo de desplazamiento mediante un acople corrido reforzado para el eje X y Y, y metálico para el eje Z.

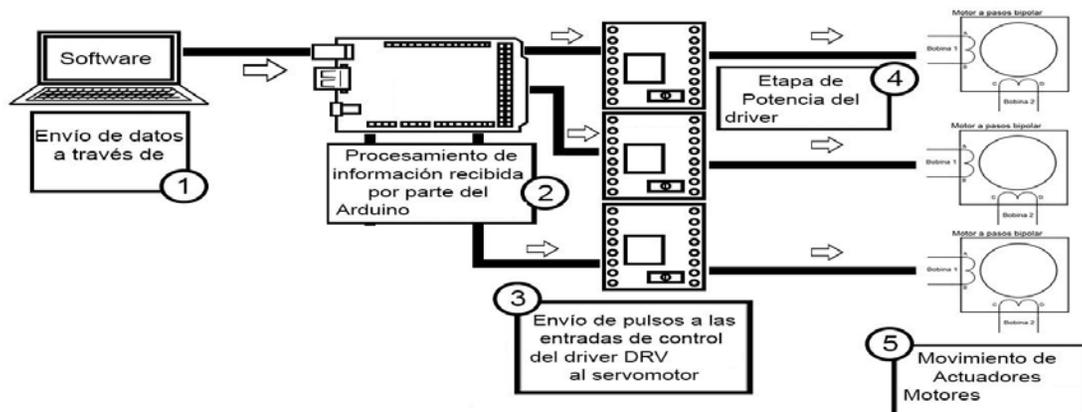


Fuente: Elaboración propia.

Figura 4 Acoplamiento de Motores a paso, ejes X, Y y Z.

Interfase mecatrónica

Cuando se habla de una interfase nos referimos a los elementos o dispositivos que adaptan una señal a otra y permiten la comunicación entre ellos para la realización de un trabajo determinado, en este proceso la interfase mecatrónica (figura 5) es la responsable de comunicar a la computadora mediante su software de diseño al software de control, el software de control se comunica con el hardware mediante la interpretación de señales electrónicas y las señales emitidas son de control. Los elementos a los que llegan esas señales son de potencia, como son los motores a paso y el dispositivo láser, quienes realizan la acción designada desde el diseño por el software correspondiente.



Fuente: Elaboración propia.

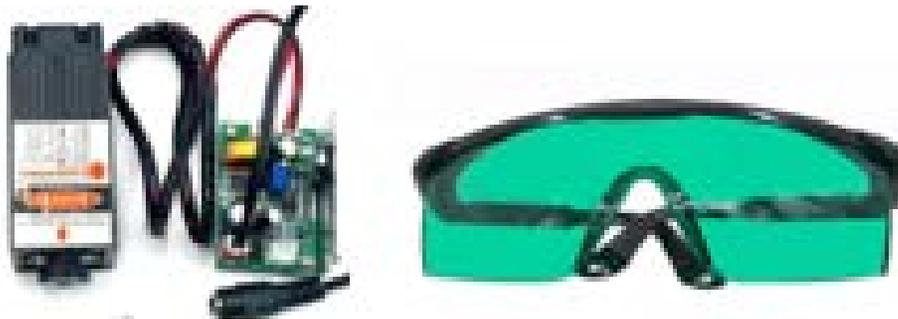
Figura 5 Interfaz mecatrónica.

La interfase se conforma por un laptop, dos tarjetas electrónicas (Arduino uno, CNC shield) tres motores a pasos, el dispositivo láser. Todos estos elementos se

comunican entre sí para hacer una función determinada por el usuario. El usuario interviene en el sistema desde el momento de creación de una imagen que se convertirá en la pieza a ser procesada, obtiene el código G de la imagen, ejecuta la indicación de transferencia de datos a las tarjetas electrónicas, alimenta de potencia eléctrica a motores y dispositivo láser para finalmente colocar el material según requiera la ejecución física de la pieza corte y/o marcado de la parte a ser procesada, y emitir desde la pantalla la señal de arranque del equipo teniendo en todo momento control de encendido, apagado, posicionamiento, pausa, paro del dispositivo láser.

Dispositivo láser

El equipo de prueba es, en baja potencia de láser 5.5 W y una longitud de onda de 450 nm, figura 6. Se compone por un resonador de LED láser dentro de un dispositivo de enfriamiento de aluminio, es enfriado por aire y se alimenta de 12 volts Cd 500 mA.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6 Dispositivo láser.

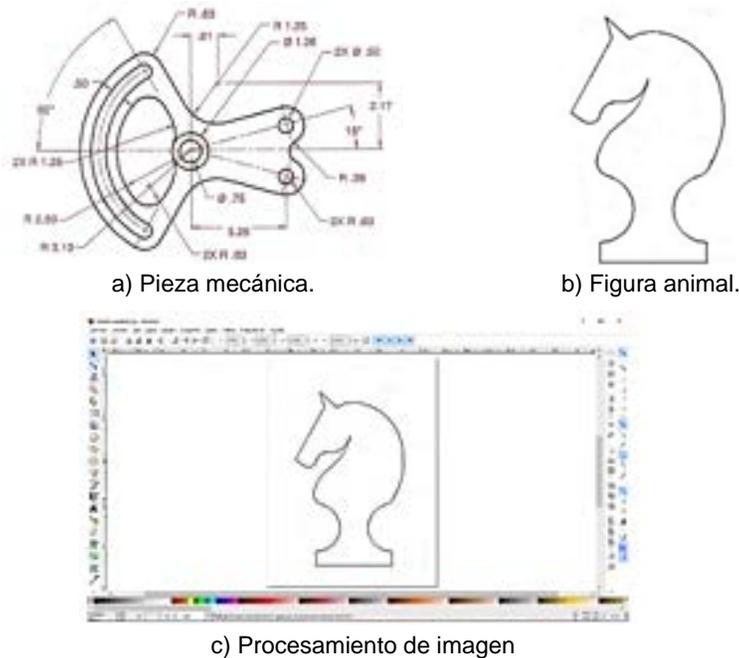
Su potencia o intensidad de luz láser puede ser ajustada por medio de control TTL en frecuencias desde 0 a 50 kHz PWM, de acuerdo con la intensidad de marcado de la pieza o formación de una imagen en el proceso de grabado en alta calidad para corte o grabado de láser.

Tiene una lente variable para establecer el enfoque. La carcasa de aluminio y el enfriamiento por aire forzado garantizan un enfriamiento eficiente para un funcionamiento óptimo y una larga vida útil.

3. Resultados

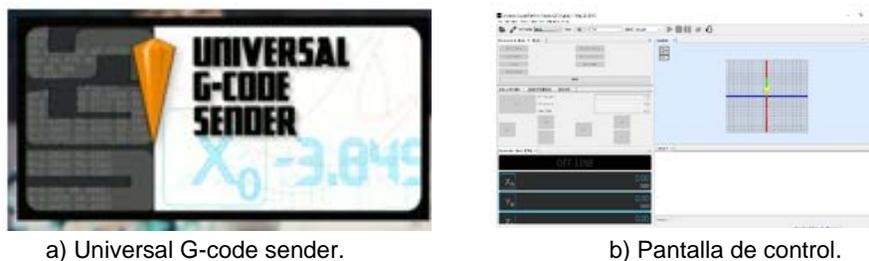
Una vez construido el prototipo se realizan pruebas mediante el siguiente procedimiento:

- Crea la imagen a ser procesada en un software, SolidWork, Auto Cad, Paint o mediante una imagen fotográfica, figuras 7a y 7b.
- El software (InkScape) importa y convierte la imagen (figura 7c), para obtener una segunda imagen, imagen que es vectorizada y convertida en código.
- Esa imagen es convertida en código G (figura 8), para ser ejecutada por medio del software (Universal G code Sender), desde la laptop.



Fuente: Elaboración propia.

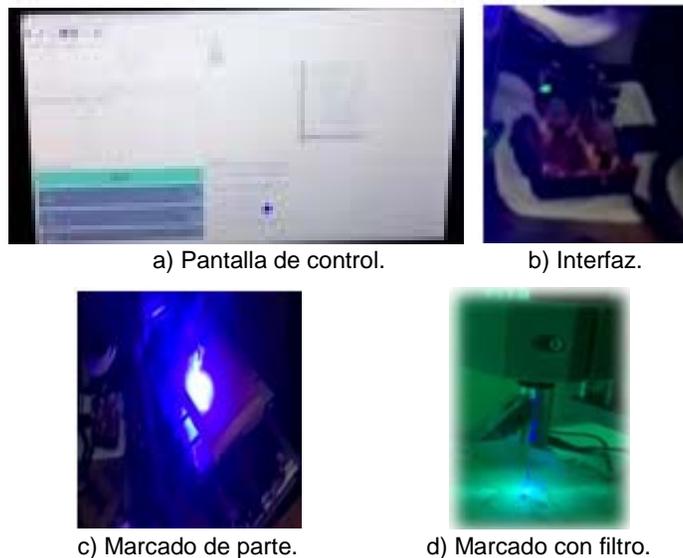
Figura 7 Imagen procesada.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8 Código G.

El software establece comunicación con las tarjetas electrónicas de Arduino Uno y CNC Shield, mediante un cable de comunicación USB, derivándose ésta a cada uno de los componentes correspondientes. Dicho software, se ejecuta en una PC de escritorio o una Laptop (figura 9a) y se comunica mediante un cable USB a un Hardware (tarjeta) Arduino Uno. La tarjeta de Arduino uno permite el montaje de una segunda tarjeta Shield CNC, que alimenta directamente motores de paso pequeños 12 VCD max o mediante un circuito electrónico de potencia 24 VCD o más, convirtiendo una señal eléctrica en un desplazamiento mecánico en el sistema coordinado XYZ, figura 9b. Ambas tarjetas funcionan como una interfase entre la PC y el equipo, teniendo como secuencia una entrada, un proceso y un producto final.

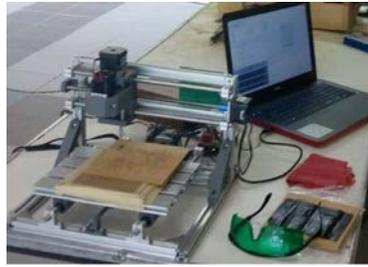


Fuente: Elaboración propia.

Figura 9 Ejecución del software.

Figura 10 muestra primer resultado de pruebas con prototipo láser CNC. En un área de trabajo de 250 x 200 mm ± 0.050 mm y figura 11 las pruebas de corte y marcado en papel blanco, 36 kg.

Figura 12 muestra las pruebas de corte en diferentes materiales, core de madera suave en 6 mm, lograda en 4 pasadas; y figura 13 marcado en Foami 25 mm, corte hoja cuadrícula 36 kg papel bond, marcado de MDF 6 mm.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10 Primer prototipo.



a) Pieza cortada.

b) Pieza marcada.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 11 Pieza cortada y marcada.



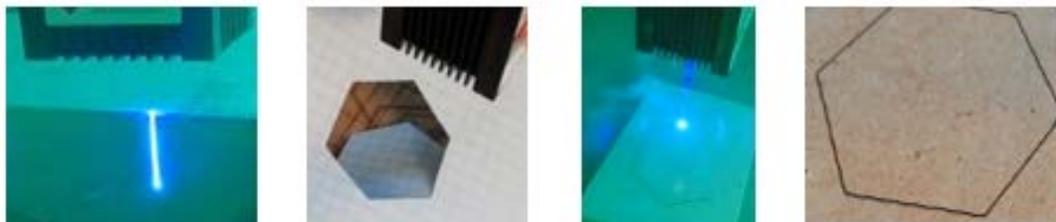
a) Primer pasada de corte.

b) Tercer pasada de corte.

c) Corte de parte.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 12 Pruebas de corte.



a) Marcado Foami.

b) corte papel.

c) Marca MDF.

d) Pieza marcada.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 13 Marcado en foami.

4. Discusión

Es muy importante comentar que los resultados obtenidos en el prototipo para corte y marca de materiales por tecnología láser, nos permite visualizar las características requeridas para el diseño y construcción de un equipo de tamaño industrial, que demanda condiciones de seguridad para el operador, como para el equipo mismo. En nuestro caso trabajamos con un dispositivo láser de baja potencia que implica un riesgo si existe mal manejo del equipo mismo, ejemplo, generación y extracción de gases, enfriamiento del dispositivo, protección visual, delimitación de las áreas de seguridad en operación. Este prototipo, permite ampliamente dimensionar los requerimientos y el manejo para el control de un equipo de mayor escala y potencia de láser en la industria mexicana, y sobre todo que, se cuenta con el conocimiento para desarrollarlo. Este dispositivo que servirá de apoyo didáctico para nuestra institución educativa nos permitirá además iniciar un proceso de estudio de las aplicaciones de nuevas tecnologías en el corte y marcado de materiales, además de aplicaciones en instrumentación, como médicas, para la preparación de estudiantes de Ingeniería, de maestría en electrónica y otras áreas.

5. Referencias y Bibliografía

- [1] Reinhard Kulterer. El Laser de corte, grabado y marcaje en la industria, arquitectura, diseño y arte. Octubre 2016
- [2] Vicente Aboites, El láser, La ciencia desde México. 1991.
- [3] Édgar González, El láser, principios básicos, Universidad Santo Tomas Facultad de Ingeniería Electrónica. 2003.
- [4] Juan Tur Terrasa, M.a Rosario Martínez Jiménez, Tecnología y practica del láser, Marcombo Boixareu editores Barcelona-México. 1987.
- [5] L. Bachs, J. Cuesta, N. Carles, Aplicaciones industriales del láser, Marcombo Boixareu editores. 1988.
- [6] William M. Steen, Laser Material Processing, Springer - Verlag London Limited. 1991.