

Diseño e implementación de una unidad
CNC laser con sistema de seguridad y protección de operatividad

Cristian Camilo Caceres Carreño

Martin Gallo Nieves

Director

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería

Ingeniería Electrónica

2024

Resumen

Este proyecto se enfoca en el diseño e implementación de una unidad CNC láser equipada con un sistema de seguridad y protección operativa, capaz de realizar movimientos precisos en los ejes X, Y y Z mediante el uso de código G, lo que facilita el grabado de diseños personalizados en diversos materiales. La implementación incluye un sistema de control y alarma, así como la creación de planes de mantenimiento para asegurar la durabilidad de los componentes. La metodología adoptada combina un enfoque cuantitativo y experimental, analizando variables como velocidad, tiempo y temperatura para optimizar el rendimiento del prototipo. El diseño mecánico se basó en la selección de materiales accesibles y económicos, mientras que el sistema electrónico fue configurado utilizando controladores Arduino y software de código abierto, garantizando un control eficiente y asequible. A través de varias etapas de construcción y pruebas, se logró desarrollar un prototipo funcional que cumple con los requisitos operativos y de seguridad. Los resultados muestran que la CNC láser no solo garantiza una reproducción precisa de los diseños, sino que también implementa medidas efectivas para prevenir daños y prolongar su vida útil. Los sistemas de monitoreo y control permiten la detección temprana de fallas, mejorando la confiabilidad del equipo. Además, los planes de mantenimiento diseñados promueven una gestión proactiva, asegurando el óptimo funcionamiento del sistema a largo plazo.

Palabras clave: Metodología, Arduino, sistemas de monitoreo, sistema de transmisión, sistema movilidad, experimental, código G

Abstract

This project focuses on the design and implementation of a laser CNC unit equipped with an operational safety and security system, capable of making precise movements in the X, Y and Z axes using G-code, which facilitates the engraving of custom designs on various materials. The implementation includes a control and alarm system, as well as the creation of maintenance plans to ensure the durability of the components. The methodology adopted combines a quantitative and experimental approach, analyzing variables such as speed, time and temperature to optimize the performance of the prototype. The mechanical design was based on the selection of accessible and economical materials, while the electronic system was configured using Arduino controllers and open-source software, ensuring efficient and affordable control. Through several stages of construction and testing, it was possible to develop a functional prototype that meets operational and safety requirements. The results show that laser CNC not only ensures accurate reproduction of designs, but also implements effective measures to prevent damage and prolong their service life. Monitoring and control systems allow for early detection of faults, improving equipment reliability. In addition, the maintenance plans designed promote proactive management, ensuring the optimal operation of the system in the long term.

Keywords: Methodology, Arduino, monitoring systems, transmission system, mobility system, experimental, G-code

Tabla de Contenido

Introducción	13
Justificación	14
Planteamiento del problema	16
Objetivos	17
Objetivo General.....	17
Objetivos Específicos.....	17
Marco conceptual.....	18
Conceptos Teóricos.....	18
CNC Laser	18
Laser.....	18
Motor Paso a Paso (PAP).....	19
Sistemas de Transmisión CNC	20
<i>Controlador CNC</i>	23
Tecnologías Existentes.....	23
Estado del Arte.....	27
Tendencias y futuras direcciones	28
Metodología	31
Desarrollo de la propuesta	34
Etapa de Diseño Mecánica del Proyecto.....	34
Bases de Motores	34
Sistema de Movimiento	34

	5
Sistema de Transmisión	35
Base de Laser o Eje Z	35
Sistema de Monitoreo	35
Etapa Diseño Eléctrico y Electrónico	36
Elección de Controlador y Software	36
Etapa Calibración y Monitoreo	38
Calibración	38
Etapa Practica.....	38
Etapa de Implementación.....	39
Especificaciones Técnicas.....	40
Mecánica de la CNC	40
Estructura de la Maquina.	40
Sistema de Movimiento	43
Sistema de Transmisión	48
Electrónica	51
Arduino	51
Fuente de Voltaje	53
Pantalla.....	56
Modulo Convertidor Bidireccional.....	57
Sensores	59
SHIELD y Drivers	64
Cooler.....	68

	6
Modulo Relé.....	70
Motores	72
Laser Diodo.....	76
Planos, Diagramas, Simulaciones y Códigos.....	78
Simulación estructura de la CNC.....	78
Conexión de Eléctrica y Electrónica de la CNC.....	86
Conexión Pantalla	87
Conexión Sensores y Actuadores.....	89
Diagrama CNC.....	91
Código.....	92
Implementación de la solución.....	96
Mecánica CNC.....	97
Electrónica	105
Conexiones Electrónicas Shield CNC	107
Conexión Electrónica de Sensores.....	109
Ubicación de los Sensores	111
Configuración Software	113
Evidencia de trabajos realizados.....	115
Mantenimiento	119
Mantenimiento Preventivo.....	119
Mantenimiento Correctivo	120
Mantenimiento Predictivo.....	121

Conclusiones	123
Referencias Bibliográficas.....	125

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Características Tubería para Estructura Maquina</i>	40
Tabla 2 <i>Características Tubería Usada para Ejes X, Y</i>	42
Tabla 3 <i>Características Arduino UNO R3</i>	52
Tabla 4 <i>Características Fuente Voltaje</i>	54
Tabla 5 <i>Características Pantalla Táctil TFT ILI9341</i>	56
Tabla 6 <i>Módulo de Conversión Bidireccional</i>	58
Tabla 7 <i>Características DHT11</i>	60
Tabla 8 <i>Características Sensor Ultrasonido. HC-SR04</i>	63
Tabla 9 <i>Características Shield CNC Arduino UNO R3</i>	65
Tabla 10 <i>Características Driver A4988</i>	67
Tabla 11 <i>Características Cooler de Refrigeración</i>	69
Tabla 12 <i>Características Modulo Relé</i>	71
Tabla 13 <i>Características Físicas y Eléctricas de Motor Nema 23</i>	73
Tabla 16 <i>Conexiones Arduinio a Convertidor y Convertidor a Pantalla</i>	88
Tabla 17 <i>Link Explicativo de Conexion de Motores</i>	107
Tabla 18 <i>Links de Videos Explicativos de Cada Parte de la CNC</i>	122

Lista de Figuras

Figura 1	<i>Motor Paso a Paso Bipolar y Conexión Devanados.....</i>	19
Figura 2	<i>Motor Unipolar y el Método de Conexión de sus Devanados</i>	20
Figura 3	<i>Sistema Tornillo Trapezoidal.....</i>	21
Figura 4	<i>Sistema Tornillo a Bolas Recirculantes</i>	21
Figura 5	<i>Sistema Polea y Correa Dentada</i>	22
Figura 6	<i>Sistema Polea y Cremallera</i>	22
Figura 7	<i>CNC Laser Sculpfun S30.....</i>	24
Figura 8	<i>CNC Laser Sculpfun S9.....</i>	24
Figura 9	<i>TTS-25- 20W.....</i>	25
Figura 10	<i>grabado láser VG-L3A.....</i>	25
Figura 11	<i>Corte Laser en Bisel</i>	30
Figura 12	<i>Tubo Cuadrado 2x1"</i>	41
Figura 13	<i>Tubería Usada en Ejes</i>	43
Figura 14	<i>Sistema de Movimiento Cama de Rodamientos Vslot</i>	44
Figura 15	<i>Boceto/ Plano de Base de Motores.....</i>	45
Figura 16	<i>Diseño Placa de Acople</i>	46
Figura 17	<i>Boceto Sistema de Movimiento.....</i>	47
Figura 18	<i>Rodamiento 625zz.....</i>	47
Figura 19	<i>Sistema de Poleas y Correas</i>	48
Figura 20	<i>Polea Dentada para Motores Nema.....</i>	49
Figura 21	<i>Boceto de Sistema de Transmisión con Polea Dentada, Correa y Rodamientos.....</i>	50

	10
Figura 22 <i>Rodamiento 624zz</i>	50
Figura 23 <i>Boceto de Tensores de Correa</i>	51
Figura 24 <i>Arduino UNO R3</i>	53
Figura 25 <i>Fuente de Voltaje Suichada Mercury</i>	55
Figura 26 <i>Pantalla Táctil TFT ILI9341</i>	57
Figura 27 <i>Módulo de Conversión Bidireccional</i>	59
Figura 28 <i>Sensor DHT11</i>	61
Figura 29 <i>Sensor Ultrasonido HC-SR04</i>	62
Figura 30 <i>Distribución de Pines para Shield CNC</i>	66
Figura 31 <i>Aspecto Físico de Driver A4988</i>	68
Figura 32 <i>Mini Cooler de Ventilación</i>	70
Figura 33 <i>Modulo Relé</i>	72
Figura 34 <i>Motor Nema 17</i>	74
Figura 35 <i>Conexión Unipolar y Bipolar</i>	75
Figura 36 <i>Laser Diodo 2500mw</i>	77
Figura 37 <i>Modelado CNC Laser Estructura y Sistemas Mecánicos</i>	78
Figura 38 <i>Modelado Base Sistema de Movimiento para Eje X, Y con Base para Laser</i>	78
Figura 39 <i>Modelado Sistema de Movimiento por Rodamiento y Riel</i>	79
Figura 40 <i>Vista Lateral de Modelado de la CNC</i>	79
Figura 41 <i>Sistema de Transmisión de Movimiento Circular a Lineal</i>	80
Figura 42 <i>Logo AUTODESK TINAERKCAD</i>	82
Figura 43 <i>Ensamble de Tornillo con Rodamiento y Tuercas para el Sistema de Movimiento</i> ...	83

Figura 44 <i>Logo SolidWorks</i>	85
Figura 45 <i>Diagrama de conexiones de los motores nema, laser y placa Shield CNC Arduino</i> .	86
Figura 46 <i>Conexión Pantalla TFT ILI9341 con Arduino UNO</i>	87
Figura 47 <i>Conexión Sensores y Actuador</i>	89
Figura 48 <i>Logo Fritzing</i>	90
Figura 49 <i>Diagrama de Bloques Funcionamiento CNC Laser</i>	91
Figura 50 <i>Resultado Final CNC</i>	96
Figura 51 <i>Sistema de Movimiento para los Ejes Y</i>	97
Figura 52 <i>Sistema de Movimiento Ejes y Vista Trasera</i>	98
Figura 53 <i>Sistema de Transmisión y Tensor</i>	99
Figura 54 <i>Unión Entre el Eje X con la Lámina de los Ejes Y con el Motor Acoplado</i>	100
Figura 55 <i>Sistema de Movimiento y Transmisión Eje X</i>	101
Figura 56 <i>Eje X Sistema de Movimiento</i>	102
Figura 57 <i>Unión Placa Eje X con Base de Laser</i>	103
Figura 58 <i>Tensor de Correa Graduable Mediante Tuerca</i>	104
Figura 59 <i>Base Fija de Agarre de la Correa</i>	104
Figura 60 <i>Laser Instalado 2500mW</i>	105
Figura 61 <i>Conexión Placa Laser</i>	106
Figura 62 <i>Identificación de Pines y Cableado de la CNC</i>	108
Figura 63 <i>Configuración de Pasos de Driver en Shield CNC</i>	109
Figura 64 <i>Conexión de Electrónica de la CNC</i>	110
Figura 65 <i>Conexión de Sensores y Sistema de Monitoreo</i>	110

Figura 66 <i>Conexión de Señales en Arduino</i>	111
Figura 67 <i>Sensor de Temperatura Ubicado en Laser CNC</i>	112
Figura 68 <i>Sensor de Ultrasonido Ubicado en Esquina Inferior Izquierda</i>	112
Figura 69 <i>Sensor de Temperatura Ubicado en Controladores</i>	113
Figura 70 <i>Entorno Inicial de Software LaserGRBL.</i>	113
Figura 71 <i>Configuración de LaserGRBL</i>	114
Figura 72 <i>Grabado en Destapador de Bambú</i>	116
Figura 73 <i>Grabado en Accesorios de MDF</i>	116
Figura 74 <i>Grabado en Agenda de Cuerina</i>	117
Figura 75 <i>Grabados en Agenda de Contrachapado, Llaveros Bambú y MDF</i>	117
Figura 76 <i>Diseño en Agenda en Cuerina</i>	118
Figura 77 <i>Diseño en Llaveros De MDF Tipo Tablero Blanco</i>	119

Introducción

Como objetivo principal del ingeniero electrónico Unadista es desarrollar habilidades que permitan comprender y abordar problemáticas en su campo. A lo largo de su progreso educativo, el ingeniero electrónico adquiere conocimientos que son fundamentales para identificar la causas y efectos de estas problemáticas, con la finalidad de proponer soluciones a través de la ingeniería electrónica y las líneas de investigación de su formación.

Como parte del entendimiento de la problemática es entender las causas y efectos que la generan abarcados desde todos los contextos posibles. De manera que se brinde una justificación a la solución planteada mediante objetivos establecidos en el proyecto.

Analizando la problemática se propone el desarrollo de un diseño y construcción de una CNC siguiendo una metodología aplicada en el cual se realizarán diferentes experimentos para dar solución y cumpliendo con las especificaciones del diseño planteado en la propuesta de solución.

Luego de terminado los detalles de la solución se implementa el diseño de ingeniería de manera que integre hardware y software para la ejecución al problema planteado.

Justificación

Al considerar la creación de un emprendimiento de accesorios y materiales personalizados mediante grabados laser, uno de los grandes inconvenientes es la adquisición de la herramienta de trabajo. Tras analizar la situación, se concluye que en la ciudad donde se desea establecer este emprendimiento, la disponibilidad de tecnologías avanzadas en grabados laser es limitada. Lo que dificulta conseguir proveedores locales que ofrezcan estas máquinas o los materiales necesarios para su fabricación. Además, traer la máquina desde otra ciudad implicaría gastos adicionales, como transporte y fletes. Por lo que se decidió investigar diversos diseños y características de las que se encuentran en los mercados globales.

Para determinar que partes de la mecánica de esta se podrían reemplazar con componentes más económicos y comerciales en la ciudad de manera que no alterase mucho la calidad del trabajo que se desea. Y tratando de reducir al mínimo los elementos que se tengan que importar. Por otro lado, se desea mejorar el funcionamiento. De manera que también se puedan monitorear parámetros de funcionamiento como la temperatura de trabajo del equipo, ya sea en su herramienta de corte (laser diodo) y los demás componentes electrónicos. Además, la máquina cuenta con un monitoreo de proximidad de objetos extraños que puedan interferir con el trabajo del láser al momento de grabar.

También se busca tener la opción de agregar un parámetro adicional para el monitoreo dependiendo de las variables que se puedan trabajar teniendo en cuenta los factores del proyecto más importantes (tiempo de desarrollo y economía de desarrollo). Aplicando idóneamente todos los conocimientos adquiridos en la ingeniería electrónica que permitirán dar solución al problema de forma satisfactoria. También generando una innovación en la zona ya que permite

dar una oferta a futuro de diseñar y vender maquinas CNC más asequible económicamente y que se adapten a la necesidad del cliente.

Planteamiento del Problema

Se genera la idea de un emprendimiento que pueda ser sustentable a mediana y largo plazo, La idea de un emprendimiento en el cual se ofrezca al cliente accesorios y materiales personalizados mediante grabados a laser o prestar el servicio de grabado laser se presenta sustentable ya que esta se puede abarcar en gran variedad, desde cortar o grabar diseños en materiales como (cuero, cuerina o materiales sintéticos, acrílicos, maderas, plásticos y metales), dependiendo de potencia que se use en el láser. Por lo que la principal problemática fue la misma adquisición de esta, debido a que en la ciudad que me encuentro ubicado que es Cúcuta y también en Colombia muy pocas ciudades se puede encontrar proveedores de estas. Y los precios que se encuentran en internet superan el rango de precios de 1 millón de pesos. Por otro lado, estas que se encuentran presentan un limitante que es su área de trabajo. entre valores de que abarcan entre 20cm a 40 cm entre ancho y largo. Y si se quisiera modificar o ampliar dicha área de trabajo su valor aumentaría considerablemente.

Por lo anterior, es así como se define las siguientes limitaciones encontradas: presupuesto de compra para la máquina de grabado laser y costo de ampliación de área de trabajo si fuera necesario. Por otro lado, al plantear la idea de diseñar una CNC laser de manera que su fabricación cumpla con las dos limitantes. Surgen preguntas como: ¿Se puede automatizar este diseño? ¿se le puede realizar monitoreo y control de variables al prototipo? Se hace referencia a variables como la temperatura de trabajo del equipo, desde el punto de operación de la máquina (laser) y en sus tarjetas de control (controladores y drivers). A su vez, la máquina permita generar una alerta de proximidad de obstáculos en el área de trabajo de la máquina, de forma que se evite el daño de la máquina.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar e implementar una unidad CNC laser con sistema de seguridad y protección de operatividad que permita realizar los movimientos de los ejes X, Y, Z mediante código G para grabar diseños en diferentes objetos definidos por el usuario, mediante software de diseño.

Objetivos Específicos

Diseñar un sistema de transmisión y movilidad para los ejes de la CNC. que permita plasmar los diseños creados por el usuario mediante software de diseño.

Construir CNC laser con un diseño viable que permita realizar los movimientos de los ejes X, Y, Z para que se pueda plasmar las indicaciones dictadas por el usuario a través de código G.

Implementar sistemas de control y alarma en la CNC laser que permitan conservar la vida útil del equipo y garantizar un funcionamiento idóneo.

Generar planes de mantenimiento y calcular el estado de vida útil de los componentes. Analizando el desgaste de los sistemas mecánicos y componentes eléctricos/ electrónicos, apoyado por los datasheet y recomendaciones de los fabricantes de los componentes.

Marco Conceptual

Conceptos Teóricos

CNC Laser

Es una herramienta muy funcional que permite cortar o grabar en diferentes materiales como madera, cuero, telas, acrílico, metales. Realizando cortes o grabados precisos mediante una herramienta laser. Asistido por un ordenador permitiendo su uso a nivel particular, mediano y uso industrial. usando la metodología de convertir una imagen en vectores y luego mediante señales o indicaciones de código G se indica a la maquina como realizar el diseño, entre diferentes movimientos y potencia de laser. Dependiendo del tipo de funcionalidad que se desee para la CNC puede ser mediante laser de diodo o CO2 o fibra. (Gil A. , 2021)

Laser

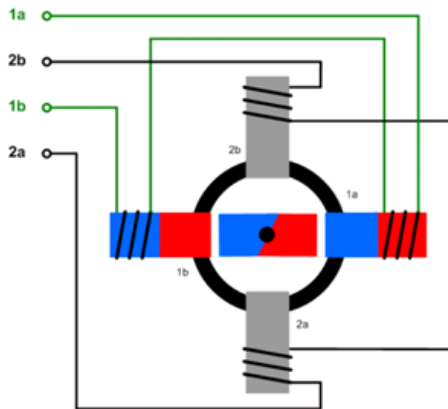
La gran variedad de laser que existen en la industria que varían entre las potencias ópticas que ofrecen estos, utilizados en grabado y corte láser. Mucha gente los utiliza para crear todo tipo de manualidades y proyectos para decorar sus casas, emprendimientos o de manera industrial. Cada tipo de láser tiene sus características, ventajas y desventajas, y se utilizan para diversos propósitos., tenemos los laser de diodo que van entre 1W a 15W de potencia de salida. Ideales para grabados y cortes de materiales blandos. Laser de CO2 puedes grabar y cortar materiales como papel, cartón, madera, metacrilato, piel, fieltro, caucho y gran variedad de plásticos, así como marcar pizarra, metales anodizados, vidrio y otros materiales. Potencias desde 20W a 6000W. Laser de fibra marcar metales y plásticos técnicos, y para cortar metales, como aluminio, acero, bronce, oro, plata, entre otros. Potencias desde 20W hasta 15000W. (Gil A. , 2021) (Brildor, 2021)

Motor Paso a Paso (PAP)

Son motores de corriente continua en el cual no hay presencia de escobillas donde la rotación la seccionamos en número de pasos resultados de la estructura del motor. A lo que nos referenciamos de que un giro completo del motor esta dado por 360° o 200 pasos a lo que podemos entender que este realiza un paso de eje cada $1,8^\circ$. Motor paso a paso no gira suavemente, sino que realiza saltos y cruza estados intermedios, por lo que el funcionamiento del motor paso a paso se acompaña de un sonido y vibración característicos. Por lo que esto indica que hay varios tipos de motores paso a paso según la forma en que están construidos y el número de fases necesarias para alimentar las bobinas. (TEM, 2020).

Figura 1

Motor Paso a Paso Bipolar y Conexión Devanados

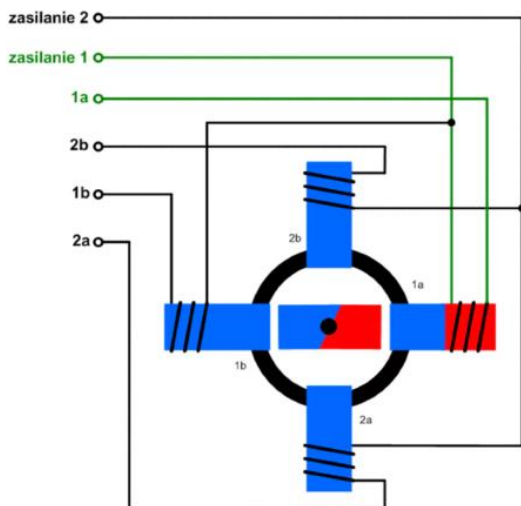


Nota. Conexión interna de los motores paso a paso, conexión para un motor paso a paso bipolar, posee 2 pares de cables, 1 par para cada bobina. Tomado de. Motor paso a paso – tipos y ejemplos del uso de motores paso a paso, TEM electronic components. (2020).

<https://www.tme.com/co/es/news/library-124articles/page/41861/Motor-paso-a-paso-tipos-y-ejemplos-del-uso-de-motores-paso-a-paso/>

Figura 2

Motor Unipolar y el Método de Conexión de sus Devanados



Nota. Conexión interna de los motores paso a paso unipolar, posee 6 cables de los cuales se divide en 2 grupos de 3 cables donde cada grupo de cable corresponde a una bobina. Tomado de. Motor paso a paso – tipos y ejemplos del uso de motores paso a paso, TEM electronic components. (2020). <https://www.tme.com/co/es/news/library-124articles/page/41861/Motor-paso-a-paso-tipos-y-ejemplos-del-uso-de-motores-paso-a-paso/>

Sistemas de Transmisión CNC

Para poder realizar un movimiento idóneo de los ejes de la CNC se necesita un sistema de movimiento que convierta el movimiento rotacional de los motores en movimiento lineal. Por lo que este mecanismo puede ser mediante varias formas. Entre las que destacan según la funcionalidad la velocidad y el peso de la estructura de la máquina (CNCinsumos, 2022). Dependiendo de esta se elige el sistema de transmisión donde tenemos opciones como:

- Sistema piñón con cremallera helicoidal

- Sistema piñón con correa dentada
- Sistema varilla roscada con tuerca
- Sistema tornillo a bolas recirculantes

Figura 3

Sistema Tornillo Trapezoidal



Nota. Sistema de tornillo trapezoidal muy usado en CNC e impresoras de pequeños tamaños.

Tomado de. Sistemas de transmisión, CNCINSUMOS. (2024).

<https://cncinsumos.com/transmision/>

Figura 4

Sistema Tornillo a Bolas Recirculantes



Nota. Sistema permite bajo rozamiento y mayor precisión en movimientos lineales. Tomado de.

Sistemas de transmisión, CNCINSUMOS. (2024). <https://cncinsumos.com/transmision/>

Figura 5*Sistema Polea y Correa Dentada*

Nota. Este sistema es usado en sistemas de posicionamiento de baja y mediana carga, permiten movimientos de altas velocidades. Tomado de. Sistemas de transmisión, CNCINSUMOS.

(2024). <https://cncinsumos.com/transmision/>

Figura 6*Sistema Polea y Cremallera*

Nota. Sistema ideal para grandes desplazamientos, ya que brindan un bajo momento de inercia y alta aceleración. Tomado de. Sistemas de transmisión, CNCINSUMOS. (2024).

<https://cncinsumos.com/transmision/>

Controlador CNC

Es el componente encargado de la calibración, configuración y el control de las maquinas CNC en general. Procesando cada línea del proceso de un programa de maquinado, que genera el código G para que nuestra maquina CNC ejecute los movimientos necesarios para realizar el diseño que deseemos. GRBL es el firmware libre y de código abierto más común en las cnc que no son industriales. Usado en plataformas de desarrollo Arduino. Permitiendo recibir las secuencias de código del maquinado mediante interfaz sender por USB y mediante comunicación serial. (Petes, 2018).

Tecnologías Existentes

Se realizó investigación de precios de diferentes maquinas laser del mercado tomando en cuenta sus características. Analizando los materiales que se pueden reemplazar por otros materiales más asequibles y que sus prestaciones sean parecidas. Se procede a realizar estudio de costos de materiales de fabricación de mercado general o más usados para la fabricación de estas, y materiales de fácil obtención en la ciudad de Cúcuta.

Grabador Cortadora Laser Sculpfun S30 Diy 385 Aire Asist 3d con un costo de ((COP 2.931.360)

Figura 7*CNC Laser Sculpfun S30*

Nota. CNC laser con asistencia de compresor de aire para mayor limpieza en grabado y corte.

Tomado de. SCULPFUN S30 Pro Max, Sculpfun. (2024).

https://eu.sculpfun.com/products/sculpfun-s30-pro-max-laser-engraver-machine?_pos=2&_sid=4272591e2&_ss=r&variant=48349288235201

Máquina De Corte Y Grabado Laser 90w Sculpfun S9 costo (COP 2.030.000)

Figura 8*CNC Laser Sculpfun S9*

Nota. CNC de grabado laser con área de 300 x 400 mm de área de trabajo. Tomado de. Grabador

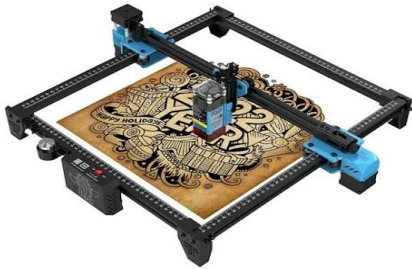
láser Sculpfun S9, Sculpfun. (2024). [https://eu.sculpfun.com/products/refurbished-sculpfun-s9-](https://eu.sculpfun.com/products/refurbished-sculpfun-s9-laser-engraver?_pos=3&_sid=c8829c203&_ss=r&variant=48349271097537)

[laser-engraver?_pos=3&_sid=c8829c203&_ss=r&variant=48349271097537](https://eu.sculpfun.com/products/refurbished-sculpfun-s9-laser-engraver?_pos=3&_sid=c8829c203&_ss=r&variant=48349271097537)

Máquina Laser De Corte Y Grabado TTS-25 de 20 w, costo (COP 1.762.000 sin costo de envío).

Figura 9

TTS-25- 20W



Nota. Máquina de grabado laser ideal para grabar a altas velocidades y diversos materiales.

Tomado de. Twotrees-mascarilla TTS25 Graver, Aliexpress. (2024).

<https://es.aliexpress.com/i/1005004833706011.html#nav-specification>

Grabadora láser VG-L3A, costo (COP 1.187.610 sin costo de envío).

Figura 10

grabado láser VG-L3A



Nota. Cuenta con perfilería más robusta. Tomado de. Máquina de grabado láser de escritorio

DIY Morelian, Amazon. (2024). [https://www.amazon.sa/-/en/Morelian-Desktop-Engraving-](https://www.amazon.sa/-/en/Morelian-Desktop-Engraving-Engraver-Protective/dp/B0BZP8S5TT?th=1)

[Engraver-Protective/dp/B0BZP8S5TT?th=1](https://www.amazon.sa/-/en/Morelian-Desktop-Engraving-Engraver-Protective/dp/B0BZP8S5TT?th=1)

Como se pueda evidenciar en la tabla los valores varían. De que puede variar el costo de estas.

- Capacidad de potencia de laser: dependiendo de la capacidad o lo que se desee realizar con el proceso el costo puede variar considerablemente ya que un láser de poca potencia solo realizara actividades de grabado y uno que otro corte a pocos materiales.
- Tipo de controlador que se use: dependiendo del controlador y electrónica que se plantee, si la maquina es Online y Offline. Esto también varia el precio, aunque no sustancialmente.
- Materiales de la estructura: cuando se trata de la estructura de estas se requiere que sea material estable con poca maleabilidad y que resistan la fricción debido al movimiento constante de los ejes. Y que también su peso sea considerablemente ligero.
- Sistema de movilidad: en el sistema de movilidad tendremos un papel importante ya que muchas de estos sistemas se basan en engranes, poleas y rodamientos. Por lo que según la calidad de estos componentes puede variar tanto la calidad y el tiempo de trabajo del producto
- Motores Entre la variedad que se encuentran en el mercado, depende del tamaño o peso que tendrá la estructura, la fuerza y velocidad con la que tendrá que mover estos motores.

Estado del Arte

En el artículo de investigación “Control System Development and Implementation of a CNC Laser Engraver for Environmental Use with Remote Imaging” cuyo objetivo era el desarrollo de un sistema de control para un grabador laser portátil de manera no industrial. tomando como referencia investigaciones recientes que demuestran la automatización de procesos como grabados, mecanizados y reparaciones, modernización de equipos y una drástica reducción de costos. Donde en conclusión se obtuvo la estabilidad y sensibilidad del sistema propuesto. (Hani Attar, 2022)

La idea propuesta en “On the issue of automatic form accuracy during processing on CNC machines” cuya finalidad es el desarrollo de métodos de diagnósticos para evaluar el desgaste de las herramientas de corte en máquinas CNC, dichos estudios se realizaron a diferentes valores de desgaste en piezas que realizaban diferentes cortes, desarrollando modelos para calcular el desgaste de las piezas, permitiendo ajustes a los mantenimientos y optimizar la vida útil de la herramienta. Como resultado de estas propuestas generando un aumento en precisión de fracción de las piezas considerablemente. (Victor Ovsyannikov, 2020)

El autor nos compartió los resultados de su investigación en el artículo “Research of computerized numerical control laser processing qualities of some wood species used in the furniture industry” en el cual al aplicar diferentes potencias y velocidades de cortes de materiales de madera, implementando una maquina CNC con una potencia de 130W del laser usado en este experimento se evidencio el corte de 5 especies diferentes de madera en dirección vertical y paralela a las fibras, donde se evaluaron los efectos generados en las especies de madera en calidad al corte de laser en términos de consumo, velocidad y calidad del corte. Guiados por

parámetros como parámetros del material, parámetros del sistema láser y parámetros de funcionamiento, siendo esta de base para las futuras pruebas a realizar en materiales. (Cebrail, 2023)

Gracias a la idea plasmada y las sugerencias de los investigadores en el artículo “Rancang-bangun prototipe mesin CNC laser engraving dua sumbu menggunakan diode laser” donde explican la idea de producir un movimiento preciso en cada eje, mediante el estudio de los parámetros que se utilizaron en cada motor paso a paso y la velocidad de movimiento aplicado en cada eje, teniendo en cuenta que se realizaron practicas con diferentes variaciones de micro pasos para los motores y variaciones de movimiento, tales como (pasos completos, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$ pasos) (50;100,150 y 200 mm/min) teniendo como resultado una comparativa de error y desfase de movimientos que generan cada configuración y cuál será la más acorde dependiendo del peso y fuerza que requieran ejercer los motores. (Munadi, 2018).

Tendencias y futuras direcciones

Las grandes tendencias que marcaran un avance tecnológico en las CNCs a tener en cuenta:

- Inteligencia Artificial y Machine Learning: el gran apogeo en el crecimiento y avance por la incorporación de la inteligencia artificial a estas y aprendizaje automático, en el ámbito de optimizar la programación con el fin de detectar más rápido los fallos y mejor adaptabilidad a cambios en los procesos de piezas mecanizadas.
- Por otro lado, ya a nivel mundial está entrando en la conectividad 5G favoreciendo en estas una mayor conectividad entre si y los sistemas de gestión. Permitiendo

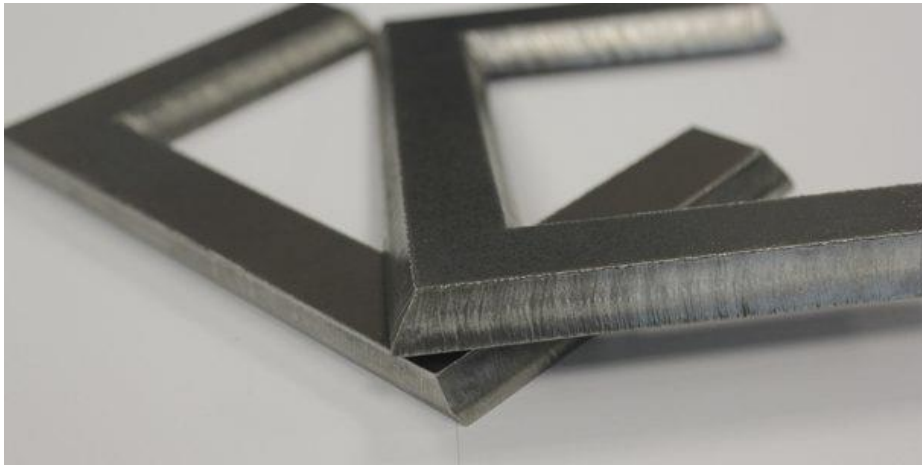
operar y supervisar las maquinas desde cualquier ubicación mejorando la flexibilidad y la eficiencia operativa.

- CNC híbridas con capacidad de las CNC de cumplir varias funciones o versatilidad siendo una característica distintiva en estos futuros años, siendo posibles que estas puedan realizar procesos de mecanizado, impresión 3D y aditivas.
- Personalización, dado las diferentes demandas de los clientes por estilos y modelos, la producción “just in time” se volverá más común en los próximos años, reduciendo así costes y el desperdicio, garantizando una mejora en el proceso de mecanizado.
- Fabricación sostenible: sin dejar de lado la conciencia ambiental, las maquinas CNC se centrarán en tener un mejor aprovechamiento de la energía y reducción de residuos, optimizando procesos y la selección de materiales más sostenibles convirtiéndose en prácticas más comunes.
- Realidad aumentada y virtual en la operación: poder incorporar las tecnologías de realidad aumentada y virtual, que facilite la operación de maquinaria CNC, tanto en la simulación de procesos o como la capacitación de operadores, mejorando la eficiencia y la reducción de errores en la producción.
- En el mercado de las CNC laser, se provee que estas también puedan realizar procesos de soldadura por láser, permitiendo unir diferentes metales usando un rayo láser, los principales modos – la soldadura de conducción limitada y – soldadura de ojo de cerradura.
- Adaptabilidad: la capacidad de poder hacer cambios de método de laser, tanto de laser de CO2 a fibra y demás métodos.

- Implementación de nuevos modos de laser: en los desarrollos de máquinas de corte por láser. tendremos los cortes en bisel, siendo este una característica en la serie G de máquinas de corte, realizando biseles en forma de V, en forma de C, en forma de Y, en forma de K.

Figura 11

Corte Laser en Bisel



Nota. Corte realizado en laser en forma de V, esta forma se debe a la inclinación de la CNC laser que realizo el corte. Tomado de. Bisel, más que un tipo de corte, Initube. (2024).

<https://initube.es/bisel-mas-que-un-tipo-de-corte/>

- Capacidad de evitación de obstáculos: entre la implementación de inteligencia artificial y mejor conectividad, el desarrollo de habilidades de las maquinas laser como la detección de obstáculos para evitar colisiones, evitando perdida de trabajo por colisiones y daños en diseños/ productos y en las mismas maquinas CNC.

Metodología

Para el diseño y fabricación de nuestra CNC laser, tenemos que establecer el sistema mecánico, la electrónica, el software y el láser de corte que se usara.

La máquina CNC está definida por 3 ejes X, Y y Z que serán los encargados de los movimientos de esta, eje X movimientos horizontales, eje Y movimientos verticales, el eje Z encargado de la altura y enfoque del láser, se plantean la forma de usarlo manual o con motor. De tal forma que se emplea una metodología cuantitativa, encaminando la investigación experimental y aplicada, empleando datos aplicados directamente durante el proceso del diseño y construcción de esta, se tendrán en cuenta variables, como velocidad, tiempo, temperatura, rendimiento y demás parámetros que permitan evidenciar las mejoras en el funcionamiento del prototipo mediante diversos experimentos y análisis de estos resultados. Generar un diseño de las etapas que comprenden la fabricación de la CNC. Por lo cual la metodología que aplicaremos en este trabajo estará basada en los objetivos propuestos. Donde se tendrán en cuenta que materiales o sistemas se pueden modificar/ ajustar de forma que sea asequible y fácil de encontrar los materiales. Consecuentemente, el mantenimiento de la maquina sea fácil y económicamente sustentable. Teniendo en cuenta esto. Se plantea que el diseño de la CNC según los objetivos establecidos, mediante una búsqueda bibliográfica se tomaran de referentes en los mecanismos para el diseño de la maquina CNC según los objetivos específicos, de manera que permita proponer alternativas y diferentes opciones en cada una de las etapas del diseño y fabricación de la maquina CNC.

Teniendo en cuenta cada una de las etapas de diseño de la CNC:

- Estructura de la máquina, se diseñará una estructura donde se establece el área de trabajo ideal u óptima para trabajos de diferentes tamaños o varios. Definiendo medias de ancho, largo y alto del área de trabajo. Por otro lado, se tendrá en cuenta el tipo de material que se usaran para los ejes (X, Y, Z), bases de motores, bases de sensores, unión entre ejes, y bases de la estructura.

- Sistema de movimiento, se analizan para el diseño del sistema de movimiento, las principales alternativas consideradas para el sistema de movimiento:

Rodamiento lineal y guía Hiwin lineal

Rodamiento lineal con cojinete de varilla lisa

Carro de rodamientos y perfil ranurado Vlost.

- Sistema de transmisión, en este componente se tendrá en cuenta cual será el sistema que se usará para convertir el movimiento circular de los motores para convertirlo en movimiento lineal. De manera que no se pierdan pasos y que los movimientos sean sincrónicos con el sistema de movimiento. Basándonos en los materiales que se encuentran de manera local en la ciudad y en el presupuesto.

- Electrónica, se analizará mediante estudio de costos y funcionalidad los controladores del mercado que mantengan una relación costo/funcionalidad, que tipos de sensores se usaran para el monitoreo de la CNC, la elección de los motores según el diseño mecánico. Para la selección de software nos basaremos en análisis y experimentos de software de código G que sean de acceso abierto, funcionalidad que estén en actualizaciones constantes, fácil uso y/o versatilidad, selección del láser en este apartado es donde se considera las limitaciones económicas ya que este es un componente que las opciones locales son escasas y de elevados

precios, por lo que la opciones importarlo y según estos costos en los mercados se analizara o se tendrá en cuenta un láser que cumpla con ciertas especificaciones mínimas para la CNC.

(capacidad de cortar materiales blandos y grabado en madera (capacidad de tener manejo de TTL/PWM, intensidad variable de laser ideal para grabado de diseños en escala de grises)

- Construir el prototipo, una vez elegidos los materiales que se usaran para la estructura, los sistemas de movimiento y transmisión, electrónica, laser. se procede a la etapa de construcción por lo que se tendrá en cuenta que esta etapa estará basada en experimentos y cambios constantes de forma que a finalidad. Se plante hacer pruebas de funcionamiento de los sistemas movimiento y transmisión en el área de trabajo. Finalmente, se adapta el láser al prototipo y se realiza pruebas de efectividad del láser en cortes y grabados.

Desarrollo de la Propuesta

Se seleccionan las referencias de modelos para cada una de las etapas, adaptándolos a los requerimientos de diseños establecidos para la CNC laser.

A continuación, se realiza una descripción de las etapas que conforman la metodología:

Etapas de Diseño Mecánica del Proyecto

Empezaremos por el tipo de material que se usara para la estructura, ejes y sistema de movimiento. Mediante análisis de movimientos que realizara cada eje, se decide trabajar la estructura de la maquina y los ejes de movimiento en tubería de hierro, para la estructura se trabajara sobre un cuadrado en perfilería de hierro de 2"x1" con medidas de 50cm x 50cm internas.

Luego de analizar que las CNC del mercado poseen 2 motores para el eje Y y un motor para el eje X se propone trabajar con estructura de hierro en el tubo donde se van a mover los sistemas. se estimará cual será el peso de esta, se tendrá en cuenta cada eje por separado ya que el eje X sostendrá la base del láser, y el eje Y al tener más esfuerzo y tener 2 motores para realizar con facilidad los movimientos. Por lo que esta tubería cuadrada de 1"x1".

Bases de Motores

Se plantea el diseño de la base de los motores en el cual estarán conectados los motores y los sistemas de movimiento y transmisión. En este caso usaremos una lámina de hierro de calibre 3 mm en medidas de 10 cm x 13 cm en el cual se realizarán las perforaciones de estos.

Sistema de Movimiento

Se propone al sistema de movimiento realizado por carro de rodamientos en perfilería como base ya que los usados comercialmente son en perfilería ranurada de aluminio, lo que se

genera una falencia ya que este no se consigue en la ciudad, se plantea de manera experimental mediante diferentes pruebas que tipo de perfil y adaptaciones al sistema de carro de rodamientos. Como principal opción es trabajar con perfilería de acero que es más robusta, resistente a rozamiento y de bajo costo que las usadas en CNC comerciales. se diseñará bocetos y prototipos acordes al área de trabajo estimada.

Sistema de Transmisión

Mediante comparación de adquisición, funcionalidad, costo. Debido a que las medidas de los ejes X, Y son medidas superiores a los 20 cm, usar sistemas de piñón con cremallera o varilla roscada trapezoidal son de costos altos, por su precio y algunos no se consiguen localmente. Se pretende usar el sistema de polea y correa dentada ya que estos presentan costos considerablemente más bajos que los demás mencionados, mediante pruebas para determinar hasta que medidas es viable usar este sistema de polea con correa dentada debido a la tensión que debe de soportar manteniéndose recta y sin que afecte pasos o calidad del diseño.

Base de Laser o Eje Z

Se plantea una base para el láser que sea ajustable manualmente de forma que la altura de grabado se pueda ajustar según el objeto a grabar, considerando que el láser también posee la capacidad de enfoque manual. Para esto se usa un sistema de chumacera con varilla roscada donde estará la base con 2 tuercas soldadas con las ranuras de atornillar el láser.

Ahora el sistema va acompañado de unas guías para evitar que la placa donde está el láser se ladee o se mueva.

Sistema de Monitoreo

Se procede a establecer la ubicación de los sensores que se implementaran en la CNC para posterior calibración y prueba.

Etapas Diseño Eléctrico y Electrónico

Elección de Controlador y Software

En este apartado tomaremos en cuenta los controladores del mercado y que permita cumplir con los objetivos establecidos. Una vez establecido el controlador y los drivers para los motores paso a paso se procede a realizar el diagrama de conexiones para preparar la etapa de configuración y pruebas. Así como el controlador o el dispositivo que recibirá la información que se enviarán desde los sensores, así como la elección de los sensores que se adapten mejor a la funcionalidad de la máquina y demás características necesarias.

Arduino. al ser una plataforma de código abierto y está constantemente actualizada es ideal. Para este proyecto usaremos 2, uno para que funcione como controlador de la CNC conectado con una Shield CNC y sus drivers. Para la parte de monitoreo usaremos un Arduino MEGA para la conexión de sensores y la pantalla que nos indicara los valores tomados. con una gran variedad de pines digitales que funcionan entre salidas y entradas. (6 funciona como salidas PWM) 6 entradas analógicas y un oscilador de cristal de 16MHz, cuenta con una conexión USB, conector de ICSP y un botón de Reset.

Conexión de motores con los drivers y controladores. Una vez realizadas todas las conexiones eléctricas se procede a realizar la calibración de los motores.

Elegiremos el Firmware que instalaremos en el controlador que será el encargado de recibir e interpretar las órdenes del software.

Elegir la pantalla para visualizar los valores de los sensores, también se elige el programa de diseño para la interfaz gráfica.

LaserGRBL. Usaremos este software ya que presenta características optimas como la importar imágenes (soporta gran variedad de formatos a la hora de importar archivos para grabar en laser, NC, BMP, JPG, PNG, DXF y otros formatos). ajuste de tonos, vectorizar y darle directamente imprimir en laser, permite ajustar los valores de configuración de parámetros directos del a máquina CNC. Su interfaz es fluida y sencilla ya que tiene botones personalizados, fácil instalación, variedad de idiomas.

Fuente de Voltaje. se elige el tipo de fuente de voltaje según la carga de los motores y los drivers. Como en este caso se propone dejar una fuente independiente para cada componente o secciones (controlador CNC, Laser, Sensorica)

Instalación y Programación de Sensorica de Monitoreo. Se procede a instalar programar los sensores de monitoreo y las alarmas pertinentes.

Instalación de Pantalla. y visualización de medidas y demás funciones a plasmar en la pantalla

Sistema de Control. posteriormente de finalizada las pruebas del sistema de monitoreo, se procede a diseñar el sistema de control, con el fin de implementar medidas para proteger el láser de la CNC, la operación y el controlador de la CNC.

Se plantea para protección del láser y del controlador, la principal variable a controlar es la temperatura a la cual operan, teniendo en cuenta que trabajar a temperaturas altas puede significar falla de operatividad, y daños en los equipos. La primera medida para controlar esta es control por software, el software que se seleccionó para el control de la CNC (laserGRBL) tiene la opción de realizar pausas moderadas de enfriamiento en el desarrollo de los grabados, según la configuración del usuario para los lapsos de parada y tiempo de enfriamiento. anexo a esto, de

manera física para el láser si sensor del láser detecta valores de temperatura fuera de rango de operatividad, enviará una señal al módulo de relé que estará conectado a cable de alimentación del láser, permitiendo cortar el suministro de voltaje al laser, de esta forma se evita que trabaje en malas condiciones de manera que pueda generar daño de la operativa y daño de este. Para el controlador se plantea la ubicación de 2 cooler de ventilación, uno de funcionamiento constante que mantendrá la temperatura regulada de los controladores y otro de respaldo que se activará una vez el sensor de temperatura del controlador envíe una señal de activación al módulo relé que active el cooler el tiempo necesario hasta que se regule la temperatura.

El sensor de proximidad enviara señal a la pantalla indicando que hay objetos o intrusos en el área de trabajo de manera que pone en riesgo la operativa y el estado de los equipos.

Etapa Calibración y Monitoreo

Calibración

Una vez conectada toda la electrónica, y la parte mecánica, se busca referencias bibliográficas de código G y configuración. procede a calibrar y configurar los pasos de los motores, la velocidad, aceleración, cantidad de pasos por mm.

También se procede a realizar calibración de sensores para empezar etapa de práctica.

Etapa Practica

Se procede a realizar prácticas de grabado de laser, en el cual mediante diferentes experimentos se pretenden sacar conclusiones a las siguientes preguntas

- Tipo de materiales que corta y graba
- Velocidad necesaria para cortes y cuantas pasadas según los materiales
- Velocidad de grabado a escala de grises

- Que tanto afecta la velocidad y los tiempos de grabado en la calidad del producto final.

Se realiza toma de datos sobre los sensores de monitoreo. Y se lleva proceso de análisis de los valores de trabajo que va a trabajar la CNC.

Etapas de Implementación

En esta etapa se pretende luego de las etapas practicas definir:

- Valores estándar de trabajo
- Limitaciones del proyecto
- Reformas o cambios según los resultados de las practicas
- Mantenimiento
- Planteamiento de mejoras a futuro (entre lo que puede mejorar en las etapas de control y monitoreo de la CNC)
- Comparación de producto final, si cumple con los objetivos establecidos.

Especificaciones Técnicas

Mecánica de la CNC

En esta fase ofreceremos una solución al problema ya planteado en el cual lo descomponemos en partes más pequeñas para posteriormente para cada una de estas generaremos soluciones rápidas y económicas que cumplan con los objetivos que planteamos. luego mediante retroalimentación se puedan obtener recomendaciones.

Para cada una de las partes que abarca la mecánica de la máquina, inicialmente generaremos una lluvia de ideas basándonos en diversos referentes

Estructura de la Maquina.

En el apartado de la estructura la cual se plantea que sea un cuadrado de medidas de 55cm x 55 cm de medida externa en perfil de tubería cuadrada de 2"x 1" de forma que su área interna sea de 50cm x 50 cm. Que será el área de trabajo del láser, a los lados del cuadrado se agregara o conectarán los tubos que servirán de eje de movimiento del eje Y el cual tienen medida de 1"x1". Mencionadas en la siguiente **Tabla 1**.

Tabla 1

Características Tubería para Estructura Maquina

Característica	Valor
Dimensiones	2" x 1" 2m largo
Espesor (mm)	1.2mm (Calibre 18)
Peso	6.62 Kg aprox.
Material:	Hierro calidad comercial

Nota. Material que se usó para la construcción de la estructura de la CNC.

Figura 12

Tubo Cuadrado 2x1"



Nota. Perfilera metálica en hierro ideal para trabajos de ornamentación y de resistencia y características acordes para la estabilidad de la CNC, desgaste y movimiento de la CNC. Tomado de. TUBO RECTANG 2×1 CAL 20, FerroMateriales del sur. (2019).

<https://ferreteriajamundi.com/producto/tubo-rectang-2x1-cal-20-0-8mm/>

En la tubería que será el eje de desplazamiento del eje Y van las placas las cuales poseen los motores con los sistemas de transmisión y el sistema de movimiento anexo a este se interconectaran los dos perfiles del eje Y, mediante un perfil cuadrado de mismo tamaño que representara el eje X que se pueden ver en la Tabla 2.

Tabla 2*Características Tubería Usada para Ejes X, Y*

Característica	Valor
Dimensiones	1" x 1" 2metros largo
Espesor (mm)	1.2mm (Calibre 18)
Peso	5.72 kg aprox
Material	Hierro calidad comercial

Nota. Material usado para para los ejes X, Y de la CNC laser al ser una perfilería de calibre resistente permite trabajar sobre su superficie sin que se afecte demasiado el rozamiento con los rodamientos.

Figura 13*Tubería Usada en Ejes*

Nota. Perfilería metálica en hierro ideal para trabajos de ornamentación y de resistencia y características acordes para la estabilidad de la CNC, desgaste y movimiento de la CNC. Tomado de. Tubo Cuadrado 1 x 1pg x 1.2mm C18 x 6m, Homecenter. (2024).

<https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/24436/tubo-cuadrado-1-x-1pg-x-12mm-c18-x-6m/24436/>

Sistema de Movimiento

Los cuáles serán los encargados de realizar con facilidad y efectividad el movimiento generado por los sistemas de transmisión permitiendo un movimiento idóneo y fluido. Para este sistema teniendo como base o referencia los 4 sistemas que son los más usados en la fabricación y el mundo del CNC se seleccionó como base un sistema de carro de rodamientos en perfil

ranurado Vlost. Y de este se plantearon diferente lluvia de ideas y mejoras para las cuales podremos implementar.

Figura 14

Sistema de Movimiento Cama de Rodamientos Vslot



Nota. Sistema usado para diseñar el sistema de la CNC laser, en el cual se remplazarán por rodamientos comerciales los cuales son de altas velocidades y resistentes. Tomado de. Carro Rodamiento Perfil 2020 V-slot - Placa Openbuilds, Merkatronix. (2024).

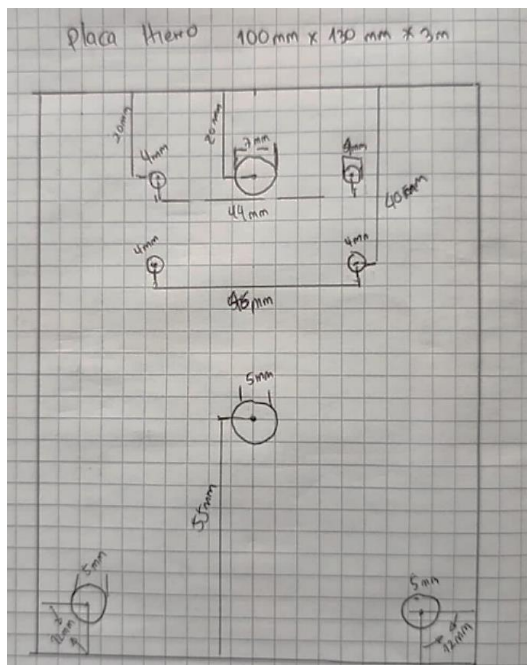
https://www.merkatronix.com/index.php?id_product=2052&controller=product&id_lang=4

EL diseño que se va a implementar es una placa de medida 130 mm largo x 100 mm ancho. Basándonos en este la idea es poder acoplar y adaptar un carro de desplazamiento que permita acomodar para perfilería de 1" (23,4mm). En este mismo diseño de placa se dejarán perforaciones de forma que se acople el motor y que el sistema de transmisión se realice en esta misma. En esta van a ir 3 ranuras de 5 mm cada una para los tornillos del sistema acompañado de 3 ranuras que serán las encargadas del acoplar el motor a esta placa. Cuenta con una ranura de 7mm central para el eje del motor y 2 agujeros de 4 mm de diámetro separados por 44mm de

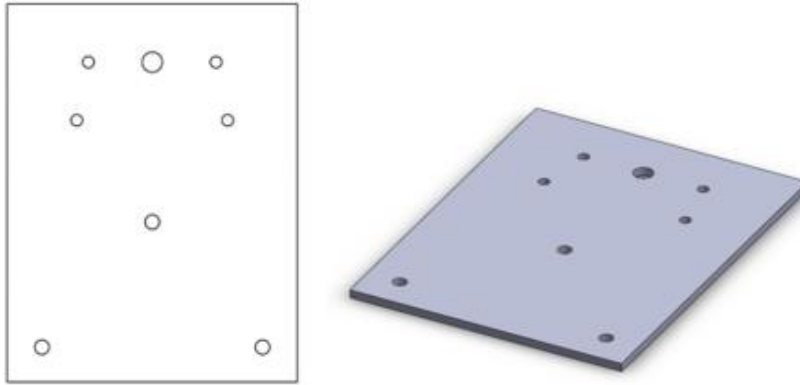
centro a centro, a su vez separados cada uno del centro de la ranura del motor a 22mm alejado del eje del motor. Luego a 20 mm al centro de estas ranuras del motor se hacen 2 ranuras más de 4 mm para los tensores de correa.

Figura 15

Boceto/ Plano de Base de Motores



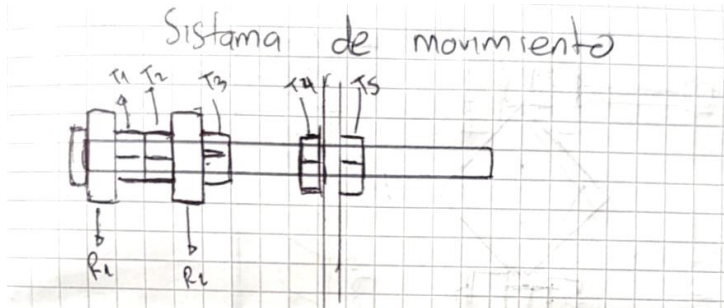
Nota. Boceto de base de motores y acoples de sistemas de movimiento y transmisión.

Figura 16*Diseño Placa de Acople*

Nota. Diseño basado en el boceto realizado, en el cual se cuenta con la ubicación de los tornillos que servirán para el sistema de movimiento y el motor con el sistema de transmisión.

Para los tornillos usaremos 3 tornillos de 64 mm de largo por 8 mm de grosor en el cual van los rodamientos 625zz para cada tornillo, donde usaremos 2 rodamientos por tornillo, y estos estarán separados por tuerca cada rodamiento. A continuación, se presentan bocetos de lo planteado en las placas y sistema de movimiento.

Rodamiento que usaremos ya que este tiene ranura interna de 5 mm y 15 mm diámetro externo, comercialmente son asequibles.

Figura 17*Boceto Sistema de Movimiento*

Nota. Boceto realizado para el tornillo con los rodamientos que formaran parte del sistema de movimiento.

Figura 18*Rodamiento 625zz*

Nota. Rodamientos usados viables para trabajos de altas velocidades y resistentes a entornos contaminados. Tomado de. Rodamiento Radial Blindado 625ZZ, Electronilab. (2024).

<https://electronilab.co/tienda/rodamiento-radial-blindado-625zz/>

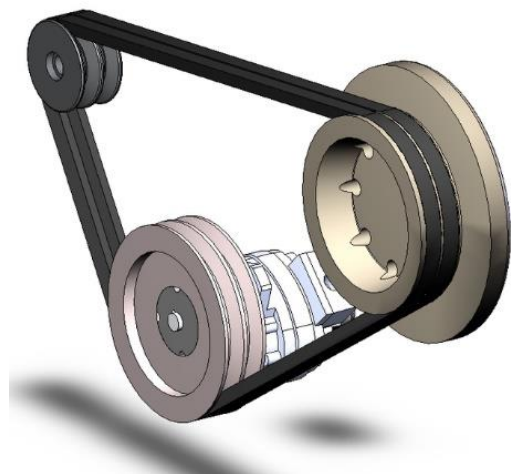
El movimiento se tiene que realizar por un perfil resistente por el cual se elige el perfil metálico cuadrado 1x1” x 1.1mm C18 en hierro. Que reemplazara a los perfiles ranurados que son de costo elevado en comparación a este. Costo de perfil ranurado por metro superior a \$25000 pesos. El precio del tubo de 6 metros de largo esta entre valores de \$50000 a 70000 pesos. Costo que es considerablemente bajo. Teniendo en cuenta que este tubo se usara más de 2 metros para los ejes X, Y.

Sistema de Transmisión

Para el sistema de transmisión se elige el sistema de polea de 5mm interior para los ejes de los motores con correa dentada de 6 mm de ancho con rodamientos para generar la tensión triangular que permite se genere la transmisión de movimiento circular a lineal.

Figura 19

Sistema de Poleas y Correas



Nota. Sistema de referencia para diseñar el sistema de transmisión de la CNC. Tomado de.

Poleas y correas, Sadi transmisiones S.L. (2024). <https://sadi transmisiones.com/poleas-correas/>

Como los motores tienen un eje de 4mm la polea ideal que se usara es una dentada de diámetro de 4 mil de ranura con sistema de ajuste de prisionero para acoplarla al eje de los motores.

Figura 20

Polea Dentada para Motores Nema

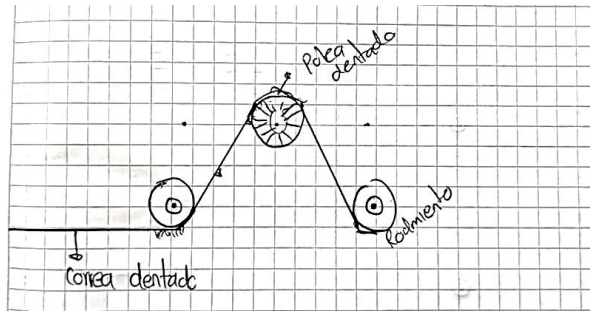


Nota. Polea de 20 dientes a un paso 2GT (2mm) de eje 6.35mm ideales para proyectos que requieren arrastre o movimiento lineales. Tomado de. Polea dentada de aluminio eje 6.35mm, Julpin. (2024). <https://www.julpin.com.co/inicio/partes-mecanicas/1757-polea-dentada-de-aluminio-eje-635mm.html>

Ahora se plantea boceto para el sistema de transferencia. Para poder diseñar o realizar un boceto se tendrá en cuenta al usar un mecanismo de correas y poleas se requiere plantear el posicionamiento de las poleas. Basados en el diseño de la Figura 19. El cual se puede ver que se ubican formando un triángulo de medidas de ángulos muy parecidas a valores de 60°.

Figura 21

Boceto de Sistema de Transmisión con Polea Dentada, Correa y Rodamientos



Nota. Boceto planteado para el sistema de transmisión el cual estará compuesto por polea dentada, correa dentada y rodamientos.

Este sistema cuenta de una la polea dentada en el motor y dos tornillos de 4 mm de grosor con dos rodamientos 624zz con arandelas que serán las que evitarían que la correa dentada se salga de los rodamientos que hacen la tensión, posicionados como se ve en la Figura 21.

Figura 22

Rodamiento 624zz.

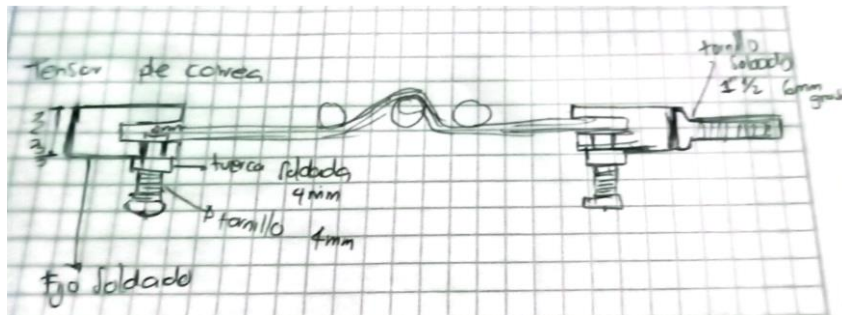


Nota. Rodamiento óptimo para trabajar a altas velocidades. Tomado de. Rodamiento metálico de bolas 624ZZ, Julpin. (2024). <https://www.julpin.com.co/inicio/partes-mecanicas/1975-mini-rodamiento-metalico-de-bolas-624zz.html>

Como la correa tiene que presentar un grado de tensión acorde para que el movimiento sea lo más natural posible se plantea sensores.

Figura 23

Boceto de Sensores de Correa.



Nota. Boceto planteado dos sensores el cual uno será fijo y el otro será ajustable por medio de tuerca y tornillo para tensionar la correa.

Electrónica

Arduino

Gracias a que es una plataforma de código abierto y está constantemente actualizada es ideal. Para este proyecto usaremos 2, uno para que funcione como controlador de la cnc conectado con una Shield CNC y sus drivers que en este caso será un Arduino UNO variedad de 14 pines digitales que funcionan entre salidas y entradas. (6 funciona como salidas PWM) 6 entradas analógicas y un oscilador de cristal de 16MHz, cuenta con una conexión USB, conector de ICSP y un botón de Reset. Para la parte de monitoreo usaremos otro para la conexión de sensores y la pantalla que nos indicara los valores tomados. Seleccionaremos al Arduino Mega basada en un microcontrolador ATmega2560. con una gran variedad de 54 pines digitales que

funcionan entre salidas y entradas. (6 funciona como salidas PWM) 16 entradas analógicas y un oscilador de cristal de 16MHz, cuenta con una conexión USB, conector de ICSP y un botón de Reset (Guedes, 2024). Características mencionadas en la Tabla 3.

Tabla 3

Características Arduino UNO R3

Característica	Rango
Microcontrolador:	ATMega328P.
Velocidad de reloj	16 MHz
Voltaje de trabajo	5 voltios
Voltaje de entrada	7,5 a 12 voltios.
Pinout	14 pines digitales (6 PWM) y 6 pines analógicos.
Puertos serie	1 por hardware
Memoria	32 KB Flash (0,5 para bootloader), 2KB RAM y 1KB Eeprom

Nota. Características de funcionamiento del Arduino UNO R3. Tomado de. ARDUINO, Guedes,

R. (2024). <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/rsuagued/arduino/>

Figura 24

Arduino UNO R3



Nota. Arduino es un equipo práctico con entradas/ salidas tanto analógicas como digitales, óptimo para proyectos de electrónica y gran compatibilidad con componentes y módulos CNC.

Tomado de. ARDUINO, Guedes, R. (2024).

<https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/rsuagued/arduino/>

Fuente de Voltaje

Usaremos una fuente de voltaje de regulada (switchada), que será la encargada de alimentar el shield CNC, los drivers de motores paso a paso, los cooler y el láser de grabado de la CNC, esta será de características de 12V y 10 A que son especialmente usadas para

dispositivos electrónicos, router, tarjetas de desarrollo, sistemas de vigilancia cerrado, DVR, Cintas led, decodificadores y diversos proyectos. Tabla 4.

Tabla 4

Características fuente voltaje

Característica	Rango
Fuente de Voltaje Suicheada (Salida)	12VDC / 10A
Voltaje de Entrada	110VAC ~ 220VAC
Frecuencia de Entrada	50 Hz / 60 Hz
Protección contra corto circuito	si
Protección contra sobrecargas	si
Temperatura de Funcionamiento	-10 °C ~ 50 °C
Humedad Relativa de Funcionamiento	20% ~ 90%.

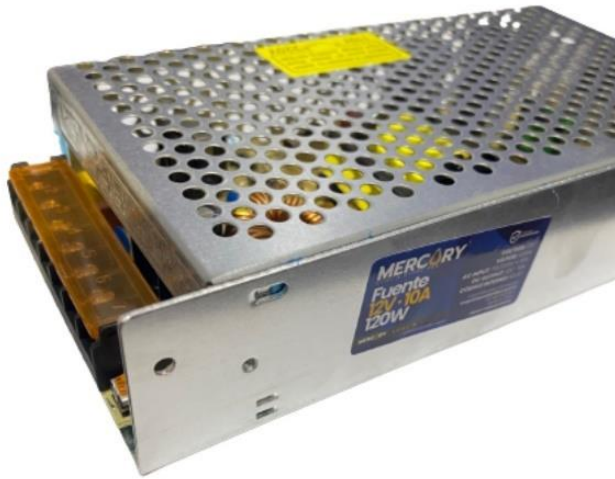
Nota. Fuente de voltaje (conmutada/ regulada) de marca Mercury son diseñadas específicamente para dispositivos eléctricos, tarjeta de desarrollo, módulos electrónicos y cámaras de seguridad.

Tomada de. Fuente 10 amp/12v suichada metálica Mercury, Farallones. (2023).

<https://faralloneselectroiluminacion.com/index.php/product/fuente-10-amp-12v-suichada-metalica-mercury/>

Figura 25

Fuente de Voltaje Suichada Mercury



Nota. Fuente de voltaje (conmutada/ regulada) de marca Mercury son diseñadas específicamente para dispositivos eléctricos, tarjeta de desarrollo, módulos electrónicos y cámaras de seguridad.

Tomada de. Fuente 10 amp/12v suichada metálica Mercury, Farallones. (2023).

<https://faralloneselectroiluminacion.com/index.php/product/fuente-10-amp-12v-suichada-metalica-mercury/>

Para la instalación de Arduino iremos a la página principal de Arduino donde cargaremos el id de Arduino que desde este subiremos la librería GRBL al primero Arduino para que este identifique que trabajara como controlador, recibiendo las señales para mover los motores nema. Para la librería GRBL la descargaremos por github que posteriormente cargaremos al Arduino. Para el Arduino que funcionara con sensores las librerías necesarias ya las trae instaladas.

Pantalla

En este apartado nos decidimos por una pantalla Tactil Lcd TFT 2.8 SPI ILI9341. La cual cuenta con resolución de 240x320 px RGB y también la opción de entrada táctil, comercialmente fácil de conseguir. Posee diferentes maneras de uso. Al igual que una librería que se puede configurar con Arduino. y es fácil de programar y diseñar interfaces gráficas ya que sus librerías y programas de diseño de interfaz están en GitHub siendo de libre uso. Tabla 5.

Tabla 5

Características Pantalla Táctil TFT ILI9341

Características	Rango
Resolución	240RGB * 320Dots RGB raya vertical
Compatibilidad	Gráficos compatibles con Adafruit_GFX con bibliotecas Arduino Adafruit_ILI9341.> Compatible con STM32.
Voltaje:	Compatible con 5V, usar con lógica de 3.3V o 5V
Dimensiones	Tamaño: 2.8 “SPI Serial área de visualización: 36.72 (W) X48.96 (H) mm Tamaño: 8,5 x 4,8 cm /
Controlador	ILI9341 matriz activa TFT a-Si
Luz de fondo	LED blanco, 262K / 65K

Nota. La pantalla viene configurada con voltajes de 0 a 3v y opción de trabajar con táctil o deshabilitarlo. Tomado de. Pantalla Tactil Lcd TFT 2.8 SPI ILI9341, Ardobot. (2024).

<https://www.ardobot.co/pantalla-tactil-lcd-tft-2-8-spi-ili9341.html>

Figura 26*Pantalla Táctil TFT ILI9341*

Nota. La pantalla cuenta con opción de insertar tarjeta microSD para visualizar imágenes grabadas en esta, cuenta con voltaje de operación de 0 a 3V, cuenta con dos modelos, uno con función táctil y la otra sin función táctil. Tomado de. Pantalla Tactil Lcd TFT 2.8 SPI ILI9341, Ardobot. (2024). <https://www.ardobot.co/pantalla-tactil-lcd-tft-2-8-spi-ili9341.html>

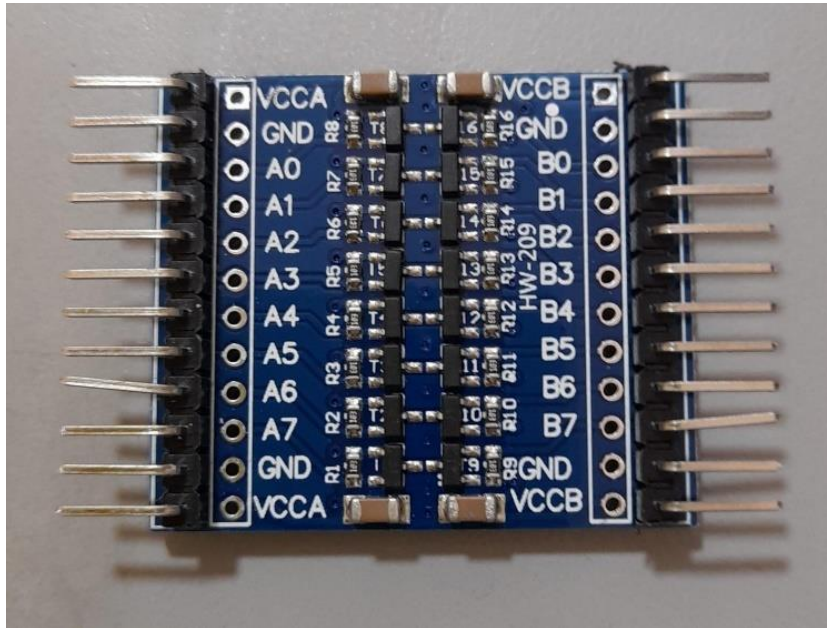
Modulo Convertidor Bidireccional

Ya que las salidas digitales de Arduino trabajan con voltaje de 0 a 5v y la pantalla tactil lcd TFT ILI9341 permite valores de 0 a 3.3v lo que genera riesgo de daño de esta y para evitar se trabajará con conversor lógico de voltaje de 5v a 3.3v, el cual tomará los valores de salida del Arduino y convertirá en valores actos para trabajo de la pantalla táctil lcd TFT ILI9341, características en la siguiente Tabla 6.

Tabla 6*Módulo de Conversión Bidireccional*

Características	Rango
Conversión	3.3V a 5V ó lo puedes trabajar también de 5V a 3.3V
Canales	8
Compatibilidad	Arduino, Raspberry PI, Microcontroladores PIC o cualquier otro dispositivo que opere voltajes de 3.3V y/o 5V
Dimensiones	45.5 mm x 31.6 mm x 7.2 mm

Nota. Módulo de conversión bidireccional de 8 vías 3,3 V-5 V 5 V-3,3 V IIC UART SPI TTL con pasadores de flexión. Tomada de. Conversor Nivel Logico Bidireccional 3.3V ~ 5V de 8 CH, Ferretronica. (2024). <https://ferretronica.com/products/conversor-nivel-logico-bidireccional-3-3v-5v-de-8-ch>

Figura 27*Módulo de Conversión Bidireccional*

Nota. Módulo de conversión bidireccional de 8 vías 3,3 V-5 V 5 V-3,3 V IIC UART SPI TTL con pasadores de flexión. Tomada de. Conversor Nivel Logico Bidireccional 3.3V ~ 5V de 8 CH, Ferretronica. (2024). <https://ferretronica.com/products/conversor-nivel-logico-bidireccional-3-3v-5v-de-8-ch>

Sensores

Para los sensores de temperatura que se usaran en el láser y en el controlador para llevar un monitoreo de la temperatura de estos.

Sensor de temperatura y humedad DHT11. el cual es ideal ya que sus medidas son óptimas, precisas y seguras, considerando que su configuración, instalación, adquisición son prácticas y sencillas. Considerando que tiene el plus de medir humedad relativa. Con salida de

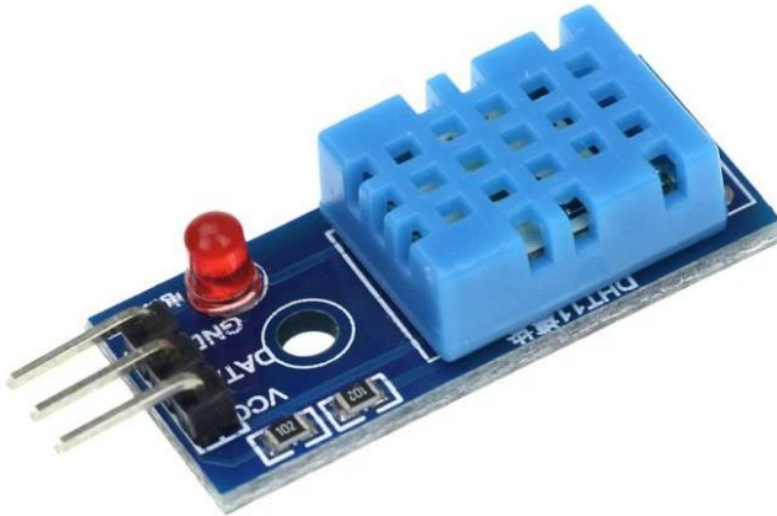
señal digital siendo de alta fiabilidad y excelente estabilidad. Con controlador de 8 bits. Al tener solo 3 pines. 2 de alimentación y uno de data. Facilita su conexión. Tabla 7.

Tabla 7

Características DHT11

Características	Rango
Voltaje de alimentación	3.3V DC ~5V DC.
Temperatura	0 - 50 ° C error de ± 2 ° C
Humedad	20% - 95% HR $\pm 5\%$ HR error
Interfaz	Digital
Dimensiones	Tamaño: 32mm * 14mm
Peso	4g
Compatibilidad	Arduino, Raspberry, ESP32

Nota. Ofrece salida de señal digital de alta fiabilidad y estabilidad a largo plazo, conectado a un controlador de 8 bits, cuenta con capacidad anti-interferencia. Tomado de. Sensor de temperatura y humedad DHT11, Julpin. (2022). <https://www.julpin.com.co/inicio/modulos-sensores/1078-sensor-de-temperatura-y-humedad-dht11.html>

Figura 28*Sensor DHT11*

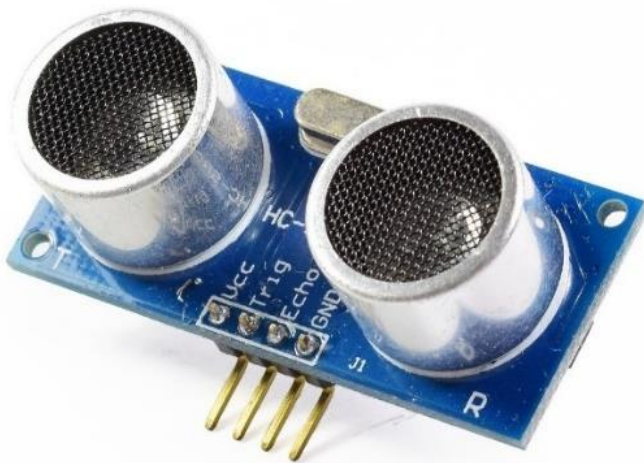
Nota. Ofrece salida de señal digital de alta fiabilidad y estabilidad a largo plazo, conectado a un controlador de 8 bits, cuenta con capacidad anti-interferencia. Tomado de. Sensor de temperatura y humedad DHT11, Julpin. (2022). <https://www.julpin.com.co/inicio/modulos-sensores/1078-sensor-de-temperatura-y-humedad-dht11.html>

Sensor ultrasonido HC-SR04. al poseer un rango de 2 a 450 cm. Con bajo consumo energético, buena precisión y un precio excelente. Al tener dos transductores un emisor y un receptor piezoeléctricos el emisor piezoeléctrico emite 8 pulsos de ultrasonido(40KHz) luego de recibir la orden en el pin TRIG, las ondas de sonido viajan en el aire y rebotan al encontrar un objeto, el sonido de rebote es detectado por el receptor piezoeléctrico, luego el pin ECHO cambia a Alto (5V) por un tiempo igual al que demoró la onda desde que fue emitida hasta que fue detectada, el tiempo del pulso ECO es medido por el microcontrolador y así se puede

calcular la distancia al objeto. El funcionamiento del sensor no se ve afectado por la luz solar o material de color negro (aunque los materiales blandos acústicamente como tela o lana pueden llegar a ser difíciles de detectar). (Naylamp Mechatronics, 2023)

Figura 29

Sensor Ultrasonido HC-SR04



Nota. Es el más utilizado en proyectos de robótica (laberinto o sumo) y automatización (medición de nivel o distancia). Tomado de. Sensor Ultrasonido HC-SR04, Naylampmechatronics. (2023). <https://naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/10-sensor-ultrasonido-hc-sr04.html>

Tabla 8*Características Sensor Ultrasonido. HC-SR04*

Características	Valor
Voltaje de Operación	5V DC
Corriente de reposo y trabajo	< 2mA / 15mA
Rango de medición:	2cm a 450cm
Precisión	+/- 3mm
Ángulo de apertura:	15°
Frecuencia de ultrasonido:	40KHz
Duración mínima del pulso de disparo TRIG	10 μ S
Duración del pulso ECO de salida (nivel TTL):	100-25000 μ S
Dimensiones:	45*20*15 mm
Tiempo mínimo de espera entre una medida	20ms (recomendable 50ms)

Nota. Cuenta con una velocidad de respuesta rápida en comparación con otros sensores de distancia o ultrasonido. Tomado de. Sensor Ultrasonido HC-SR04, Naylampmechatronics. (2023). <https://naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/10-sensor-ultrasonido-hc-sr04.html>

SHIELD y Drivers

Shield. Es óptima para este proyecto, fácil manejo, de forma que también es económica y accesible en los mercados. Con conexión Arduino la cual será la encargada de hacer la conexión entre el Arduino y los motores paso a paso, permite conectarse fácilmente a controladores de motores paso a paso, además de conexión con finales de carrera, ventiladores, etc. Como gran variedad es que posee para manejar los 3 ejes (X, Y, Z) además de la opción de un 4 motor (A) que en muchas veces se usa para clonar un motor de los 3 ejes, cuando en los modelos o diseños de las cnc emplean dos motores para un eje. Esta SHIELD trabaja con voltaje de 12 a 36 V una capacidad de corriente de 2 A por cada motor max. Características más detalladas en la Tabla 9.

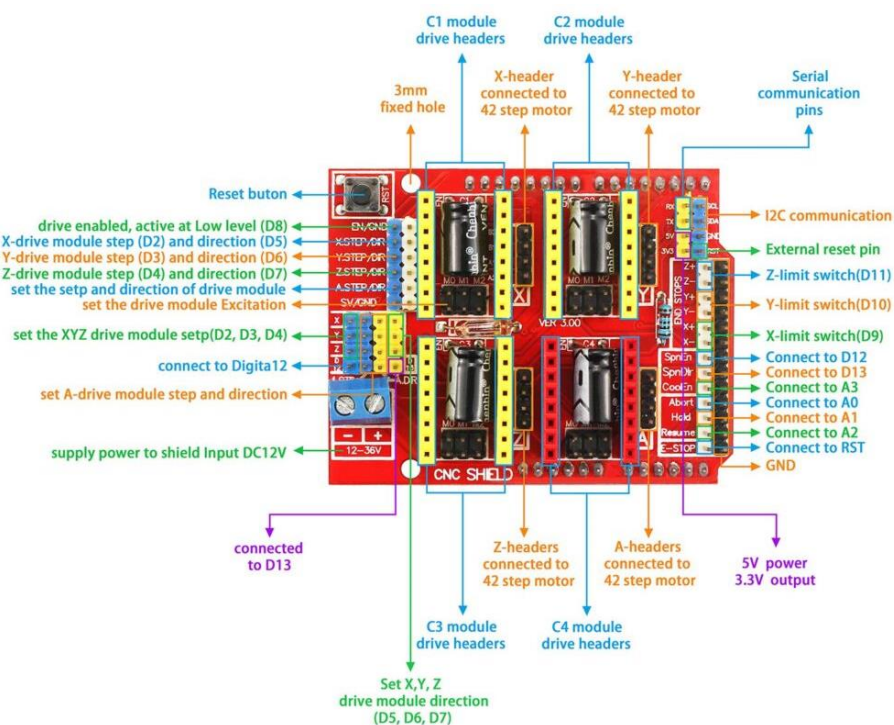
Tabla 9*Características Shield CNC Arduino UNO R3*

Característica	Valor
Voltaje de alimentación	12V-36V DC
Placas compatibles	Shield compatible con Arduino Uno R3 y Arduino Leonardo
Soporta	firmware GRBL
Conexiones extras	hasta 4 ejes independientes (X, Y, Z y duplicar uno de los anteriores o crear un eje a medida con los pines D12 y D13)
Otros	Habilitador y dirección de Spindle Habilitador de refrigerante (coolant) Diseñado para drivers Pololu A4988 o DRV8825
Configuración micropasos	Jumpers para configurar el micro-stepping de los drivers
Conexión motores	usando header o Molex hembra de 4 pines
Seguridad	Fusible en placa

Nota. Características ideales para la construcción de proyectos de robótica o proyectos CNC, para el montaje de componentes SMD en circuitos electrónicos. Tomado de. CNC Shield V3 Arduino, Novatronic. (2020). <https://novatronic.com/index.php/product/cnc-shield-v3/>

Figura 30

Distribución de Pines para Shield CNC



Nota. Distribucion de pines detalladamente, se puede observar que los motores se pueden conectar para trabajar como CNC o para otros usos. Tomado de. CNC Shield V3 Arduino, Novatronic. (2020). <https://novatronic.com/index.php/product/cnc-shield-v3/>

Drivers A4988. Este driver trabaja con voltajes de (3 a 5.5v) y permite un rango de voltaje para alimentación de los motores entre (8 a 35 V) y un máximo de 1 A de corriente sin disipador o flujo de aire forzado. Permitiendo así una gran capacidad de trabajar con motores de alto consumo. Este permite resoluciones más altas al permitir ubicaciones de pasos intermedios. Que se logran energizando las bobinas con niveles de corriente intermedios. Por ejemplo, conducir un motor en el modo de cuarto de paso le dará al motor de 200 pasos por revolución

800 microsteps por revolución usando cuatro niveles de corriente diferentes. (Garcia, 2020).

Tabla 10.

Tabla 10

Características Driver A4988

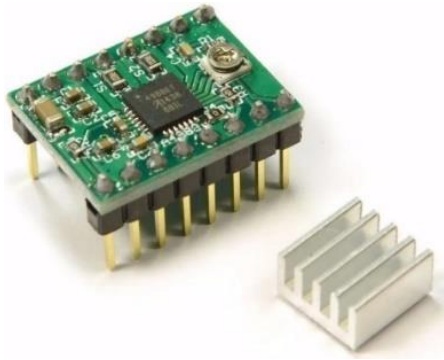
Características	Valor
Resoluciones de pasos	Paso completo, 1/2-paso, 1/4-paso, 1/8-paso, 1/16-paso y 1/32-paso
Control	Corte inteligente que selecciona automáticamente el modo correcto de caída de corriente (decaimiento rápido o decaimiento lento).
Desconexión	Térmica, bloqueo de bajo voltaje y protección contra cortocircuitos y carga en cortocircuito.
Control de corriente	Ajustable le permite configurar la salida de corriente máxima con un potenciómetro, que le permiten usar voltajes por encima del voltaje nominal de su motor paso a paso para lograr tasas de pasos más altas.

Nota. Simplifica el trabajo ya que se encarga de generar las señales necesarias para su funcionamiento, adicionalmente cuenta con protección de temperatura y corriente. Su conexión es sencilla. Tomado de. DESCRIPCIÓN DE A4988, Garcia, V. (2020).

<https://www.diarioelectronico hoy.com/blog/descripcion-del-driver-a4988>

Figura 31

Aspecto Físico de Driver A4988



Nota. Aspecto físico del driver A4988 y su protección térmica (disipador). Tomado de. DESCRIPCIÓN DE A4988, Garcia, V. (2020).

<https://www.diarioelectronicohoy.com/blog/descripcion-del-driver-a4988>

Cooler

En este apartado la principal función de estos será la ventilación y mantener la temperatura y humedad del controlador y componentes electrónicos ideales con la finalidad de evitar daños por temperaturas altas y fallos de señales y mediciones. Usaremos uno que estará encendido de manera constante que será el encargado de ventilar constantemente, debido a los climas y temperaturas altas que se sufre en la ciudad y también a trabajos constantes o posibles fallas del cooler que estará funcionando de manera fija, se tendrá otro de respaldo de manera que cuando el sensor de temperatura detecta valores altos que puedan afectar el trabajo de la CNC o la integridad de sus componentes, se enviará una señal para activar este de respaldo. Y se notificara en la pantalla la temperatura alta. Características en la Tabla 11.

Tabla 11*Características Cooler de refrigeración.*

Características	Rango
Dimensiones	El ventilador 4010 es de tamaño compacto, mide 40x40x10mm, lo que lo hace ideal para impresoras 3D donde el espacio es limitado.
Escobillas	Equipado con un motor sin escobillas, este ventilador garantiza una refrigeración eficiente sin el riesgo de degradación del cepillo del motor
Rodamiento	El ventilador cuenta con un diseño de rodamiento hidráulico que proporciona un funcionamiento suave y reduce la fricción, lo que contribuye a su longevidad
Alimentación	El ventilador viene con un terminal de 2 pines, lo que permite una fácil conexión a la placa de control de su impresora 3D para un rendimiento de refrigeración óptimo.
Usos	Con su versátil fuente de alimentación de 12V DC, este ventilador se puede utilizar en varios dispositivos electrónicos, no solo en impresoras 3D, ofreciendo flexibilidad en el uso.

Nota. Por sus características es muy usado en sistemas de microcontroladores o consolas, en el cual se necesite ventilación y reducción de temperatura de los componentes. Tomado de. Mini Cooler 12V, Marechal, F. (2024). <https://www.usinainfo.com.br/coolers-para-pc/mini-cooler-12v-30x30mm-para-projetos-6202.html>

Figura 32*Mini Cooler de Ventilación*

Nota. Gracias a su tamaño compacto y que dispone de orificios de fijación, facilitando su instalación, posee dos cables de alimentación. Tomado de. Mini Cooler 12V, Marechal, F. (2024). <https://www.usinainfo.com.br/coolers-para-pc/mini-cooler-12v-30x30mm-para-projetos-6202.html>

Modulo Relé

Este módulo de relevo de 5 V será el encargado de recibir la señal de activación del Arduino que servirá para activar el cooler de respaldo, cuenta con una capacidad máxima de carga de AC 250 V/1 A y DC 30 V/ 1 A. Que cumple la función de proteger la etapa de control

usando un optoacoplador de superficie generando estabilidad y desempeño en la tarjeta. Este trabaja con señales de activación bajas. Características más detalladas en la Tabla 12

Tabla 12

Características Modulo Relé.

Característica	Rango
Voltaje de activación	5V
Indicador	Indicador de energía y activación del relevo tipo led
Conexión	Mediante pines de terminales y bornes
Carga máxima	AC 250V/1A, DC 30V/10A
Dimensiones	17 x 43 x 18 mm
Otros	Tolerante a fallos si la linea de control se corta el relevo no puede operar

Nota. Características ideales para trabajar en proyectos que requieran etapas de potencia.

Tomado de. Relay module, Sigmaelectronica. (2024).

<https://www.sigmaelectronica.net/producto/1-relay-module/>

Figura 33

Modulo Relé



Nota. Módulo de fácil conexión e instalación, ya que cuenta con pines de conexión y su tamaño es practico. Tomado de. Relay module, Sigmaelectronica. (2024).

<https://www.sigmaelectronica.net/producto/1-relay-module/>

Motores

Para esta opción dependiendo del peso de la maquina nos guiaremos por motores paso a paso que son los más ideal para estas máquinas cnc. Ya que trabajan corriente continua en el cual no hay presencia de escobillas donde la rotación la seccionamos en número de pasos resultados de la estructura del motor. A lo que nos referenciamos de que un giro completo del motor esta dado por 360° o 200 pasos a lo que podemos entender que este realiza un paso de eje cada 1,8°.

(TEM, 2020). Dependiendo del peso de estas nos guiaremos para el uso de nema 17 o nema 23.

Características de motor nema 17 en la Tabla 13.

Tabla 13

Características Físicas y Eléctricas de Motor Nema 23

Tipo de motor	Bipolar
Ángulo de motor	1.8°
Par de retención	1.26Nm(178.5oz.in) (12.85 Kg/cm)
Corriente nominal / fase	2.8A
Resistencia de fase	3.1ohms
Voltaje	2.5V
Inductancia	2.8mH±20%(1KHz)
Diámetro del eje	Φ5mm
Longitud del eje	21mm
Número de derivaciones	4
Longitud del cable	500mm
Peso	350g

Nota. Motores útiles para trabajar en altas velocidades y con movimientos suaves. Tomado de.

Motor paso a paso – tipos y ejemplos del uso de motores paso a paso, TEM electronic

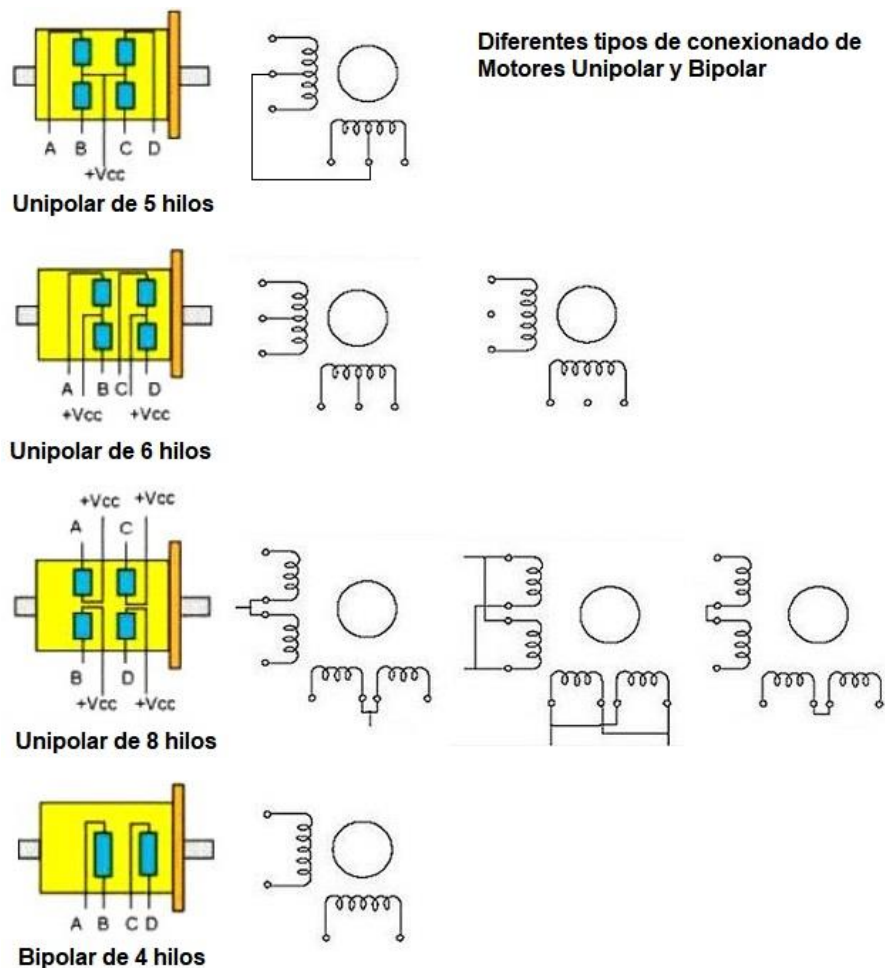
components. (2020). <https://www.tme.com/co/es/news/library-124articles/page/41861/Motor-paso-a-paso-tipos-y-ejemplos-del-uso-de-motores-paso-a-paso/>

Figura 34

Motor Nema 17



Nota. Motor nema 17 bipolar excelente para aplicaciones que requieran, fuerza, velocidad y exactitud. Tomado de. Motor paso a paso – tipos y ejemplos del uso de motores paso a paso, TEM electronic components. (2020). <https://www.tme.com/co/es/news/library-124articles/page/41861/Motor-paso-a-paso-tipos-y-ejemplos-del-uso-de-motores-paso-a-paso/>

Figura 35*Conexión Unipolar y Bipolar*

Nota. Según el tipo de motor que se desee trabajar se debe verificar cuales son los cables de bobina que se trabajaran si son unipolar, si son bipolar solo se requiere identificar las dos bobinas. Tomado de. Motor paso a paso – tipos y ejemplos del uso de motores paso a paso, TEM electronic components. (2020). <https://www.tme.com/co/es/news/library-124articles/page/41861/Motor-paso-a-paso-tipos-y-ejemplos-del-uso-de-motores-paso-a-paso/>

Dependiendo del tipo de motor que trabajemos ya sea unipolar o bipolar, se tendrán en cuenta los pares de cables se usaran para la conexión de las bobinas de los motores para esto tendremos en cuenta la información de la Figura 35. *¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.* Por otro lado, también hay que tener en cuenta otra forma de poder identificar las bobinas y los cables que trabajaremos si contamos con motores unipolares será:

Identificar los cables correspondientes a cada bobina, como los identificaremos, será mediante el multímetro en modo continuidad, los cables que suene continuidad serán pertenecientes a una bobina.

Al ser 3 o más cables para cada bobina, se seleccionará el par que presente mayor resistencia, para este caso se medirá la resistencia que genere entre los cables que tuvieron continuidad y fueron separados por aparte identificados de cada bobina.

Laser Diodo

Un diodo láser está estrechamente relacionado con los LED, diodos emisores de luz. La principal diferencia es que un láser de diodo está diseñado para emitir luz láser de onda corta. Dado que los diodos son siempre semiconductores, estos tipos de láser también se denominan "láseres semiconductores". seleccionamos diodo láser azul genera luz láser con una longitud de onda de 445 a 455 nanómetros. El nitruro de indio y galio se utiliza como material para el semiconductor. El diodo láser se utiliza, por ejemplo, en proyectores DLP o en los faros de los coches. Además, nuestros láseres de grabado y corte funcionan con precisión en este espectro de luz. (Philipp, 2022) ya que sus prestaciones son óptimas para este tipo de proyectos, ya que estos presentan un módulo de control de pwm que permite graduar la intensidad de laser para poder realizar grabados en escala de grises. Y sus costos son asequibles. Cabe mencionar que para

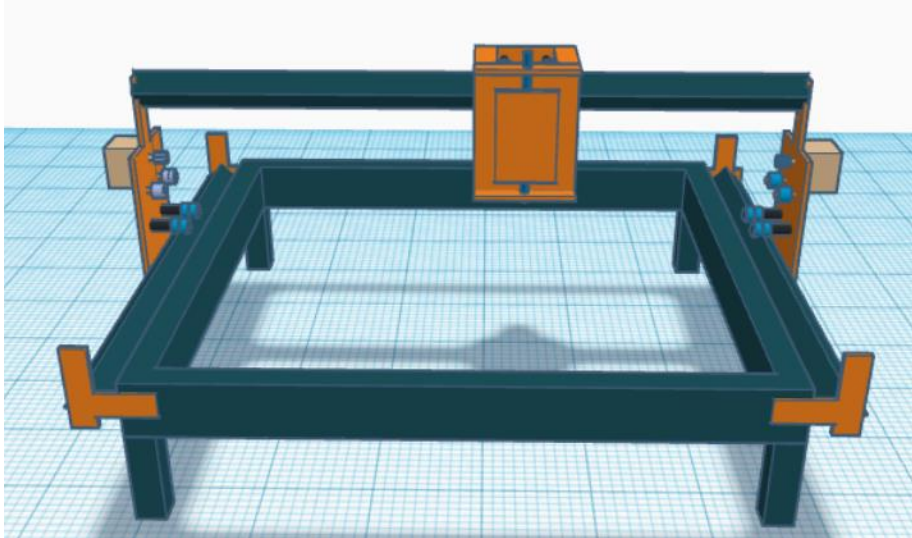
labores de corte presentan dificultades, se pretende a futuro cambiar a un láser de CO2 que presentan mejores cualidades para cortes. El láser se seleccionó presenta un potenciómetro de ajuste para probar y graduar manualmente la potencia y el enfoque de este.

Figura 36

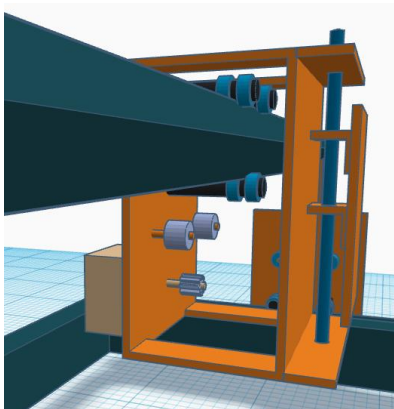
Laser Diodo 2500mw



Nota. Laser de diodo azul, de una potencia de salida óptica de 2500mW ideal para trabajos de grabado en materiales duros y corte en ciertos materiales blandos.

Planos, Diagramas, Simulaciones y Códigos.*Simulación estructura de la CNC.***Figura 37***Modelado CNC Laser Estructura y Sistemas Mecánicos*

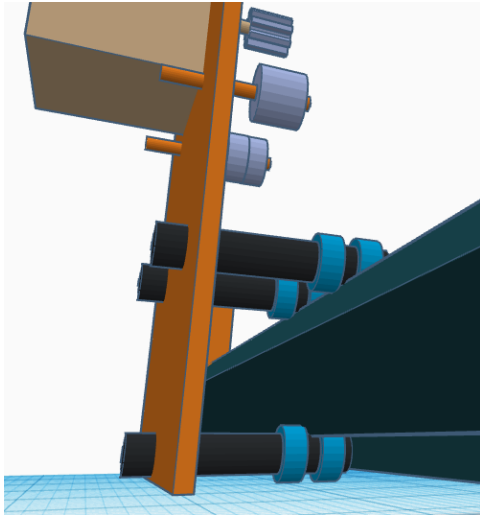
Nota. Modelado CNC laser estructura y sistemas mecánicos diseñado en Tinkercad.

Figura 38*Modelado Base Sistema de Movimiento para Eje X, Y con Base para Laser*

Nota. Vista del eje X con la placa de soporte del láser, diseñado en Tinkercad.

Figura 39

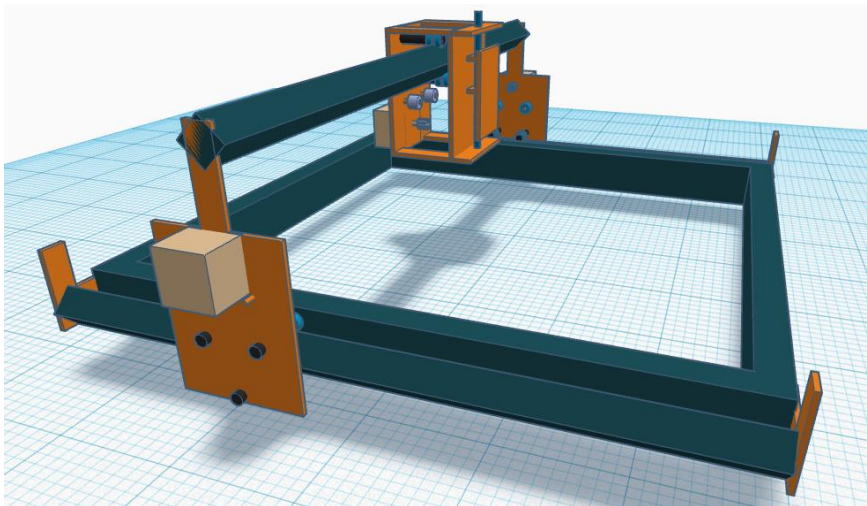
Modelado Sistema de Movimiento por Rodamiento y Riel



Nota. Vista inferior del sistema de movimiento en el rodamiento y perfil, diseñado en Tinkercad.

Figura 40

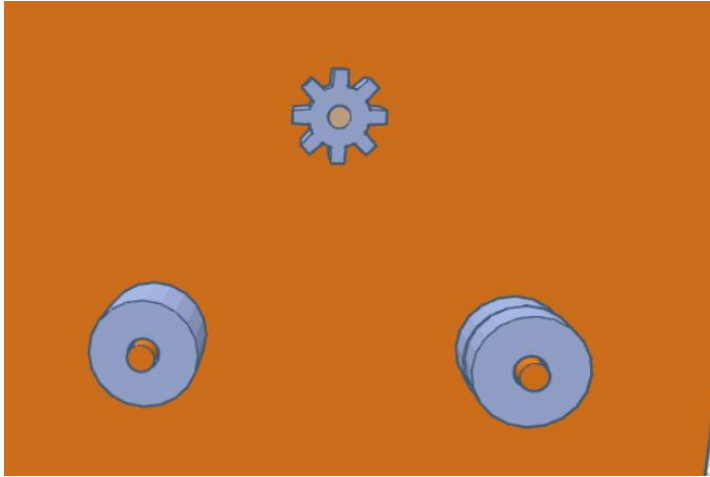
Vista Lateral de Modelado de la CNC



Nota. Vista lateral del modelado de la CNC implementado todos los ejes, diseñado en Tinkercad.

Figura 41

Sistema de Transmisión de Movimiento Circular a Lineal.



Nota. Simulación del sistema de transmisión empleado para convertir el movimiento giratorio del motor en movimiento lineal, diseñado en Tinkercad.

En el modelado de la CNC se puede observar que es un diseño liviano, practico en el cual se tiene un área de trabajo cuadrada, de medidas de 50x50 cm y altura de 12 cm permitiendo gran espacio para grabar diferentes tipos de objetos y materiales. Se usará en el prototipo material metálico para cada una de las partes. (excepto la correa dentada). Como podemos ver en las figuras Figura 38 y Figura 39 se trabajará el movimiento mediante 3 pares de rodamiento sobre un perfil cuadrado de hierro, que será el encargado de plasmar el movimiento giratorio del motor transformado por el sistema de transmisión a movimiento lineal. En las figuras Figura 40 y Figura 37 logramos observar las vistas completas del diseño que tendrá la CNC laser para sus apartados de estructura y sistemas de movimientos y mecánica. Por otro lado, como se va aprovechar el movimiento circular realizado por el motor para convertirlo en movimiento lineal

como se planteó en la Figura 21, en la simulación y en la placa base de motor y sistema de movimiento estará instalado el sistema de transmisión como se puede ver en la Figura 41.

Para el desarrollo de la simulación de la estructura y la parte mecánica de la CNC se usó el programa Tinkercad el cual es online y permite diseño y modelado 3D online que facilita la creación de proyectos de animación digital a una variedad de usuarios (desde principiantes hasta a expertos).

Tinkercad probablemente sea una de las herramientas de modelado 3D para imprimir más sencillas e intuitivas disponibles a nivel mundial. (Mejia, 2021).

Características del software

- Crea diseños en 3D utilizando la pantalla táctil en tu iPad.
- Puedes ver tus diseños en 3D con realidad aumentada desde la aplicación.
- Utiliza código Arduino a través de Tinkercad Codeblocks.
- Compatible con Apple Pencil.
- Importa archivos STL 3D a la aplicación para diseñarlos.
- Exporta y descarga archivos USDZ, SVG y modelos STL.
- Requiere internet. Los circuitos de Tinkercad son solo para visualización.

Figura 42

Logo AUTODESK TINKERCAD



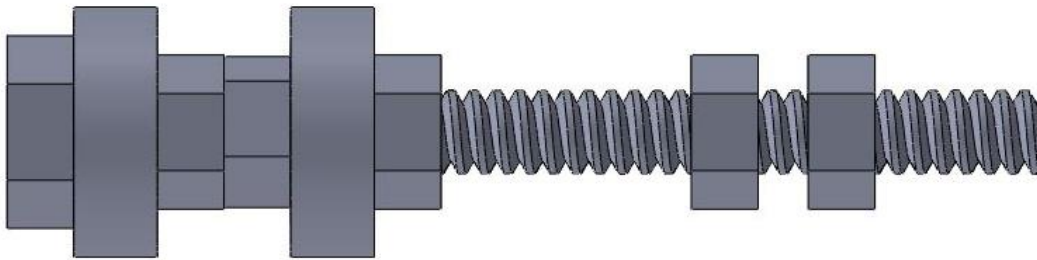
Nota. Tinkercad es una aplicación web gratuita para diseño 3D, electrónica y codificación, líder a nivel mundial en estas áreas, ideal para introducir en el mundo de Autodesk. Tomado de.

Tinkercad, Tinkercad. (2024). <https://www.tinkercad.com/>

La placa donde están instalados los motores y los sistemas de movimiento y translación, será la que se usó en la Figura 16 de movimiento por rodamientos de forma que se desplace por las esquinas de los perfiles ranurados. Usando de referencia el boceto de la Figura 17. Se diseño y simulo la siguiente solución.

Figura 43

Ensamble de Tornillo con Rodamiento y Tuercas para el Sistema de Movimiento



Nota. Diseño que será el encargado de realizar el movimiento de la CNC, diseñado en Solidworks.

En el diseño que se acaba de presentar será el encargado de realizar el movimiento donde los rodamientos se desplazaran gracias a que por la separación de 6 mm que esta entre los dos rodamientos se ubica la tubería de acero de pulgada y media. El software usado para el diseño de la pieza fue SolidWorks. En las piezas Figura 16 y Figura 43.

Características SolidWorks

Velocidad y precisión: acelere el análisis y mejore la precisión combinando elementos lineales y cuadráticos en el mismo estudio de simulación.

Conectores de pasador y perno: deforma las caras unidas a los conectores de pasador y perno.

Modelos de vigas: importe las temperaturas para realizar un análisis de tensiones después de ejecutar un análisis térmico en un modelo con vigas.

Entidades de silueta: cree múltiples entidades de croquis proyectando el contorno de los cuerpos componentes en un plano de croquis paralelo.

Relación de continuidad de torsión: logre la curvatura G3 entre curvas esbozadas, lo que permite una transición perfecta.

Hacer parte flexible: muestra la misma parte en diferentes condiciones en el mismo ensamblaje. Por ejemplo, muestre un resorte comprimido y en toda su longitud en el mismo conjunto.

Envelope Publisher: incluya componentes de un ensamblaje de nivel superior como sobres en un sub-ensamblaje.

Revisión de diseño grande: cree relaciones de posición con la geometría de referencia de los componentes, cree y edite patrones de componentes lineales y circulares, edite patrones de componentes controlados por patrones y bocetos.

Modo de detalle: abra los dibujos en cuestión de segundos mientras mantiene la capacidad de agregar y editar anotaciones

Aceleración de gráficos para dibujos: mejore las velocidades de fotogramas al desplazarse y hacer zoom dentro de los dibujos con renderizado acelerado por hardware.

Figura 44

Logo SolidWorks



Nota. Software de diseño CAD 3D excelente para modelar piezas y ensamblajes en 3D y planos

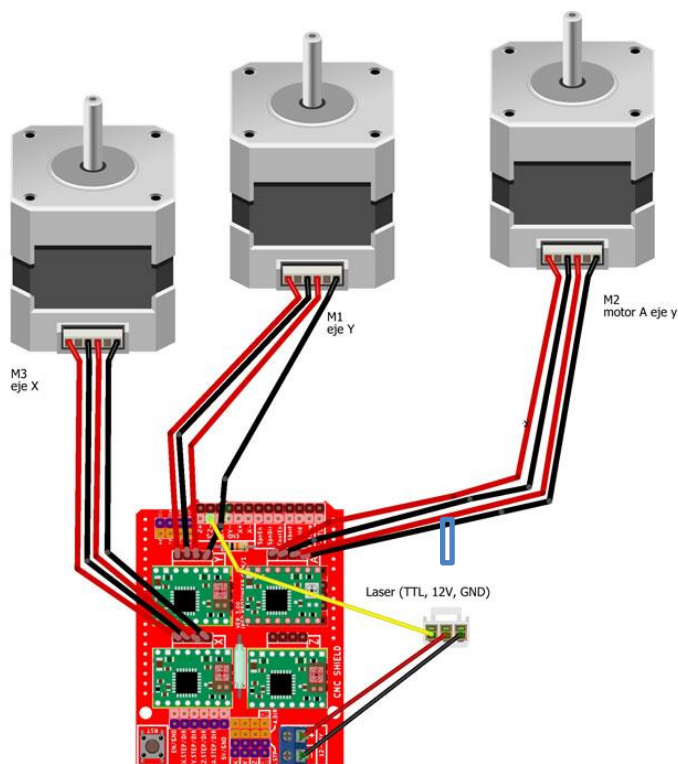
2D. Tomado de. SOLIDWORKS. Qué es y para qué sirve, solid-bi. (2017). [https://solid-](https://solid-bi.es/solidworks/?v=ab6c04006660)

[bi.es/solidworks/?v=ab6c04006660](https://solid-bi.es/solidworks/?v=ab6c04006660)

Conexión de Eléctrica y Electrónica de la CNC.

Figura 45

Diagrama de conexiones de los motores nema, laser y placa Shield CNC Arduino



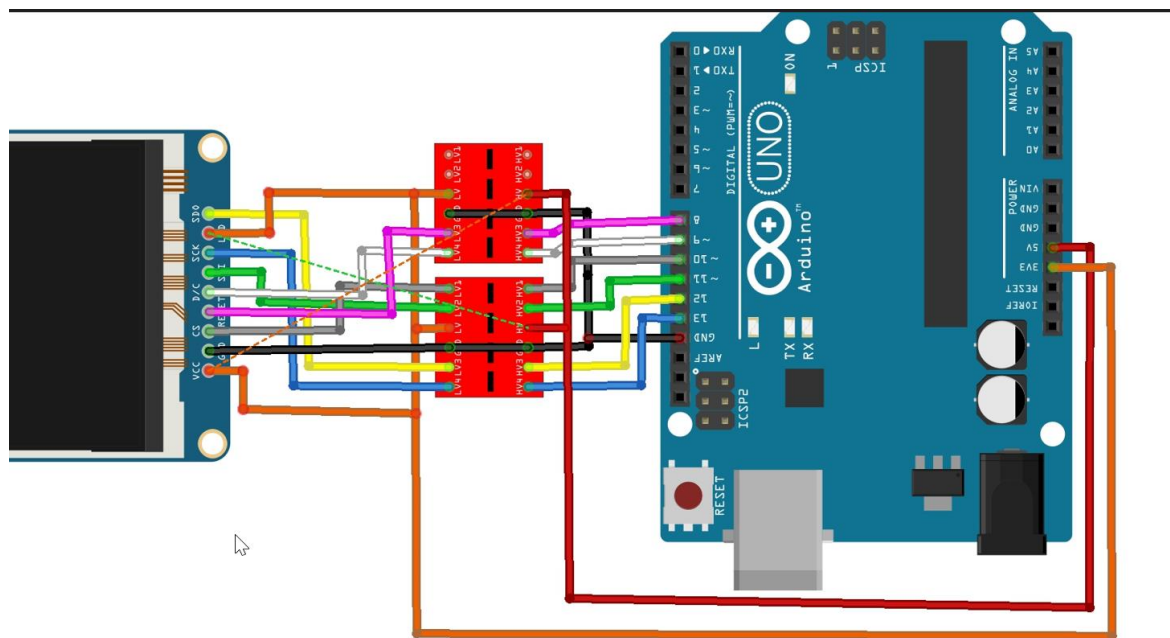
Nota. Esquema de conexión entre la shield CNC con los motores y el láser, diseñado en Fritzing.

Como se puede observar en la Figura 45 este se ven los motores habilitados para los ejes X, Y y el motor del driver A clonando el movimiento del eje Y. de momento se deja el eje Z no conectado ya que para la CNC laser no se requiere este eje, ya que su altura se puede graduar manualmente. se logra ver el rectángulo azul simbolizando que esos dos pines se unen para que el Shield reconozca al motor A como clon del eje Y. la conexión al laser se hace por el pin del z- que va conectado a la señal pwm o del pin 11 del Arduino, y la alimentación de 12 V y GND.

Conexión Pantalla

Figura 46

Conexión Pantalla TFT ILI9341 con Arduino UNO



Nota. En este diseño se realizó la conexión entre la pantalla y Arduino, gracias al convertidor lógico de voltajes, diseñado en Fritzing.

En esta configuración de la Figura 46 pantalla con Arduino tenemos que utilizar un convertidor lógico de voltaje de 5v a 3.3v ya que la pantalla TFT ILI9341 trabaja valores digitales de 0 a 3.3v debido a que las salidas de los pines del Arduino son de 0 a 5v, por lo que se requiere el convertidor lógico de voltaje para no dañar la pantalla, esa es la configuración el cual el convertidor requiere alimentación tanto de 5v y 3.3v para hacer la conversión bidireccional ya que también si recibe señales de 3.3v hará la conversión a 5v y viceversa. Acorde para que

funcione. Donde trabajaremos la siguiente configuración de pines que usaremos en la conexión física especificada en la siguiente tabla.

Tabla 14

Conexiones Arduino a Convertidor y Convertidor a Pantalla

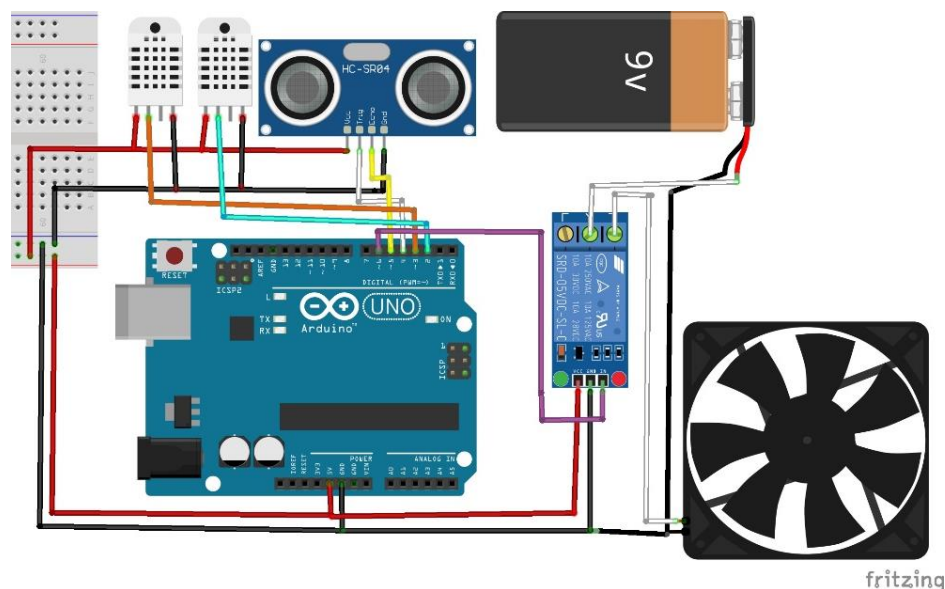
Arduino	Convertidor lógico	Convertidor lógico	Pantalla
13	B7	A7	SCK
12	B6	A6	MISO
11	B5	A5	MOSI
10	B4	A4	CS
9	B3	A3	DC
8	B2	A2	RESET
7	B1	A1	TS_CS
3.3 v		3,3v	Led, Vcc
5v	5v		
GND	GND	GND	GND

Nota. Conexión utilizada para unir la pantalla el convertidor lógico y Arduino.

Conexión Sensores y Actuadores

Figura 47

Conexión Sensores y Actuador



Nota. Diagrama de conexión electrónica de los sensores y actuadores a Arduino.

Como se puede observar en el diagrama de conexiones de la Figura 47 la cual realizamos la conexión de dos sensores DHT11, un ultrasonido y un módulo relé que será el encargado de recibir la señal de activación del cooler de respaldo que tendrá la función de ayudar a reducir las temperaturas altas del controlador y demás componentes eléctricos. En el cual el cooler estará conectado a la común y el normalmente abierto del módulo esperando la señal de activación mediante el pin 6 de Arduino. Por parte de los sensores de temperatura tenemos que estarán conectados sus señales de activación a los pines 2 y 3 del Arduino. El ultrasonido tendrá dos conexiones de señal las cuales son el Echo (pin 5 Arduino) y Trigger (pin 4 Arduino). Y sus respectivas alimentaciones de 5V y GND de los sensores y el módulo relay.

Al momento de realizar el diseño de las conexiones eléctricas y diseño de los planos electrónicos usamos Fritzing como software de diseño. El cual es de open source que permite crear y diseñar circuitos. Su interfaz es sencilla e intuitiva, y se complementa con otras iniciativas como Processing y Arduino, formando así un ecosistema que permite a los usuarios documentar y compartir sus prototipos, enseñar electrónica y crear esquemas de circuitos impresos.

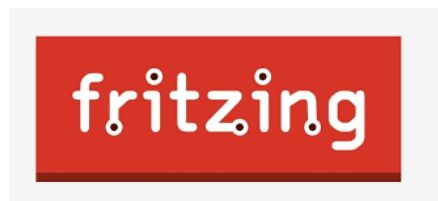
Es un software referente en el diseño electrónico libre ya que permite a diseñadores, artistas, investigadores y aficionados poder crear sus prototipos basados en Arduino y crear esquemas de circuitos impresos para su posterior fabricación. (oshlumh, 2014)

Sus principales características:

- Vistas. Puedes trabajar con tres vistas diferentes: Protoboard, esquema y PCB.
- Lista de componentes. Tienes acceso a una gran biblioteca de componentes para armar tus circuitos, desde los más básicos hasta placas como Arduino y Raspberry Pi. (oshlumh, 2014).

Figura 48

Logo Fritzing

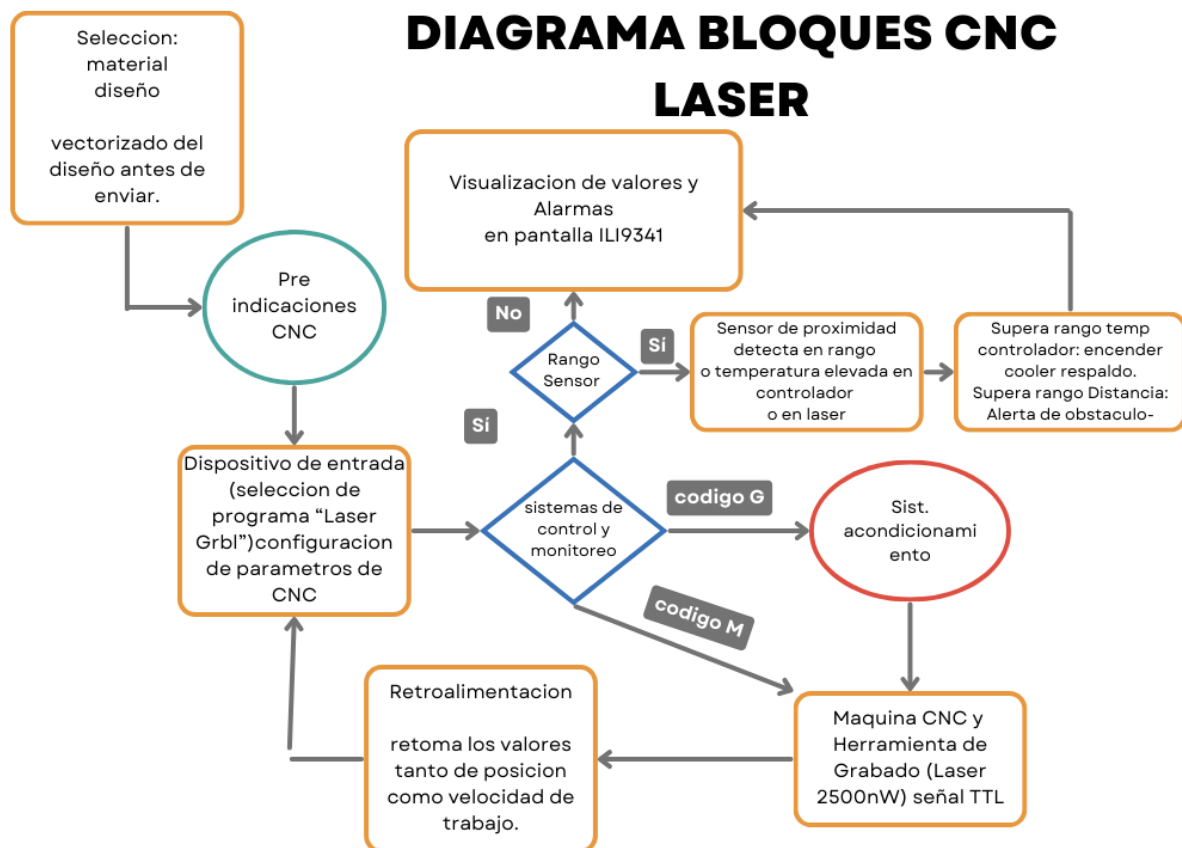


Nota. Iniciativa de hardware de código abierto. Tomado de. Lanzamiento de Fritzing 1.0.4, Kjell. (2024). <https://blog.fritzing.org/author/kjell/>

Diagrama CNC

Figura 49

Diagrama de Bloques Funcionamiento CNC Laser



Nota. Diagrama de bloques funcionamiento CNC laser, en el cual se explica como es el paso a paso de uso de la CNC, realizado en canva.

En este diagrama de bloques se plantea detalladamente o desglosar más a fondo los elementos necesarios para diseñar la CNC y tener en cuenta para su monitoreo e

implementación. En el cual teniendo en cuenta las partes que la conforman como la mecánica, electrónica y sensorica de esta.

Código.

Para poder realizar el código se requirió apoyo y como base guías como uso de librerías y apoyo en la página oficial de Arduino

```
//incluimos las librerias necesarias para controlar la pantalla y sensores
#include "SPI.h"
#include "Adafruit_GFX.h"
#include "Adafruit_ILI9341.h"
#include "DHT.h"
// definimos variables y puertos a usar
const int Trigger = 4; //Pin digital 2 para el Trigger del sensor
const int Echo = 5;
#define TFT_DC 9
#define TFT_CS 10
#define TFT_RST 8
#define DHTPIN2 3
#define DHTPIN1 2
#define DHTTYPE DHT11
#define cooler 6
float t1;
float t2;
long ta; //timepo que demora en llegar el eco
long d;
long tiempoUltimaLectura=0;;

//definimos pines a usar en pantalla y tipo de sensores a usar
Adafruit_ILI9341 tft = Adafruit_ILI9341(TFT_CS, TFT_DC, TFT_RST);
DHT dht2(DHTPIN2, DHTTYPE);
DHT dht1(DHTPIN1, DHTTYPE);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println(F("DHTxx test!"));
  dht2.begin();
  dht1.begin();
  pinMode(cooler, OUTPUT);
  digitalWrite(cooler, HIGH);
  pinMode(Trigger, OUTPUT); //pin como salida
  pinMode(Echo, INPUT);
  digitalWrite(Trigger, LOW);
}
```

```

pinMode(TFT_CS, OUTPUT);
pinMode(7, OUTPUT);
digitalWrite(TFT_CS, LOW);
digitalWrite(7, LOW);
tft.begin();
tft.setRotation(0);
limpiar();

}

void loop()
{
  menu();
  if(millis()-tiempoUltimaLectura>2000)
  {
    digitalWrite(Triquer, HIGH);
    delayMicroseconds(10);          //Enviamos un pulso de 10us
    digitalWrite(Triquer, LOW);
    ta = pulseIn(Echo, HIGH); //obtenemos el ancho del pulso
    d = ta/59;
    t1 = dht1.readTemperature();
    t2 = dht2.readTemperature();

    Serial.print(F("% Temperature1: "));
    Serial.print(t1);
    Serial.print(F("°C "));
    Serial.print(F("% Temperature2: "));
    Serial.print(t2);
    Serial.println(F("°C "));
    Serial.print(("% cm"));
    Serial.println(d);
    tft.setTextColor(ILI9341_NAVY,ILI9341_WHITE);
    tft.setTextSize(6);
    tft.setCursor(35, 66);
    tft.print(t1);
    tft.setCursor(35, 149);
    tft.print(t2);
    tft.setCursor(35, 231);
    tft.setTextColor(ILI9341_NAVY,ILI9341_WHITE);
    tft.print(d);
    tft.print(" ");
    while(t1 > 38.00)
    {
      controlalarma();
      digitalWrite(cooler, LOW);
    }

    while(t2 > 38.50)
    {

```

```

    laseralarma();
}
while(d <50 && t2 <= 38.50 && t1 <=38.00)
{
    distalarma();
}
delay(10);

}
}
void laseralarma()
{
    limpiar();
    tft.setTextColor(ILI9341_NAVY,ILI9341_WHITE);
    tft.setTextSize(3);
    tft.setCursor(35, 66);
    tft.print("Peligro");// sensor laser
    tft.setCursor(35, 149);
    tft.print("Temp Laser Alta");

}
void distalarma()
{
    limpiar();
    tft.setTextColor(ILI9341_NAVY,ILI9341_WHITE);
    tft.setTextSize(3);
    tft.setCursor(35, 66);
    tft.print(" Peligro");// sensor laser
    tft.setCursor(35, 149);
    tft.print(" Objeto cerca ");
    tft.setCursor(35, 231);
    tft.setTextColor(ILI9341_NAVY,ILI9341_WHITE);
    tft.print("Area de Trabajo");

}
void controlalarma()
{
    limpiar();
    tft.setTextColor(ILI9341_NAVY,ILI9341_WHITE);
    tft.setTextSize(3);
    tft.setCursor(35, 66);
    tft.print(" Peligro");// sensor laser
    tft.setCursor(35, 149);
    tft.print(" Temp control ");
    tft.setCursor(35, 231);
    tft.setTextColor(ILI9341_NAVY,ILI9341_WHITE);
    tft.print(" Alta");

}
void limpiar()

```

```

{
  tft.fillScreen(ILI9341_WHITE);
  tft.fillRect(0, 0, 240, 30,ILI9341_YELLOW);
  tft.setTextColor(ILI9341_BLACK);
  tft.setTextSize(2);
  tft.setCursor(47, 5);
  tft.print("Monitoreo CNC");

  tft.fillRect(0, 282, 240, 40,ILI9341_NAVY);
  tft.setTextColor(ILI9341_WHITE);
  tft.setTextSize(3);
  tft.setCursor(90, 290);
  tft.print("UNAD");
}

void menu()
{
  //zona impresion de temperatura de controlador
  tft.drawFastHLine(0, 30, 240,ILI9341_BLUE);
  tft.fillRect(0, 32, 240, 30,ILI9341_GREEN);
  tft.drawFastHLine(0, 62, 240,ILI9341_BLUE);
  tft.setCursor(50, 39);
  tft.print("Temp Control:");// sensor controlador
  //zona impresion de temperatura de laser
  tft.drawFastHLine(0, 114, 240,ILI9341_BLUE);
  tft.fillRect(0, 116, 240, 30,ILI9341_GREEN);
  tft.drawFastHLine(0, 145, 240,ILI9341_BLUE);
  tft.setCursor(15, 122);
  tft.print("Temperatura Laser:");// sensor laser
  //zona impresion de sensor proximidad
  tft.drawFastHLine(0, 197, 240,ILI9341_BLUE);
  tft.fillRect(0, 199, 240, 30,ILI9341_GREEN);
  tft.drawFastHLine(0, 228, 240,ILI9341_BLUE);
  tft.setCursor(40, 205);
  tft.print("Sen Proximidad:");
  // zona diseño UNAD
}

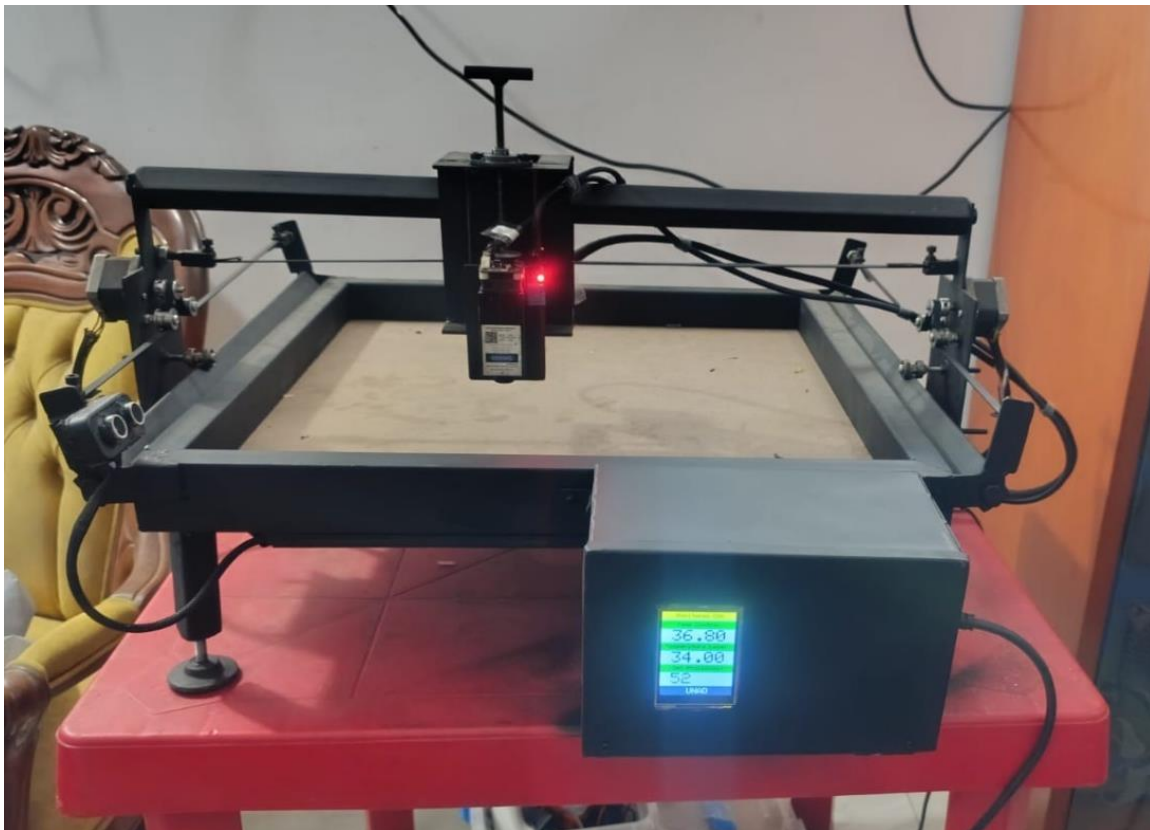
```

Implementación de la solución

En este apartado procedemos a realizar la fabricación de la CNC y su respectivo ensamble de la mecánica y electrónica de esta. Teniendo como referencia lo plasmado y diseñado en Figura 15, Figura 37, Figura 38 y Figura 39.

Figura 50

Resultado Final CNC



Nota. CNC finalizada en funcionamiento con sus sistemas de monitoreo y alarma.

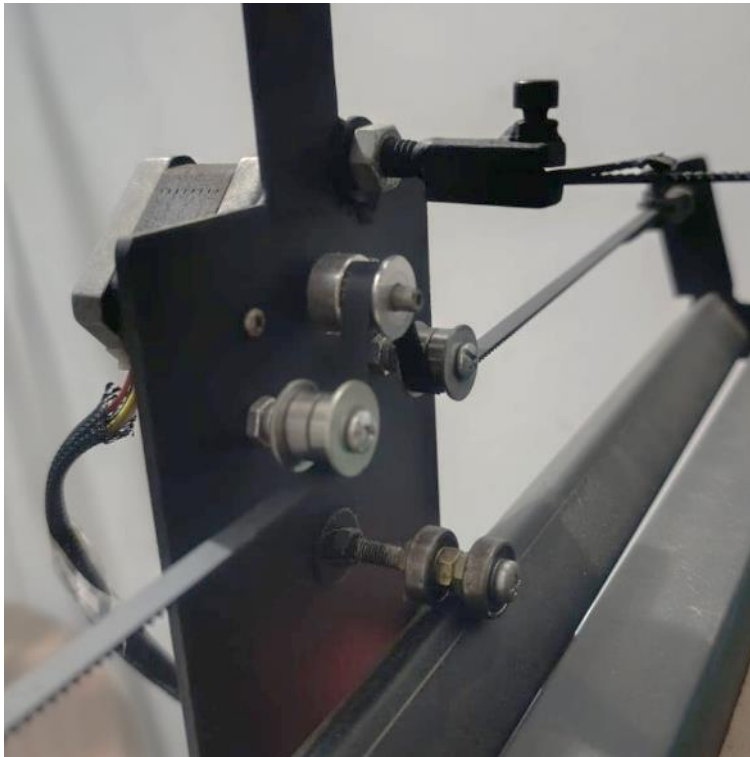
Más detalladamente en este diseño los sistemas de movimiento y transmisión estarán en la misma placa de los motores para cada eje (X, Y, A). Destacando que este eje Y tendrá instalados dos motores uno clonando el movimiento del otro para poder realizar un movimiento

acorde ya que el tamaño que tiene la maquina requiere de dos motores para que pueda trabajar bien. Entonces cuenta con dos sistemas de transmisión y movimiento con motor en cada lado de la máquina que formarían el eje Y.

Mecánica CNC

Figura 51

Sistema de Movimiento para los Ejes Y

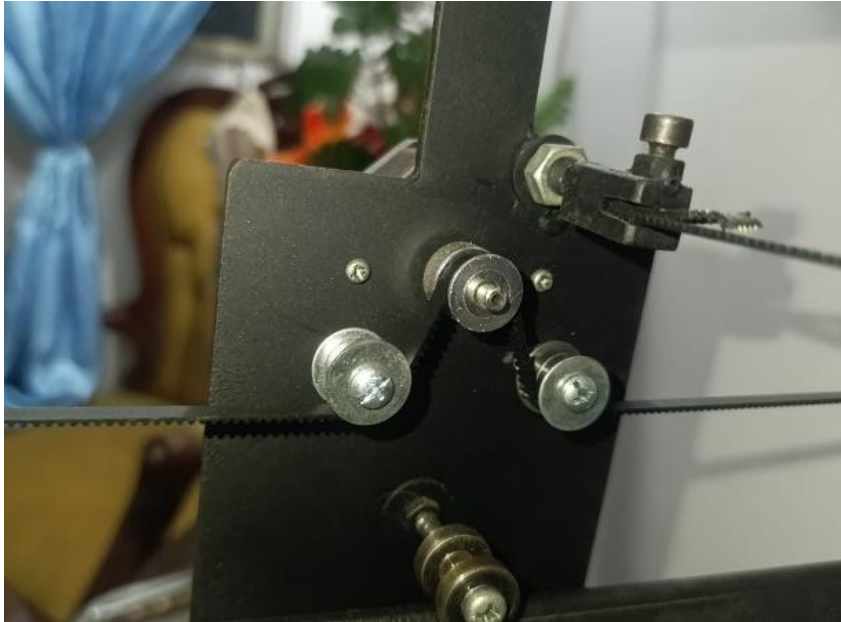


Nota. Resultado final del sistema de movimiento para el eje X.

Figura 52*Sistema de Movimiento Ejes y Vista Trasera*

Nota. Vista trasera del sistema de movimiento del eje X.

Por otro lado, observamos que para los sistemas de transmisión que están en la placa conectados al motor también y de forma junta al sistema de movimiento y podemos observar los tensores de correa que se crearon para el diseño. De forma que se pueda convertir el movimiento circular de los motores en movimientos lineales. Se plasmó lo planteado en la Figura 21 y desarrollado en la Figura 52.

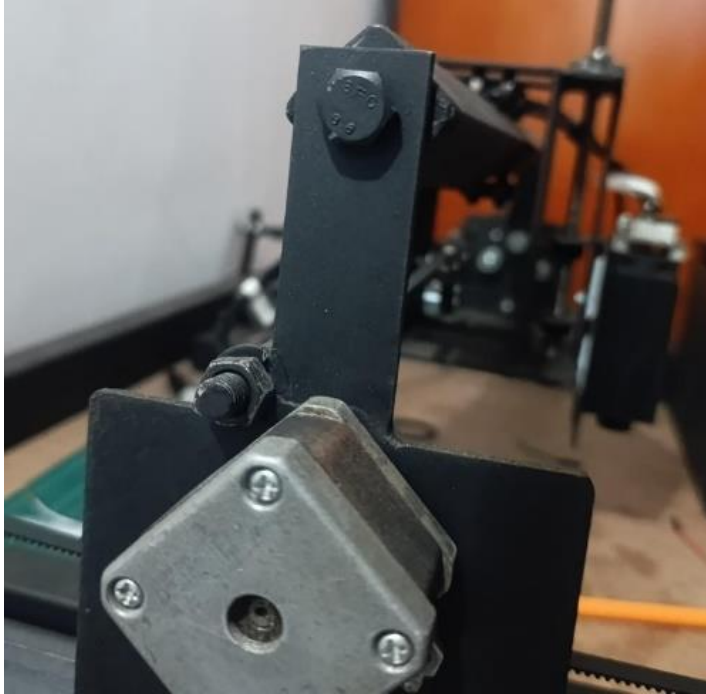
Figura 53*Sistema de Transmisión y Tensor*

Nota. Resultado final de los diseños para el sistema de transmisión y el tensor de correa.

De esta misma forma al tener el motor acoplado a la lámina y también se realizó la unión de una lámina el cual tiene ranura para tornillo y ajusta con la tuerca que se soldó en la base de la tubería cuadrada que sirve eje X. de manera que permite unir y acoplar el eje X al eje Y cómo se puede ver en la siguiente imagen.

Figura 54

Unión Entre el Eje X con la Lámina de los Ejes Y con el Motor Acoplado

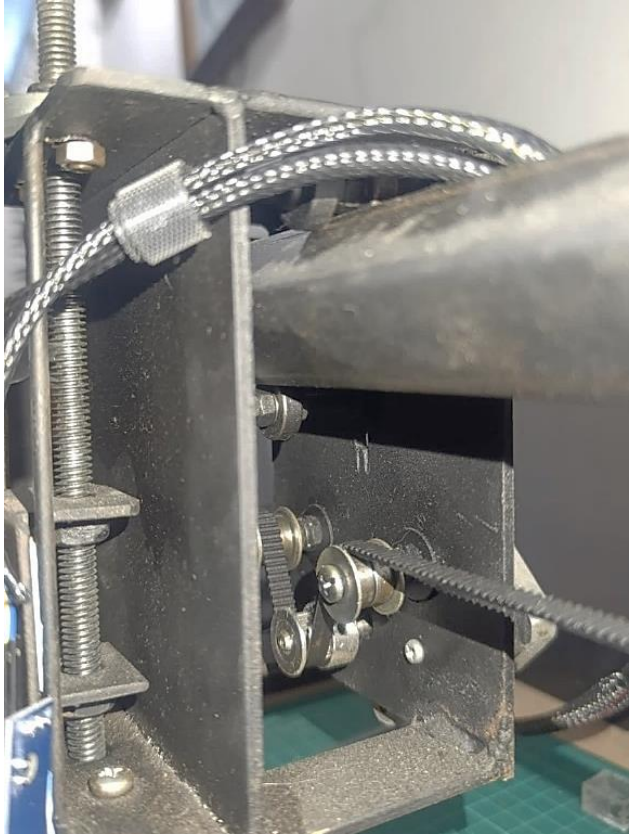


Nota. Unión realizada en material de hierro para unir los ejes X y Y.

Ahora procedemos a instalar el eje X el cual también cuenta con un sistema de transmisión y movimiento similar al eje Y, pero este solo usaremos una placa con 1 motor y estará unido a unas placas que será donde a la base estará unido sistema de movimiento de altura del láser. que estará unido mediante unas láminas superiores perpendicularmente que será donde se situará el sistema de movimiento para subir/ bajar el láser (altura de laser). Y a su vez en paralelo a la placa del motor de eje X que también estará unida a la lámina superior de manera perpendicular. De la siguiente manera.

Figura 55

Sistema de Movimiento y Transmisión Eje X



Nota. Sistema de movimiento y transmisión realizado para el eje X, a diferencia del eje Y este se ensambla invertidamente, con la finalidad de dar mas altura al eje X.

Figura 56

Eje X Sistema de Movimiento



Nota. Sistema de movimiento de la CNC, evidencia de los rodamientos haciendo contacto con el perfil de hierro del eje X.

Para la placa que va unida el eje X y la base gradúa de altura del láser. el cual para la base se construyó según el diseño planteado en la Figura 38; **Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Se graduará la altura para enfocar el láser de manera manual. Siendo esto muy útil ya que puede haber objetos o piezas de grabado que puedan ser altas y chocar con el láser, permitiendo que no suceda o también para permitir un mejor enfoque del láser.

Figura 57

Unión Placa Eje X con Base de Laser



Nota. Se puede evidenciar la unión de la placa del eje X con la placa base de nivelación de altura y soporte del láser.

Para que el sistema de transmisión funcione acordeamente requiere que la correa este tensionada y se pueda ajustar a medida que transcurre su desgaste natural por el trabajo, por ende, se creó tensores que pudiera tensionar la correa.

Figura 58*Tensor de Correa Graduable Mediante Tuerca*

Nota. Se utilizo para realizar el tensor un pedazo de varilla roscada soldada a un pedazo de varilla cuadrada, a la cual se realizo una ranura en la mitad y se perforo, posterior se soldó una tuerca con tornillo para que sujetara las correas.

Figura 59*Base Fija de Agarre de la Correa.*

Nota. Se utilizo pedazo de varilla cuadrada, a la cual se realizó una ranura en la mitad y se perforo, posterior se soldó una tuerca con tornillo para que sujetara las correas.

Electrónica

Ahora para el láser se instaló de forma que se pueda desatornillar y realizar mantenimiento o limpieza general de la máquina. Aprovechando que la base que se diseñó es una base de altura graduable lo que permite que el láser no se tenga que estar ajustando su lente o estar manipulando mucho. Quedando de la siguiente manera instalado.

Figura 60

Laser Instalado 2500mW



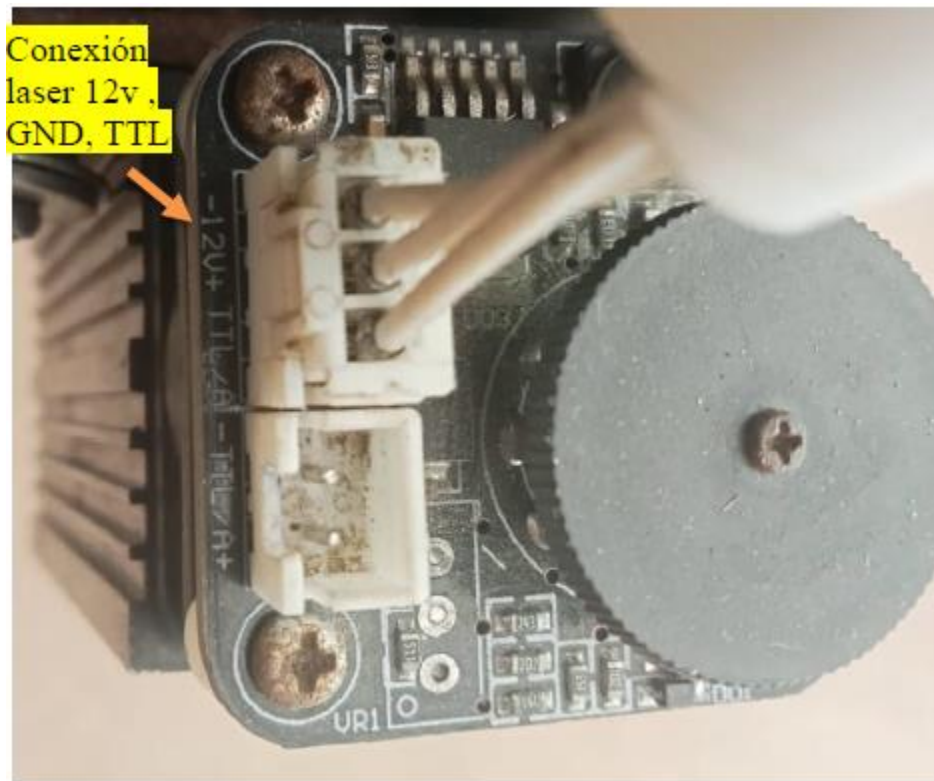
Nota. Laser ubicado en la placa de soporte la cual es nivelable, el laser posee lente de enfoque manual.

Este es el láser que se instaló el cual es óptimo para trabajos de grabados en madera y cortes de materiales como cuero, cartulinas, cartón delgado y materiales blancos. Para que este realice los grabados requiere que se le gradúe la potencia por lo cual este laser tiene una tarjeta

de conexión que presenta la opción de una conexión TTL que será la encargada de graduar la intensidad del láser para poder dar esos acabados y cambios de tonalidades de grises en los grabados laser.

Figura 61

Conexión Placa Laser



Nota. Pines de conexión del laser, el cual el TTL va conectado al pin 11 del Arduino o (z+ o z-) de la shield CNC, y los otros dos cables corresponde a los cables de alimentación 12V.

Configuración de los motores y conexiones, al tener 3 motores bipolares (explicación de bipolar y unipolar en la Figura 35) se requiere identificar las bobinas de los motores, ya que estos poseen 4 cables, y se deben identificar las bobinas de, para identificar los pines que se trabajan se

medirá continuidad en y los que tengan continuidad serán los pines y luego entre estos se mide resistencia y el par que tenga mayor resistencia será el que usaremos. En el caso de los motores que usaremos ya se ha identificado que las bobinas son Bobina A (blanco y amarillo) Bobina B (Azul y Rojo).

Para más información y entendimiento de la conexión eléctrica de los motores esta de apoyo este video. Y guiados por la información de las bobinas y explicado en el link de la siguiente Tabla 15

Tabla 15

Link Explicativo de Conexion de Motores

Link	https://youtu.be/h-Pg5yluvX4?si=4RGgQ9MCw94zZIV8
------	---

Nota. Link en el cual se explica cómo se realizó la conexión en la Shield CNC

Posteriormente a los motores se soldaron cables al llegar al gabinete de conexiones están unidos a unos terminales de conexión a los pines o conectores que serán los que se conectan a la shield. En la siguiente figura y apoyados por el link de la Tabla 15 se muestra el código de colores que se usaron para las bobinas.

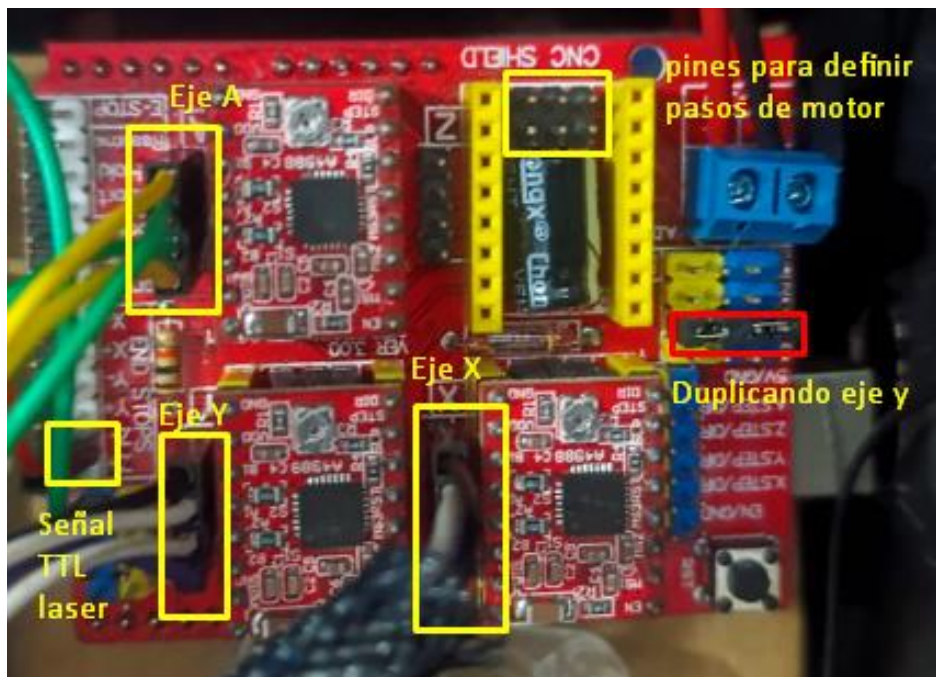
Conexiones Electrónicas Shield CNC

Teniendo en cuenta como base la Figura 16 en el cual están identificados todos los pines que se conectan en la Shield. Conectaremos los 3 motores, al pin del Z- el conector del TTL del láser que será el encargado de darle los pulsos al laser. utilizaremos pines para graduar los pulsos de los drivers en este caso trabajaremos con 1/16 de pasos por lo que se conectaran 3 pines a cada driver. Por otro lado, para que la shield reconozca que el eje Y tendrá 2 motores y que el

motor del eje A clonara el movimiento del motor del eje Y conectaremos pines en esta para que reconozca.

Figura 62

Identificación de Pines y Cableado de la CNC

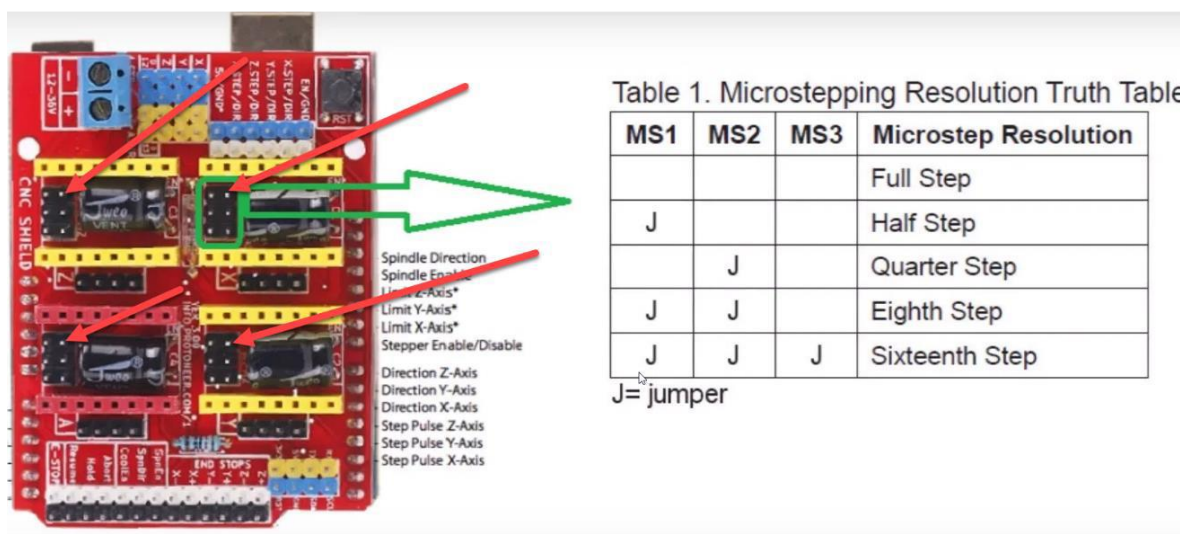


Nota. Se identifican los cables de cada motor en la Shield CNC, los jumper de configuración del eje A y la conexión TTL.

En la Figura 62 se ve como se unen los pines para que se clone el movimiento del eje Y con el motor A y también que se trabajara con los 3 pines en HIGH del driver que trabajaremos a 1/16 pasos. Podemos ver más configuraciones como se ven en la Figura 63.

Figura 63

Configuración de Pasos de Driver en Shield CNC



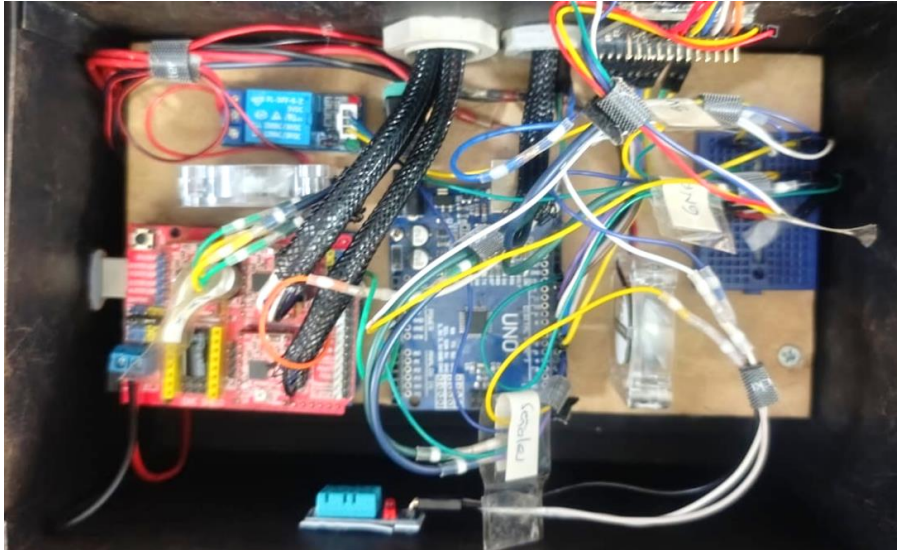
Nota. Tabla de configuración de pasos de los motores paso a paso, se configuraron para trabajar a 1/16 de pasos.

Conexión Electrónica de Sensores

En este apartado guiados por los planos digitales y conexiones de la Figura 47. Donde se puede evidenciar el cableado, la ubicación de los sensores que se implementaron para el funcionamiento de la CNC. donde quedaron instalado el sensor de temperatura al lado del láser, el sensor de ultrasonido en la esquina inferior izquierda de la CNC.

Figura 64

Conexión de Electrónica de la CNC



Nota. Fuente. Autoría propia

Figura 65

Conexión de Sensores y Sistema de Monitoreo



Nota. Fuente. Autoría propia

Figura 66*Conexión de Señales en Arduino*

Nota. Fuente. Autoría propia

Ubicación de los Sensores

La ubicación de los sensores se realizó de la siguiente manera. Por lo que el primer sensor ubicado es el sensor del láser que servirá para monitorear el estado del láser, aunque también se tomarán medidas preventivas de enfriamiento del láser cada 10 min el láser descansará 1 min.

El segundo sensor estará ubicado en la caja de control de la CNC, el cual estará monitoreando la temperatura interna de estos y evitando que sufran daños por altas temperaturas.

Por último, nuestro sensor de proximidad estará ubicado en la esquina inferior izquierda, la cual servirá para monitorear la intrusión de objetos o personas en la zona de trabajo.

Figura 67

Sensor de Temperatura Ubicado en Laser CNC



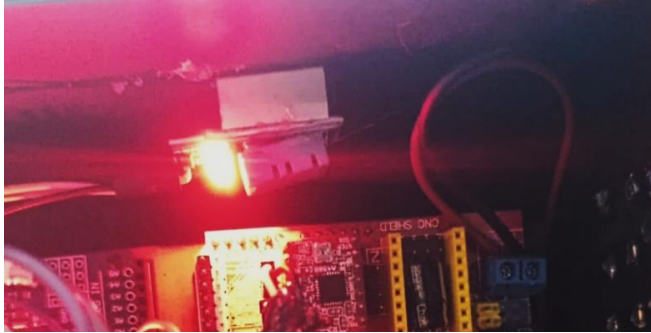
Nota. Fuente. Autoría propia

Figura 68

Sensor de Ultrasonido Ubicado en Esquina Inferior Izquierda

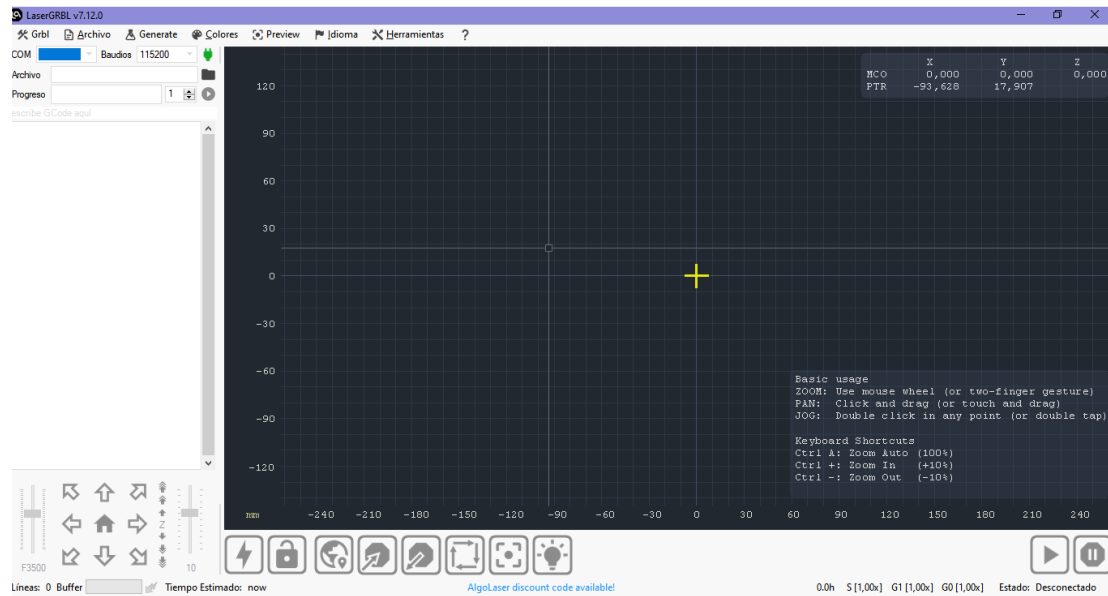


Nota. Fuente. Autoría propia

Figura 69*Sensor de Temperatura Ubicado en Controladores*

Nota. Fuente. Autoría propia

Configuración Software

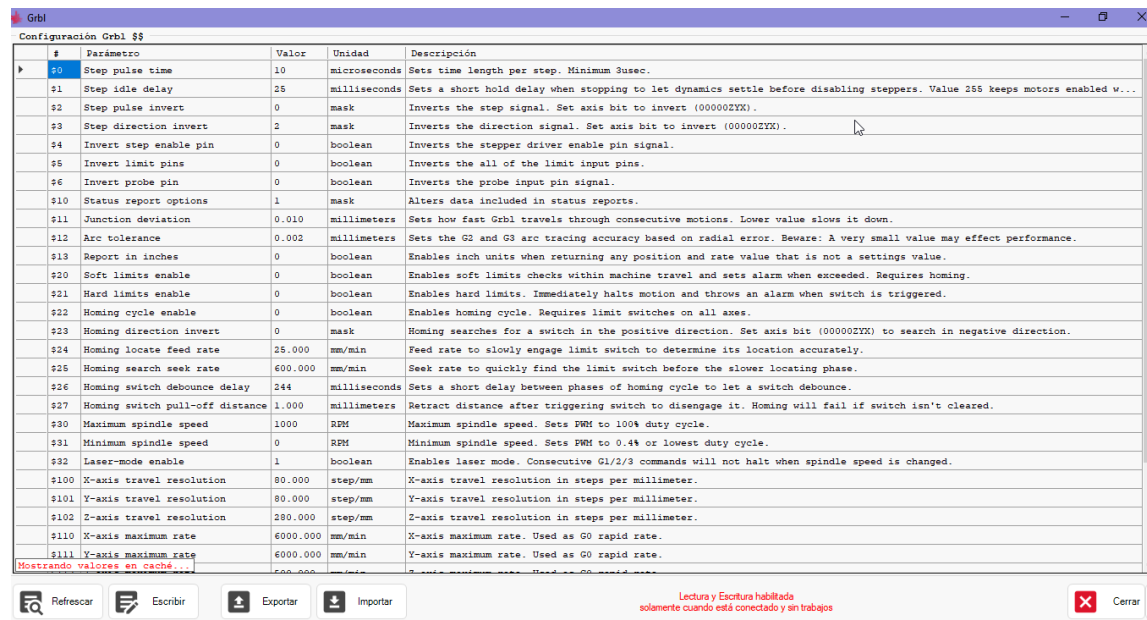
Figura 70*Entorno Inicial de Software LaserGRBL.*

Nota. Fuente. Autoría propia

En este entorno de LaserGRBL podemos apreciar que cuenta con una interfaz muy limpia y amigable a la hora de trabajar, podemos observar que cuenta con unos botones personalizados que nos dan diferentes opciones. En la que podemos observar: centrar laser al diseño deseado, ir al a esquina del diseño, contorno de diseño, enfoque de laser, botón de cambiar inicio o punto de partida, bloqueo y desbloqueo de software (en la página oficial de laserGRBL o por la red se pueden encontrar más botones personalizados con funciones más específicas). Cuenta con botones o comandos de movimiento de los motores en direcciones horizontales, verticales y diagonales anexo cuenta con slider de variaciones de velocidad y cantidad de pasos a dar por los motores.

Figura 71

Configuración de LaserGRBL



#	Parámetro	Valor	Unidad	Descripción
\$0	Step pulse time	10	microseconds	Sets time length per step. Minimum 3usec.
\$1	Step idle delay	25	milliseconds	Sets a short hold delay when stopping to let dynamics settle before disabling steppers. Value 255 keeps motors enabled w...
\$2	Step pulse invert	0	mask	Inverts the step signal. Set axis bit to invert (000002YX).
\$3	Step direction invert	2	mask	Inverts the direction signal. Set axis bit to invert (000002YX).
\$4	Invert step enable pin	0	boolean	Inverts the stepper driver enable pin signal.
\$5	Invert limit pins	0	boolean	Inverts the all of the limit input pins.
\$6	Invert probe pin	0	boolean	Inverts the probe input pin signal.
\$10	Status report options	1	mask	Alters data included in status reports.
\$11	Junction deviation	0.010	millimeters	Sets how fast Grbl travels through consecutive motions. Lower value slows it down.
\$12	Arc tolerance	0.002	millimeters	Sets the G2 and G3 arc tracing accuracy based on radial error. Beware: A very small value may effect performance.
\$13	Report in inches	0	boolean	Enables inch units when returning any position and rate value that is not a settings value.
\$20	Soft limits enable	0	boolean	Enables soft limits checks within machine travel and sets alarm when exceeded. Requires homing.
\$21	Hard limits enable	0	boolean	Enables hard limits. Immediately halts motion and throws an alarm when switch is triggered.
\$22	Homing cycle enable	0	boolean	Enables homing cycle. Requires limit switches on all axes.
\$23	Homing direction invert	0	mask	Homing searches for a switch in the positive direction. Set axis bit (000002YX) to search in negative direction.
\$24	Homing locate feed rate	25.000	mm/min	Feed rate to slowly engage limit switch to determine its location accurately.
\$25	Homing search seek rate	600.000	mm/min	Seek rate to quickly find the limit switch before the slower locating phase.
\$26	Homing switch debounce delay	244	milliseconds	Sets a short delay between phases of homing cycle to let a switch debounce.
\$27	Homing switch pull-off distance	1.000	millimeters	Retract distance after triggering switch to disengage it. Homing will fail if switch isn't cleared.
\$30	Maximum spindle speed	1000	RPM	Maximum spindle speed. Sets PWM to 100% duty cycle.
\$31	Minimum spindle speed	0	RPM	Minimum spindle speed. Sets PWM to 0.4% or lowest duty cycle.
\$32	Laser-mode enable	1	boolean	Enables laser mode. Consecutive G1/2/3 commands will not halt when spindle speed is changed.
\$100	X-axis travel resolution	80.000	step/mm	X-axis travel resolution in steps per millimeter.
\$101	Y-axis travel resolution	80.000	step/mm	Y-axis travel resolution in steps per millimeter.
\$102	Z-axis travel resolution	280.000	step/mm	Z-axis travel resolution in steps per millimeter.
\$110	X-axis maximum rate	6000.000	mm/min	X-axis maximum rate. Used as G0 rapid rate.
\$111	Y-axis maximum rate	6000.000	mm/min	Y-axis maximum rate. Used as G0 rapid rate.
\$112	Z-axis maximum rate	6000.000	mm/min	Z-axis maximum rate. Used as G0 rapid rate.

Mostrando valores en caché...

Nota. Fuente. Autoría propia

En la configuración del software que se observa en la Figura 71 lo primordial que vamos a configurar son los parámetros

\$32= que es la activación el modo laser para poder trabajar el manejo de TTL para este \$100 y \$101= Step/mm son los pasos que debe hacer el motor para poder desplazar o girar el eje X y el eje Y moverlo 1 mm

\$110 y \$111= es la velocidad máxima que tendrán los motores de los ejes X,Y

\$120 y \$121= aceleración que tendrán estos motores para realizar un desplazamiento desde que deja de grabar en un punto hasta el próximo punto.

Todos estos parámetros fueron configurados mediante prueba y error y según la estructura del sistema de movimiento y transmisión de forma que el movimiento de la maquina sea suave, no tosco ni que genere perdida de pasos o calidad en el grabado del láser. Los demás parámetros son opcionales que se pueden variar según la capacidad o el tipo de trabajo. para más información detallada de cada uno de los parámetros de GRBL lo tendremos en (Angel, 2019).

Evidencia de trabajos realizados

A continuación, se pueden apreciar diferentes diseños que se realizaron de prueba en diferentes materiales, tales como (MDF, madera, bambú, cuerina) en la que se probaron desde diseños vectorizados como también tramas en escala de grises haciendo diferentes prácticas de velocidades, aceleración y potencia de laser.

Figura 72

Grabado en Destapador de Bambú



Nota. Diseño realizado para recordatorios.

Figura 73

Grabado en Accesorios de MDF.



Nota. Accesorios de oficina en material de MDF.

Figura 74

Grabado en Agenda de Cuerina



Nota. Agendas en material de cuerina grabado con diseño en degradado.

Figura 75

Grabados en Agenda de Contrachapado, Llavero Bambú y MDF



Nota. Pruebas de grabado en diversos materiales.

Figura 76

Diseño en Agenda en Cuerina



Nota. Diseño personalizado de prueba con imagen y diferentes fuentes de texto.

Figura 77

Diseño en Llaveros De MDF Tipo Tablero Blanco



Nota. Pruebas de grabado en material de color blanco, presento falencias al grabarlo ya que el material blanco refleja el láser.

Mantenimiento***Mantenimiento Preventivo***

Revisión visual de los componentes mecánicos y electrónicos de la CNC, revisando que no se encuentre cables sueltos o rotos, tensión de correas/ sueltas o rotas o tornillerías sueltas.

Preoperacional.

Se plantea para la mecánica y estructura de la CNC limpiar con paño húmedo con Varsol.

Permitiendo eliminar impurezas de mugre. Preoperacional.

En el sistema de movimientos limpiar con cepillo y rociar levemente los rodamientos con gasolina o ayudante mecánico permitiendo limpiar internamente estos, permitiendo mantener al movimiento y la vida útil de estos. Se debe hacer semanal o quincenal (dependiendo del uso que se esté realizando)

Lubricación de los sistemas de movimiento mediante goteo de aceite lubricante en los rodamientos luego de la limpieza lo cual debe hacerse junto con la limpieza de rodamientos con ayudante mecánico o gasolina

Limpieza de la electrónica lo ideal es limpiar con cepillo o brocha seca con cerdas plásticas esta limpieza se puede hacer preoperacional de la CNC. si se presenta mugre difícil se puede aplicar alcohol isopropílico idóneo. Se plantea que esta limpieza se debe realizar de forma semanal o dependiendo de la ubicación de la CNC.

En el apartado de mantenimiento de la estructura y el perfil metálico por el cual los rodamientos deslizan y para cada carro o placa de los ejes de rodamiento hay un total de 6 rodamiento que hacen el movimiento y como la separación de estos esta ya predeterminada y fija. Se plantea semestralmente o trimestral revisar el desgaste y hacer los ajustes de estos para garantizar que haya contacto entre los rodamientos y el perfil por lo que se determina que: en cada par de rodamientos que hay en cada uno de los carros de rodamiento (6 rodamientos – 3 pares) como siempre debe de estar un rodamiento haciendo contacto por cada par de los 3 pares como mínimo haciendo contacto, si esto no se cumple se debe realizar ajuste de ese par.

Mantenimiento Correctivo

Son todas las medidas de reacción o de averías que pueda presentar la CNC en el momento operativo o preoperativo de esta evitando su funcionamiento idóneo.

Se determina que las posibles fallas más comunes de la CNC, sería el desgaste en los puntos de conexión de los cables (soldadura) debido al movimiento de los motores que están expuestos entonces puede presentar que se presenten cables y uniones partidas (aunque se implementó desde el diseño electrónico el uso de empalmes termo fundentes).

Correas rotas: esto sucede debido al constante rozamiento que presentan estas con las poleas y demás elementos de los sistemas de transferencia y movimiento.

Fallas electrónicas. Son aquellas que puede suceder debido algún daño de los componentes electrónicos. Sean Sensores dañados, drivers o bobinas de los motores que presenten fallas.

Para dar solución a estas posibles fallas al momento de la operación se provee tener un stock de materiales como herramientas e insumos para dar una solución rápida a estas. Entre estos elementos que se consideran son:

- Multímetro
- Pelacables
- Soldadura y grasa para soldar
- Cautín
- Correas dentadas
- Cable
- Cinta aislante
- Termo encogible
- Drivers de motores de repuesto.
- empalmes termo fundibles

Mantenimiento Predictivo

Según el funcionamiento y las posibles fallas y mantenimientos correctivos y preventivos que se realicen se realiza análisis de datos para detectar anomalías en el funcionamiento y posibles defectos en los equipos y procesos, de modo que puedan solucionarse antes de que sobrevenga el fallo.

Debido a que el láser presenta una vida útil se estima según las horas de vida determinadas según el proveedor de este. Tener un láser de repuesto para cuando llegue el momento o este próximo a las horas finales programar un cambio de laser y calibración del nuevo laser.

Otra de las que se considera es el desgaste de los rodamientos y el perfil metálico en el cual estos presentan continuo rose y desgaste por fricción por lo que se plantea establecer vida útil de los rodamientos y del perfil considerando la resistencia de estos se plantea semestral mente revisar el rose que presentan estos. Debido al desgaste que se presenta. Al ser un prototipo y no hay establecido un uso o tiempo de trabajo diario o semanalmente. Se debe de generar un estimado de vida útil del perfil metálico.

El desgaste que presentan los coolers que están constante funcionamiento y cumplen la función de mantener o regular la temperatura que se encuentra en el gabinete de control. se prevea tener repuestos de estos.

Links explicativos de cada uno de las etapas de construcción de la CNC en la Tabla 16.

Tabla 16

Links de videos explicativos de cada parte del a CNC.

Descripción	Link video
Estructura de la CNC y mecánica	https://youtu.be/F_wV4-KqHNY
Electrónica y conexiones	https://youtu.be/Yt6CcS7aIz4
Configuración y software	https://youtu.be/cZXNncYaRjs
Conexión motores	https://youtu.be/h-Pg5yluvX4

Nota. Links explicativos de cada uno de las etapas de la CNC laser.

Conclusiones

Para finalizar, analizando la problemática de manera que pueda generar un impacto en el proceso de desarrollo del ing. Unadista basándonos en los objetivos planteados, apoyados en los conocimientos adquiridos en el proceso de formación. Permitiendo plasmar de manera de solución el diseño e implementación de todas las etapas y procedimientos propios de la disciplina, logrando integrar eficientemente la CNC laser con sistema de seguridad y protección que garantiza una operatividad segura y eficiente. En donde los movimientos precisos de los ejes X, Y y Z, controlados mediante código G, permiten realizar grabados en variedad de materiales los diseños del usuario, logrando que la funcionalidad del sistema cumpla con los requisitos técnicos y operativos, minimizando los riesgos asociados al uso del equipo.

Luego de desarrollo y aplicación del diseño planteado para los sistemas de transmisión y movimiento para los ejes de la CNC laser ha demostrado ser eficaz permitiendo una sincronización efectiva entre los comandos generados por software y los movimientos físicos de la CNC, asegurado una reproducción fiel de los diseños del usuario.

Al construir la CNC laser da como resultado en un diseño viable que proporciona un rendimiento estable, confiable al momento de interpretar las indicaciones por código G en movimientos precisos. En comparación de funcionalidad con las CNC convencionales o comerciales.

La implementación de sistemas de control y alarma de la CNC laser resulta de manera efectiva en la protección del equipo garantizando su funcionamiento óptimo. Ya que se monitorean constantemente el estado de la maquina y gracias a que alertan sobre las condiciones anormales o fallas en los sistemas, de manera que se previenen daños en la CNC y en el material

que se esté grabando, previniendo daños, uso seguro prolongado y mejorando su confiabilidad y durabilidad.

Anexo a esto, el sistema de control y alarma que se instalaron demuestran se de vital importancia para mantener o prolongar la vida útil del equipo CNC laser. aprovechando la capacidad de detectar y reportar las fallas o problemas en tiempo real permita realizar intervenciones preventivas que reduzcan el riesgo de fallos graves o irreparables.

Se plantean y desarrollaron planes de mantenimiento gracias a la observación y análisis del desgaste de los sistemas mecánicos y componentes eléctricos/ electrónicos. Dan una guía clara para la preservación de los componentes de la CNC. teniendo como referencia los datasheet y recomendaciones de los fabricantes de cada componente se pretende que los mantenimientos establecidos se realicen de manera efectiva, de forma que maximice la durabilidad, rendimiento continuo del equipo.

Estos planes o estrategias de mantenimiento permiten una gestión proactiva del mantenimiento, asegurando que esta funcione óptimamente y con baja frecuencia a fallos inesperados.

Referencias Bibliográficas

- Angel, M. (06 de 03 de 2019). *GRBL – Configuración*. MBROBOTICS.
<http://mbrobotics.es/blog/grbl-configuracion/>
- ardobot. (21 de enero de 2024). *Pantalla Tactil Lcd TFT 2.8 SPI ILI9341*. Ardobot.
<https://www.ardobot.co/pantalla-tactil-lcd-tft-2-8-spi-ili9341.html>
- Bigtronica. (21 de abril de 2024). *Kit de Deslizamiento con Ruedas V-SLOT*. Bigtronica.
<https://www.bigtronica.com/cnc-3d-partes/guias-lineales/1744-kit-de-deslizamiento-con-ruedas-v-slot-5053212017446.html>
- Brildor. (21 de enero de 2021). *Qué máquina de grabado o corte láser es mejor para mi?*
 Brildor. <https://www.brildor.com/blog/es/tipos-maquinas-grabado-corte-laser/#>
- Cebrail, A. (2023). Research of computerized numerical control laser processing qualities of some wood species used in the furniture industry. *maderas ciencia y tecnologia*, 13.
- CNCinsumos. (20 de enero de 2022). *sistemas de transmision precision en movimientos*. CNC insumos SRL. <https://cncinsumos.com/transmision/>
- electronilab. (10 de Junio de 2024). *Rodamiento Radial Blindado 625ZZ*. Electronilab.
<https://electronilab.co/tienda/rodamiento-radial-blindado-625zz/>
- Farallones. (25 de abril de 2024). *Fuente 10 amp/12v suichada metálica Mercury*. Farrallones Electroiluminacion. <https://faralloneselectroiluminacion.com/index.php/product/fuente-10-amp-12v-suichada-metalica-mercury/>
- ferreteriajamundi. (21 de marzo de 2024). *TUBO RECTANG 2×1 CAL 20*. Ferromateriales del sur. <https://ferreteriajamundi.com/producto/tubo-rectang-2x1-cal-20-0-8mm/>

Ferretronica. (10 de mayo de 2024). *Convertor Nivel Logico Bidireccional 3.3V ~ 5V de 8 CH.*

Ferretronica. <https://ferretronica.com/products/convertor-nivel-logico-bidireccional-3-3v-5v-de-8-ch>

Garcia, V. (5 de marzo de 2020). *DESCRIPCIÓN DEL DRIVER A4988*. Electronica practica aplicada. <https://www.diarioelectronico hoy.com/blog/descripcion-del-driver-a4988>

Gil, A. (23 de marzo de 2021). *¿Cómo elegir el tipo y potencia láser en función de mis materiales?* Laserproject: <https://www.laserproject.es/como-elegir-el-tipo-potencia-laser/>

Gil, A. (20 de 05 de 2021). *Ventajas de usar una máquina láser CNC*. Laser project. [https://www.laserproject.es/maquinas-laser-cnc-ventajas/#:~:text=Una%20m%C3%A1quina%20l%C3%A1ser%20CNC%20\(Control,particular%20o%20en%20la%20industria.](https://www.laserproject.es/maquinas-laser-cnc-ventajas/#:~:text=Una%20m%C3%A1quina%20l%C3%A1ser%20CNC%20(Control,particular%20o%20en%20la%20industria.)

Guedes, R. J. (5 de Enero de 2024). *Arduino*. Blog de Tecnologías.

<https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/rsuagued/arduino/>

Hani Attar, A. T.-J. (2022). Control System Development and Implementation of a CNC Laser Engraver for Environmental Use with Remote Imaging. *Advances in Computational Intelligence Techniques for Next Generation Internet of Things*, 19.

Homecenter Sodimac. (10 de Febrero de 2024). *Tubo Cuadrado 1 x 1pg x 1.2mm C18 x 6m.*

Homecenter. <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/24436/tubo-cuadrado-1-x-1pg-x-12mm-c18-x-6m/24436/>

initube.es. (05 de Enero de 2024). *Bisel, más que un tipo de corte*. initube.

<https://initube.es/bisel-mas-que-un-tipo-de-corte/>

- Julpin. (21 de marzo de 2024). *Mini rodamiento metálico de bolas 624ZZ*. Julpin electronica y robotica. <https://www.julpin.com.co/inicio/partes-mecanicas/1975-mini-rodamiento-metalico-de-bolas-624zz.html>
- Julpin. (21 de abril de 2024). *Polea dentada de aluminio eje 6.35mm*. Julpin electronica y robotica. <https://www.julpin.com.co/inicio/partes-mecanicas/1757-polea-dentada-de-aluminio-eje-635mm.html>
- Julpin. (20 de febrero de 2024). *Sensor de temperatura y humedad DHT11*. Julpin Electronica y robotica. <https://www.julpin.com.co/inicio/modulos-sensores/1078-sensor-de-temperatura-y-humedad-dht11.html>
- Mejia, M. (6 de agosto de 2021). *¿Qué es Tinkercad y cómo diseñar tu próximo proyecto 3D gratis?*. <https://www.crehana.com/blog/estilo-vida/tinkercad-que-es/>
- Naylamp Mechatronics. (3 de enero de 2023). *SENSOR ULTRASONIDO HC-SR04*. <https://naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/10-sensor-ultrasonido-hc-sr04.html>
- Novatronicec. (21 de marzo de 2024). *CNC Shield V3 Arduino Uno*. <https://novatronicec.com/index.php/product/cnc-shield-v3/>
- oshlumh. (30 de mayo de 2014). *Fritzing: un programa 'open source' para el diseño electrónico*. Oficina de software y hardware libre. <https://oshl.umh.es/2014/05/30/fritzing-un-programa-open-source-para-el-diseno-electronico/>
- Petes, J. J. (9 de julio de 2018). *Introducción al control numérico computarizado (CNC)*. Casiopea.

[https://wiki.ead.pucv.cl/Introducci%C3%B3n_al_control_num%C3%A9rico_computarizado_\(CNC\)#Antecedentes_hist%C3%B3ricos](https://wiki.ead.pucv.cl/Introducci%C3%B3n_al_control_num%C3%A9rico_computarizado_(CNC)#Antecedentes_hist%C3%B3ricos)

Philipp, T. (24 de mayo de 2022). *¿Qué es un láser de diodo? - Diodo láser simplemente explicado*. Mr-Beam. <https://www.mr-beam.org/es/blogs/news/que-es-un-laser-de-diodo>

Ronaldl337. (5 de agosto de 2021). *Tutorial Construcción CNC #1*. blog de ronald.

<https://ronaldl337.wordpress.com/2021/08/05/tutorial-construcion-cnc-1/>

saditransmisiones s.l. (20 de Enero de 2024). *Poleas y correas*. saditransmisiones.com.

<https://saditransmisiones.com/poleas-correas/>

Sculpfun . (10 de enero de 2024). *Grabador láser Sculpfun S9*. Sculpfun.

https://eu.sculpfun.com/products/refurbished-sculpfun-s9-laser-engraver?_pos=3&_sid=630418424&_ss=r&variant=48349271097537

Sculpfun. (10 de Abril de 2024). *SCULPFUN S30 Pro Max: máquina de corte y grabado láser*

de 20 W. Sculpfun. https://eu.sculpfun.com/products/sculpfun-s30-pro-max-laser-engraver-machine?_pos=2&_sid=4272591e2&_ss=r&variant=48349288235201

sigmaelectronica. (04 de Enero de 2024). *RELAY MODULE*. sigmaelectronica.

<https://www.sigmaelectronica.net/producto/1-relay-module/>

TEM. (08 de septiembre de 2020). *MOTOR PASO A PASO – TIPOS Y EJEMPLOS DEL USO*

DE MOTORES PASO A PASO. TEM electronic components.

<https://www.tme.com/co/es/news/library-articles/page/41861/Motor-paso-a-paso-tipos-y-ejemplos-del-uso-de-motores-paso-a-paso/>

Usinainfo. (20 de junio de 2024). *Mini Cooler 12V*. USINAINFO ELECTRONICA Y

ROBOTICA. <https://www.usinainfo.com.br/coolers-para-pc/mini-cooler-12v-30x30mm-para-projetos-6202.html>

Victor Ovsyannikov, R. N. (2020). On the issue of automatic form accuracy during processing on CNC machines. *Revista facultad de ingenieria*, 8.