

Universidad Tecnológica de El Salvador

FACULTAD: INFORMÁTICA Y CIENCIAS APLICADAS

CARRERA: TÉCNICO EN INGENIERÍA DE HARDWARE



TEMA:

“ENSAMBLE DE MÁQUINA CNC (CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO), POR LOS ESTUDIANTES DE TÉCNICO EN INGENIERÍA DE HARDWARE, PARA EL LABORATORIO 3D, DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE EL SALVADOR”

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:

VIRGILIO DE JESÚS REYES FLORES

ERICK SALVADOR PADILLA FUENTES

RAÚL ROSALES ESCAMILLA

PARA OPTAR AL GRADO DE:

TÉCNICO EN INGENIERÍA DE HARDWARE.

SEPTIEMBRE, 2017

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

AUTORIDADES

ING. NELSON ZÁRATE SÁNCHEZ

RECTOR

LIC. JOSÉ MODESTO VENTURA

VICERRECTOR ACADEMICO

ING. FRANCISCO ARMANDO ZEPEDA JOVEL

DECANO

JURADO EXAMINADOR

ING. RENÉ ARTURO ANGULO ARRIAZA

PRESIDENTE

TEC. CARLOS ALBERTO NARVÁEZ MORÁN

PRIMER VOCAL

ING. GERMAN ANTONIO ROSA CASTELLANOS

SEGUNDO VOCAL

SEPTIEMBRE, 2017

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA

ACTA DE EXAMEN PROFESIONAL

HABIÉNDOSE REUNIDO EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

Tec.Carlos Alberto Narvaez Morán, Ing.German Antonio Rosa Castellanos, Ing.René Arturo Angulo Arriaza, a las 6:30am. del día Viernes, 23 de Junio de dos mil diecisiete.

Y LUEGO DE HABER DELIBERADO SOBRE EL EXAMEN PROFESIONAL DE LOS ALUMNOS:

<u>1-Virgilio de Jesús Reyes Flores</u>	<u>Carnet 28-3032-2014</u>
<u>2-Erick Salvador Padilla Fuentes</u>	<u>Carnet 28-2377-2015</u>
<u>3-Raúl Rosales Escamilla</u>	<u>Carnet 28-0999-2015</u>

QUIENES PRESENTARON DEFENSA DE SU TRABAJO DE GRADUACION TITULADO:

"Ensamble de maquina CNC (Control Numérico Computarizado); por los estudiantes de técnico en ingeniería de hardware, para el laboratorio de 3D, de la Universidad Tecnológica de El Salvador"

PARA OPTAR AL GRADO DE:

TÉCNICO EN INGENIERIA DE HARDWARE

Y DEL CUAL TAMBIEN EVALUARON LOS CONOCIMIENTOS RELACIONADOS CON EL TEMA DEL MISMO. POR LO QUE ESTE JURADO RESUELVE DECLARAR EL EXAMEN COMO:

Aprobado

YA QUE CUMPLE CON LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS EN EL REGLAMENTO DE GRADUACION DE LA UNIVERSIDAD.

San Salvador, 23 de Junio de dos mil diecisiete.

F.



PRIMER VOCAL

Tec.Carlos Alberto Narvaez Morán

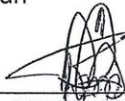
F.



SEGUNDO VOCAL

Ing.German Antonio Rosa Castellanos

F.



PRESIDENTE

Ing.René Arturo Angulo Arriaza

Dedicatorias

Gracias a Dios, que me ayudo a comprender todo lo que en mi carrera como técnico en ingeniería de hardware representa, por lo cual superé cualquier obstáculo que se me presento durante mi tesis, gracias a mi familia que me apoyo en todo momento durante mis estudios en especial a Lucia Reyes, mi querida hermana, a mis padres Virgilio Reyes y María Esther Flores los cuales siempre me brindaban el apoyo que necesite a lo largo de estos años y en memoria a Rafael Ernesto Reyes Flores mi querido hermano.

De igual forma a mi equipo de trabajo que estaba conformado por Raúl Rosales y Erick Padilla con quienes logramos comprender la tecnología sobre el CNC y formar un excelente conjunto.

Además al Ing. German Rosa Castellanos, quien fue nuestro asesor el cual nos compartió sus conocimientos y nos impulsó a lograr nuestra meta, así mismo a Georgina Pineda quien nos apoyó en el área de diseño gráfico, al Ing. Jorge Aparicio el cual siempre nos ayudaba ante cualquier situación. Gracias a todas las personas que ayudaron a lograr mis metas.

Virgilio de Jesús Reyes Flores

Gracias a Dios por darme la oportunidad de aprobar la tesis, por cuidar de mí, y seguir adelante con mi vida, el gran apoyo de mi madre Silvia Fuentes que a pesar de la distancia desde pequeño, es un gran aprecio mencionar en esta dedicatoria porque ella es parte de mi logro.

Es un gran momento para agradecer a todas las personas que me ayudaron en las enseñanzas educativas, mi familia que desde pequeño me enseñaron a los buenos modales y guiarme por el buen camino.

Gracias a nuestro asesor el Ing. German Rosa Castellanos por transmitir conocimiento educativo en todo el proceso de tesis para lograr nuestros objetivos y seguir aprendiendo nuevas ideas e igual a Georgina Pineda por ser una gran persona y una gran profesional en la área de diseño gráfico, agradecerle por los consejos para motivarme a seguir adelante y a su hermana Ximena Pineda por ayudarnos a organizar el día que pasamos la defensa de la tesis. Son personas que a pesar de poco tiempo que hemos convivido les guardo un gran respeto y admiración.

Erick Salvador Padilla Fuentes

Dedico de manera especial a mi madre Juana Escamilla por haberme apoyado durante este proceso de mi carrera como Técnico en Ingeniería de Hardware pues ella fue el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, agradecerles a todas las personas que me apoyaron directa o indirectamente.

Quiero darles gracias al equipo que me acompañó durante el proceso de tesis, Erick Padilla, Virgilio de Jesús Reyes que juntos aprendimos el uso de la CNC y todos sus beneficios que se pueden obtener.

Quiero darles gracias a mis hermanas así como también a mi padrastro por haberme apoyado incondicionalmente todos los años de estudio para poder finalizar la carrera.

Gracias a mis docentes, especialmente al Ing. German Rosa Castellanos por tener la paciencia y dedicación por transmitir sus conocimientos.

Mi agradecimiento también va dirigido a mi jefe Samuelson Barillas por darme el apoyo a las reuniones que conformaron mi proceso de tesis.

Finalmente darle gracias a Dios por haberme permitido a cumplir unos de mis sueños, por no dejarme solo durante mis momentos difíciles y obstáculos obtenidos durante estos años, gracias a todos.

Raúl Rosales Escamilla

Índice

N° de página.

Introducción.....	i
-------------------	---

Capítulo I

Planteamiento del problema

1.1. Situación actual.....	1
1.2. Enunciado del problema.....	2
1.3. Objetivos	2
1.3.1. objetivo general	2
1.3.2. objetivos específicos	2
1.4. Justificación de investigación	3
1.5. Limitaciones	5
1.5.1. limitaciones temporales	5
1.5.2. limitaciones espaciales.....	5
1.5.3. alcances:	6
1.6. Análisis de factibilidad	7

Capítulo II

Marco teórico referencial

2.1. ¿Qué es una máquina CNC?	8
2.2. Historia de la CNC.....	10
2.3. Tipos de CNC.....	13
2.4. Historia de la PCB.....	16
2.5. Pasos y advertencias para crear una tarjeta de circuito impreso manualmente	16
2.6. Componentes de un PCB.....	20
2.7. Programas para usar una máquina CNC	20
2.7.1. GRBL controller	20
2.7.2. software de diseño para PCB online Easy EDA	21
2.7.3. Xloader firmware uploader	22

2.7.4. software InkScape	22
Capítulo III	
Metodología	
3.1. Metodología	23
3.1.1. descripción general de la metodología.	23
3.1.2. justificación de la elección en la metodología.....	24
3.1.3. método	25
3.1.4. instrumentos.....	25
3.1.5. procedimientos	26
3.1.6. participantes	26
3.1.7. estrategia de análisis de datos	27
Capítulo IV	
Análisis de resultados	
4.1. Análisis de resultados	28
4.1.1. datos relevantes	28
4.2. Análisis de la encuesta.....	29
4.2.1. análisis de datos.....	29
Capítulo V	
Conclusiones	
5.1. Conclusión	40
Referencias.....	42
Anexos	
Manual de ensamblaje y calibración DIY CNC 3 axis engraver machine.....	45
Manual de uso y calibración DIY CNC 3 axis engraver machine.....	63
Cronograma de actividades.....	77
Matriz de congruencia.....	78

Índice de imágenes

Imágen 1 ubicación del laboratorio 3d, Universidad Tecnológica de El Salvador ..	5
Imágen 2 máquina mini CNC.....	8
Imágen 3 diseños en 3d por medio de software	9
Imágen 4 representación de ejes en 3d	10
Imágen 5 línea de tiempo sobre CNC años 1770 – 1970	12
Imágen 6 CNC de 3 ejes, fuente linksprite 2017.....	14
Imágen 7 CNC de 4 ejes.....	15
Imágen 8 CNC de 5 ejes.....	15
Imágen 9 PCB	17
Imágen 10 diseño de PCB	17
Imágen 11 PCB sumergida en cloruro férrico	18
Imágen 12 percloruro de hierro	18
Imágen 13 comparación de colores en PCB hecha de baquelita café y fibra de vidrio	19
Imágen 14 grbl controller	21
Imágen 15 easy eda	21
Imágen 16 xloarder subiendo firmware a un arduino.....	22
Imágen 17 ink scape con diseño de un circuito electrónico	22

Introducción

La presente investigación tiene como principal propósito el aprendizaje y el ensamblado de una máquina CNC (control numérico computarizado), esta herramienta sirve para realizar trabajos automatizados por medio del uso de un software desde una computadora, ya sea en las plataformas de sistema operativo Windows o Linux.

Los trabajos que se producen en esta máquina son de diversos usos aplicados en la industria, el hogar y de carácter electrónico de forma pedagógica educativa; en fabricación de placas electrónicas y grabados de chasis a cargo de alumnos y docentes de carreras afines a la ingeniería, lo cual existe un gran potencial en la implementación del uso de esta máquina en el campus universitario.

Uno de los principales motivos sobre la investigación de este campo es la gran utilidad y versatilidad de proyectos que se pueden producir y generar con dicha máquina, los cuales pueden ser creados con mayor eficiencia de tiempo y ahorro de materiales que el ser humano no posee la misma precisión; algunos de los proyectos que pueden desarrollarse son: tarjetas de circuito impreso, taladrado con fresa, herramienta corte, grabado en pequeños filamentos de algunos materiales que no sean metales por lo que el grabado o fresado como se le conoce en el ámbito popular de la mecánica general.

Los principales objetivos para el aprendizaje y análisis de esta máquina CNC (control numérico computarizado) es, saber utilizar la máquina completamente armada, calibrar las distintas partes que se necesitan durante el proceso de ensamblado, aprender a cambiar la función de fresadora por el láser, demostrar la capacidad amplia de creación de proyectos o materiales didácticos que beneficie y pongan en práctica los alumnos y docentes de manera pedagógica para establecer proyectos acorde a la materia.

Se pretende que el CNC (control numérico computarizado) será comprendido ante cualquier persona con los conocimientos básicos de electrónica y robótica, debido a que los diseños de estructura física para utilizar la fresa, y el sistema láser pueden generar riesgos si no se tiene la protección adecuada, con este manual se espera una fácil comprensión, en solventar cualquier duda o error en la manipulación en la máquina.

La metodología óptima para el uso de CNC, es uno de los factores principales para la utilización de conocimientos lógicos, prácticos en este proyecto de investigación, recopilando información útil y certera con respaldo de sitios de internet confiables como: manuales, libros y la asesoría de personas que estén capacitadas para utilizar este dispositivo.

Capítulo I

Planteamiento del problema

1.1. Situación actual

Actualmente en la Universidad Tecnológica de El Salvador el laboratorio de electrónica solo cuenta con herramientas básicas y sin ningún equipo de protección para el desarrollo de placas electrónicas tal es el caso que hay un alto riesgo en accidentes como: cortes, quemaduras e intoxicación por la manipulación de materiales químicos, abonado a eso no se cuenta con guías prácticas que demuestren procesos adecuados para la fabricación confiable, lo que incurre en gastos y desperdicios de recursos tales como tiempo y dinero. El principal problema que acoge desde muchos años es el uso del ácido corrosivo conocido por los estudiantes como cloruro de hierro o cloruro férrico, es un material altamente corrosivo para el cobre que contienen las placas de circuito impreso, así como para la piel debido a que puede causar irritaciones, dañar la vista por el contacto del químico hacia los ojos, inhalar esta sustancia puede causar alergias o ingerir este químico accidentalmente generando vómitos momentáneos o deterioro de órganos internos.

Otro inconveniente al momento de fabricar estas placas, es la forma de colocar el diseño impreso en acetatos, de las pistas del circuito en la placa de cobre, debido a que si está mal colocado todo el circuito quedaría

inservible por lo que se genera un grave problema en la elaboración manual de estos elementos, la recomendación es el uso de guantes y lentes de protección de plástico para evitar el daño que genera a cada persona que manipula el ácido.

1.2. Enunciado del problema

¿Será factible el ensamble de una máquina CNC, como herramienta de apoyo para el desarrollo de prototipos de placas electrónicas y grabados de chasis, diseñada por estudiantes y docentes de la Universidad Tecnológica de El Salvador?

1.3. Objetivos

1.3.1. objetivo general

Producir un ensamble de máquina CNC, para la elaboración de placas electrónicas y grabado láser, en el laboratorio de impresión 3D de la Universidad Tecnológica de El Salvador.

1.3.2. objetivos específicos

- Indicar en un manual paso por paso, el ensamble de una máquina CNC como una guía para cualquier persona que desee hacer una réplica de la misma.
- Construir un prototipo funcional para explicar el beneficio de la máquina CNC y el uso que los estudiantes puedan darle dentro del laboratorio 3D.
- Elaborar un documento para el manejo y calibración de una máquina CNC.

1.4. Justificación de investigación

La presente investigación tiene como principal enfoque el facilitar la realización de placas electrónicas, así como el uso de grabado láser por medio de una máquina CNC.

Beneficios actuales del proceso:

- a) Se pueden fabricar de manera casera
- b) Pueden usarse materiales de bajo costo
- c) No se necesita herramienta sofisticada

Problemas encontrados del proceso:

- a) La precisión humana no es exacta y puede colocar mal el circuito impreso.
- b) Los químicos utilizados
- c) Tiempo de espera indefinido o largo
- d) Materiales no-reutilizables

Beneficios de la propuesta con respecto a la actual:

- a) Mayor precisión para la elaboración de las pistas
- b) Menor gasto de materiales
- c) Menor tiempo de elaboración
- d) Alta seguridad respaldada con manuales y multimedia

Se pretende innovar en la Universidad Tecnológica de El Salvador con esta máquina, ya que es un tema bastante novedoso en el ámbito de la educación de electrónica, robótica, y electricidad.

Además con el uso de la máquina CNC se puede ejecutar tareas de diseño gráfico en estructura tangible así como en la arquitectura 3D generar el proyecto.

La máquina CNC cuenta con fresa y láser, se hace énfasis en esto debido a que la mayoría de estas, no cuenta con ambas funciones, solo cuentan con fresadora o láser, además en términos monetarios es un precio sumamente atractivo ante otras máquinas del mismo tipo que están a un precio más alto y solo tienen una de las dos funciones.

Esta máquina reduce el tiempo empleado para elaborar las piezas deseadas y procurando un bajo consumo energético, debido a que el láser solamente necesita entre 7 y 15 voltios a 0.5 amperios para operar, y los motores paso a paso consumen 12 voltios y entre 0.35/1.5 amperios, puede compararse con un cargador de una laptop el consumo energético de la máquina CNC, es decir es bastante reducido su gasto energético.

1.5. Limitaciones

1.5.1. limitaciones temporales

Fecha de inicio: 2 de marzo del año 2017

Fecha estimada de finalización del proyecto: 28 de mayo del año 2017.

1.5.2. limitaciones espaciales

Laboratorio de impresión 3D, en la Universidad Tecnológica de El Salvador, ubicado en casa del estudiante. 1ra Calle poniente entre 19 y 21 avenida norte, debido a que solamente alumnos de hardware y el personal capacitado podrá usar esta máquina en el laboratorio 3D (ver imagen 1).



Imagen 1, Ubicación del Laboratorio 3D, Universidad Tecnológica de El Salvador

1.5.3. alcances:

A continuación, se presentan los alcances que se abordaran sobre la investigación y los beneficios que se otorgaran al momento de presentar el proyecto completado.

1.5.4. tabla 1 alcances de proyecto

ALCANCE	BENEFICIO
1. Indicar en un manual paso a paso el ensamble de una máquina CNC, como un guía para cualquier persona que desee hacer una réplica de la misma.	Proporcionar una edición del Manual Impreso, donde se detalla el ensamble y modificación láser de la máquina CNC.
2. Construir un prototipo funcional para explicar el beneficio de la máquina CNC y el uso que los estudiantes puedan darle dentro del laboratorio 3D.	Donar un prototipo totalmente funcional de una máquina CNC al laboratorio de impresión 3D.
3. Elaborar un documento para el manejo, calibración e instrucciones de una máquina CNC.	Proporcionar un Manual con instrucciones para el uso y calibración de una máquina CNC.

1.6. Análisis de factibilidad

1.6.1. tabla 2, cuadro de análisis de factibilidad

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL PRODUCTO			
Producto	CNC 2020B DIY Fresadora de Grabado en Madera, Mini Máquina PVC	Máquina de grabado láser con fresadora CNC 3 ejes DIY grabador láser de 500mw	Máquina CNC de 3 ejes, DIY 1610.
Precio	\$700.53	\$409.99	\$362.42
Análisis	Sistema de control por medio de MACH3 lo cual es un software específico para el control de esta máquina y no se puede utilizar con ningún otro. Tamaño de 20cm x 20cm x 7cm (Ancho, Largo y Alto), Manual en inglés.	Puede tallar con fresadora y hacer corte láser, necesita conocimiento previo sobre estas máquinas para ensamblarla. Utiliza el control de usuario por medio de GRBL y su tamaño de área para grabado es de 15cm x 10cm x 5cm (Ancho, Largo y Alto).	El Control de máquina es por medio de Universal Gcode sender. Puede ser controlado por un Arduino usando Gcode, incluye láser, puede ser reemplazable y ejecuta fresado tal y como las CNC anteriores, además de ser fácil de ensamblar. Sus dimensiones para hacer trabajos es de 15cm x 10cm x 3cm (Ancho, Largo y Alto), Es mucho más económica y el tiempo de recepción es menor.
Proveedor cotizado	Aliexpress	EBay	Aeropost
Tiempo de recepción	23 – 40 días	60 – 80 días	15 – 25 días

Para el presente Proyecto se optó comprar el modelo Máquina CNC de 3 ejes DIY, por sus características técnicas y el fácil manejo para la realización de proyectos, del Laboratorio 3D en la Universidad Tecnológica de El Salvador.

Capítulo II

Marco teórico referencial

2.1. ¿Qué es una máquina CNC?

Control Numérico Computarizado (CNC) es una forma de ejecutar movimientos con distintos dispositivos (ver imagen 2) que convencionalmente las fresadoras se operan manualmente por una persona, el CNC trata de reducir el tiempo y errores de fabricación que un humano puede ocasionar, este es programado por medio de rutinas vía software, y no por palancas o volantes como la operación de manera manual (Computer History, 2017).

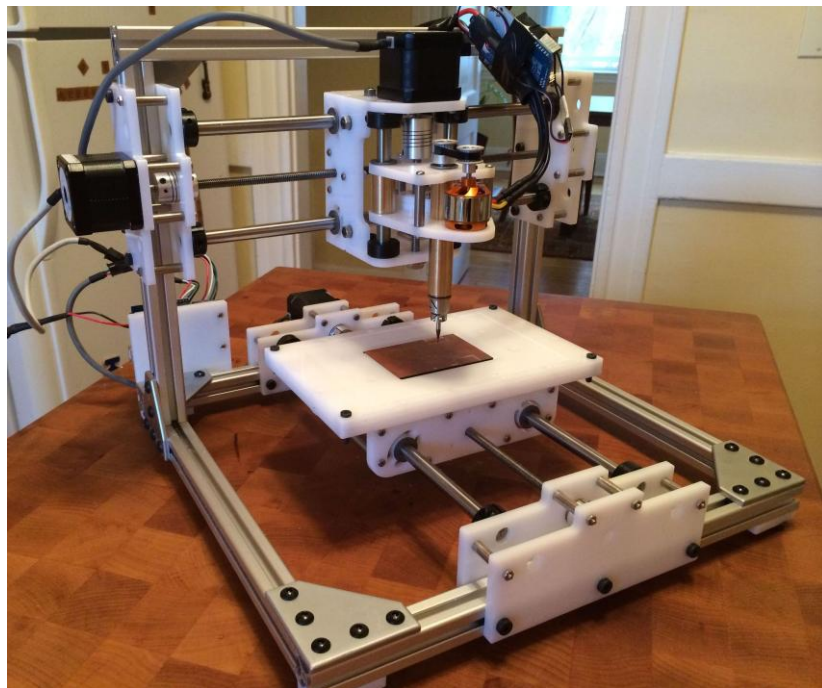


Imagen 2 máquina mini CNC

La máquina CNC usa una técnica de posicionamiento por coordenadas, estas coordenadas son previamente programadas por un humano vía software e introducidas a una memoria para que la máquina interprete las instrucciones, también puede ejercerse la manipulación manual mecanizada por palancas o dispositivos como el mouse, pero también existe la posibilidad de automatizar todo el proceso ya sea por software especial, como por ejemplo tomar una imagen, o una figura física y analizar su geometría en 2 o 3 dimensiones por medio de software especializado para esta utilidad, y así exponer un modelo virtual (ver imagen 3), entonces de esta manera la CNC pueda ejecutar los movimientos de coordenadas para crear el prototipo deseado y ejecutar los cortes debidos en la pieza a moldear.

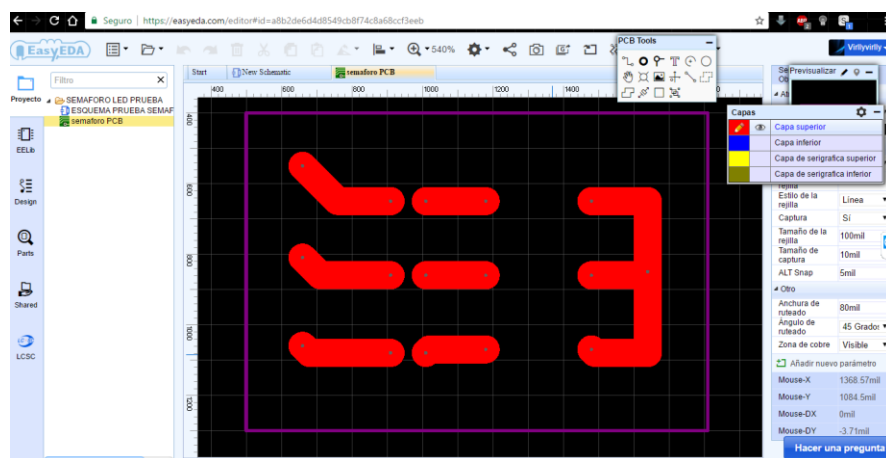


Imagen 3 diseños en 3D por medio de software, Fuente Easy EDA 2017

El control de la máquina CNC es por medio de un sistema de ejes los cuales corresponden a las coordenadas “X”, “Y” y “Z” (ver imagen 4).

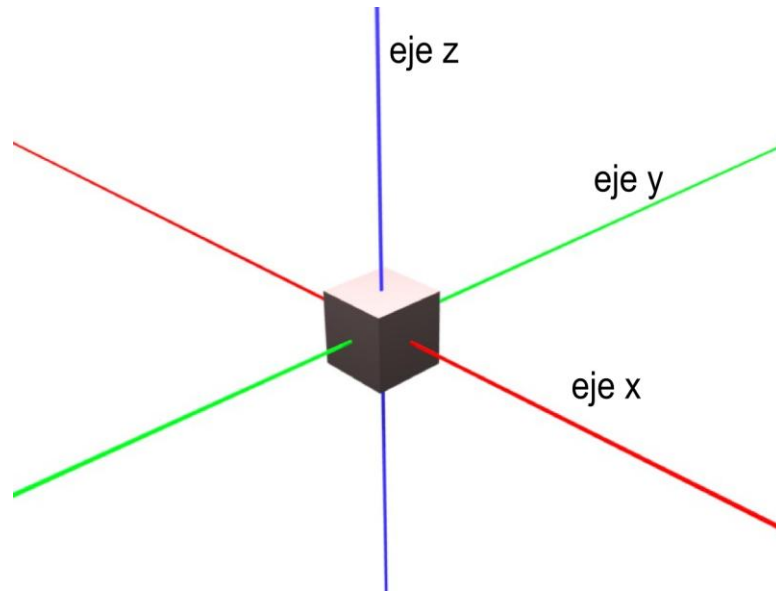


Imagen 4 representación de ejes en 3D

Las máquinas CNC no se limitan únicamente a 3 ejes, debido a que algunas pueden tener más de 3 grados de libertad lo cual genera mayor movimiento u opciones para mejores ángulos de rotación.

2.2. Historia de la CNC

La iniciativa de la CNC surgió en la revolución industrial en 1770, en esa época todo era operado manualmente, en colaboración de materiales, vapor y electricidad se ha ido avanzado tecnológicamente la CNC.

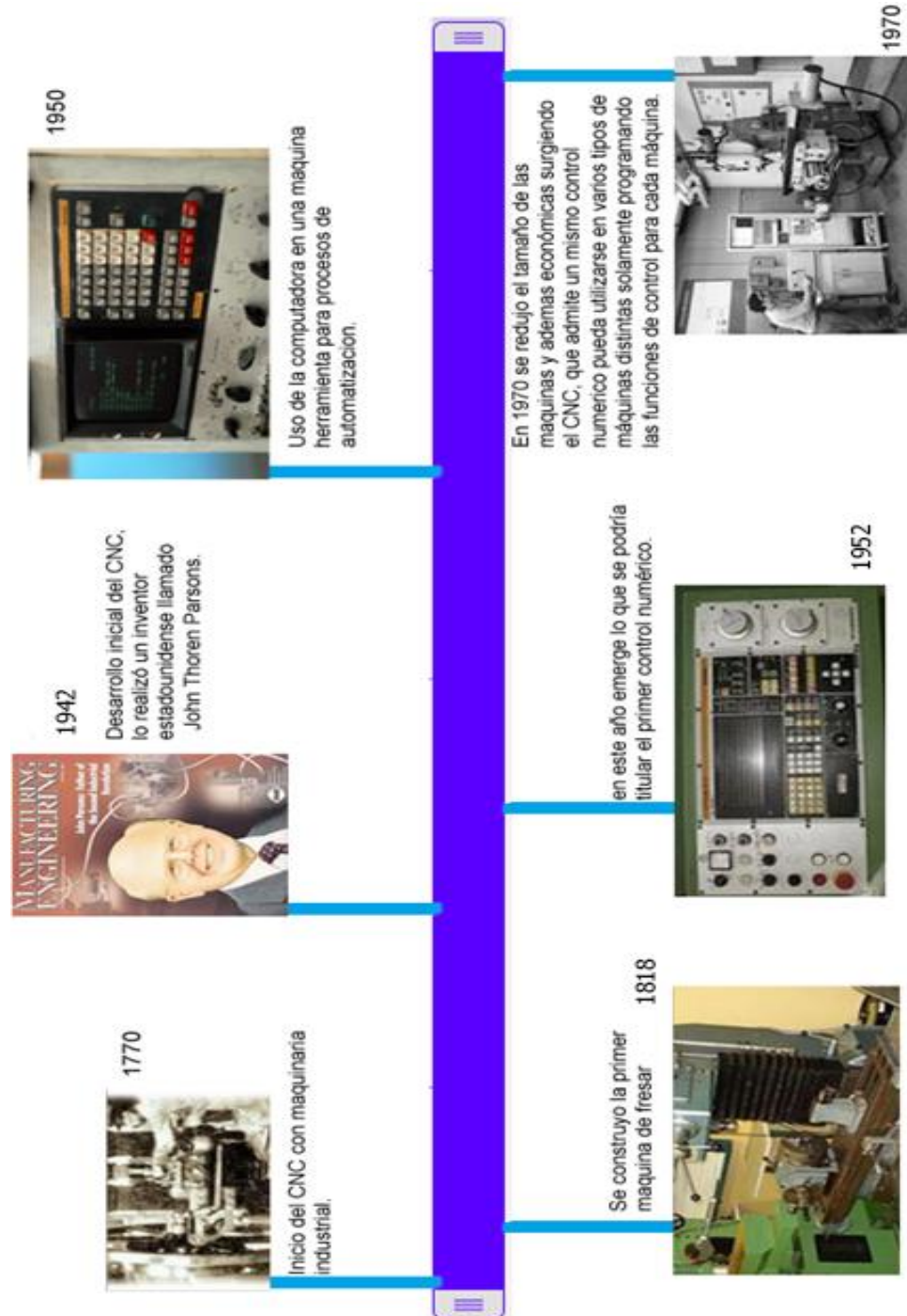
Al finalizar la segunda guerra mundial en 1945 se crearon los primeros equipos de cómputo. Alrededor de 1950 se utilizó la computadora para manipular máquinas.

Cerca en 1960 los chips reducen el costo de los controladores, aunque en realidad en 1942 se puede decir que se produjo por primera vez el control numérico, debido a la alta necesidad de la industria aeronáutica de la época por la creación de piezas en control numérico para estos equipos (industrias y empresas, 2017).

John Thoren Parsons un ingeniero estadounidense inventor del control numérico, padre del control numérico computarizado actual (ver imagen 5).

Creado con un enfoque para la aeronáutica el control numérico computarizado tiene usos variados, como las máquinas herramientas que se digitalizaron, así como también los chips de computadora y los automóviles, entre otros.

También desarrolló la unión adhesiva de estructuras metálicas en aeronaves, aplicado especialmente en las hélices entre otros logros.



Imágen 5 línea de tiempo sobre CNC años 1770 – 1970, Fuente umich.edu

2.3. Tipos de CNC

Hay varios tipos de máquina CNC en la actualidad, con el tiempo se han adaptado con la tecnología y son herramienta de mucha utilidad en su mayoría para empresas, estas logran hacer trabajos automatizados brindándole la precisión, tiempo y seguridad al usuario.

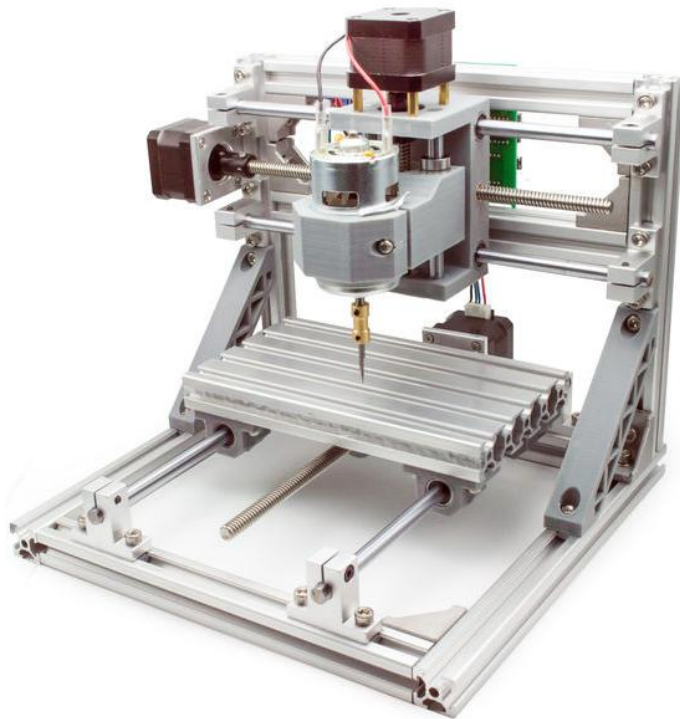
Los distintos ejes de una CNC es lo que determina las opciones de movimiento que la máquina ejecute. Si la cantidad de ejes es mayor, más amplios serán los grados de libertad de esta máquina.

Un punto importante es comprender que, cuando describimos ejes, se hace referencia a un sistema cartesiano (X, Y, Z,...).

De esta forma pueden clasificarse las máquinas CNC por sus ejes en tres distintos tipos:

Tres ejes: son fresadoras con posibilidad de movimiento vertical, horizontal y diagonal.

El movimiento diagonal es un resultado de la combinación de los dos primeros ejes, como puede ser la mesa de la máquina CNC y el movimiento vertical de la fresadora. (Ver imagen 6).

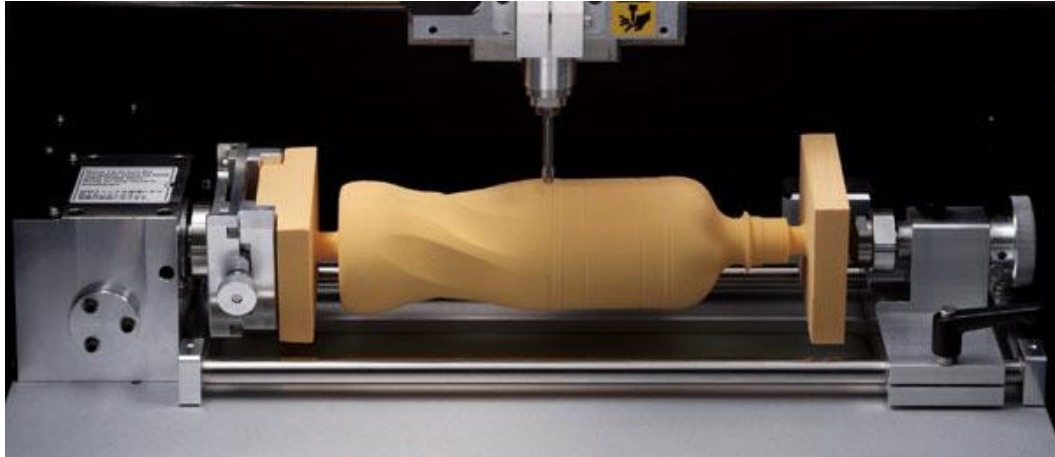


Imágen 6 CNC de 3 ejes, fuente Linksprite 2017

Admiten un control de movimiento referente entre la máquina CNC y la pieza a moldear, en cada uno de los tres ejes del sistema cartesiano.

Cuatro ejes: son similares a la anterior en sus tres ejes pero añaden la característica de giro sobre la pieza a moldear, por medio de un eje que sujeta la pieza horizontalmente y ejerce rotación. (Ver imagen 7).

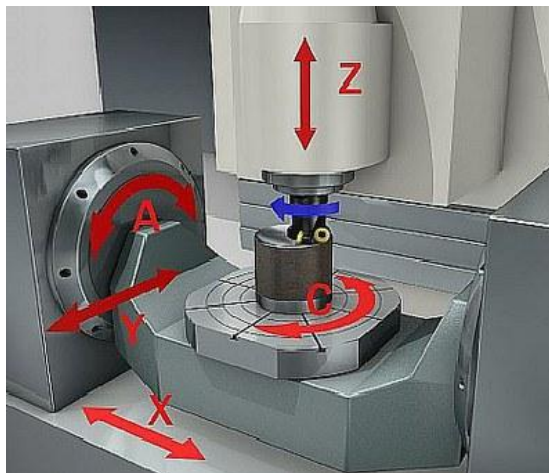
Son optimizadas para moldear superficies con patrones en forma de cilindro, como por ejemplo ejes estriados o engranajes.



Imágen 7 CNC de 4 ejes

Cinco ejes: Ejerce todos los movimientos de las máquinas CNC descritas anteriormente, pero añadiendo ciertos rasgos.

Añade el control de rotación de la pieza a moldear sobre dos de sus ejes. Uno de esos movimientos es rotación para inclinación de piezas, el otro es un giro, el cual se sostiene la pieza en una base. (Ver imagen 8).



Imágen 8 CNC de 5 ejes

Las máquinas CNC de estas características son las más utilizadas en piezas que tienen como resultado formas de elevada complejidad.

2.4. Historia de la PCB

Alrededor de 1930 el Dr. Paul Eisler, expone usar una placa de material aislador con cobre como material conductor. (Universidad de Sevilla, 2017).

A esa placa se le coloca las pistas impresas de modo que el cobre descubierto se elimina con percloruro de hierro, gracias a las investigaciones del Dr. Paul Eisler que desarrollo estas técnicas (Technograph Microcircuits, 2017).

Esta idea dio oportunidad a minimizar el espacio, peso y alta producción de las PCB, sin dejar de lado el precio, siendo esto aplicado a sistemas eléctricos y electrónicos (Manuel Bellido, 2017).

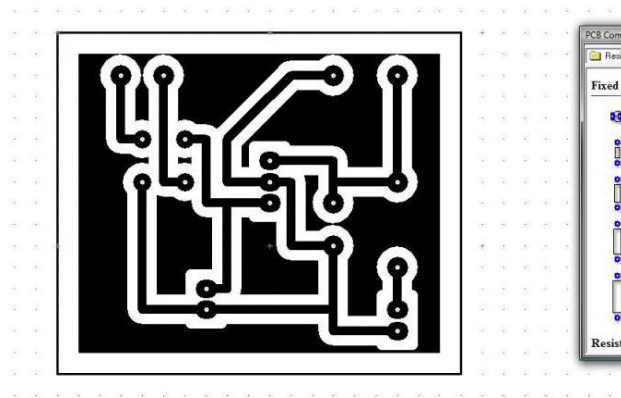
2.5. Pasos y advertencias para crear una tarjeta de circuito impreso manualmente

El procedimiento manual que hace el ser humano para construir una placa de circuito impreso es con mucha precaución y riesgo, ya que tiene bastantes intervenciones por parte de la persona que elabora la tarjeta con los materiales que son altamente tóxicos durante la creación de las Tarjetas de circuito impreso (ver imagen 9).



Imágen 9 PCB, fuente electroschematics.com

Como primer paso es la creación de circuito por medio de software, existen varios tipos de software que manipula la elaboración de estas pistas electrónicas, estos software necesitan ser manipulados totalmente por una persona, para luego imprimir el diseño en papel fotográfico (ver imagen 10), el cual es de mayor precio que el papel común y debe hacerse con impresión láser (Tutellus, 2017).



Imágen 10 diseño de PCB, fuente PCB wizard

El cloruro de hierro es un elemento químico que se utiliza para unir el diseño de los circuitos electrónicos que se hace con el papel fotográfico, haciendo las pistas electrónicas de la PCB (ver imagen 11).



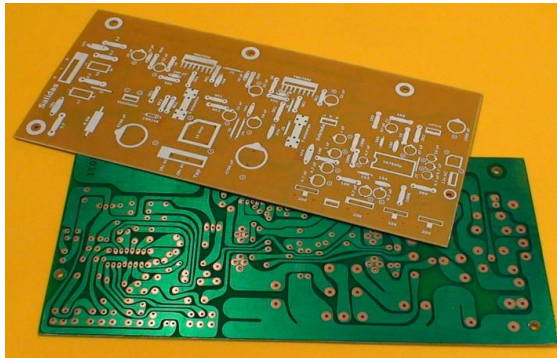
Imagen 11 PCB sumergida en cloruro férrico

La sustancia química del cloruro férrico (ver imagen 12), puede ser un peligro para la salud, después del planchado para que la impresión láser se adhiera a la placa de circuito.



Imagen 12 percloruro de hierro

Por lo tanto hay que tener guantes para una mejor seguridad, al momento de combinar el ácido con las placas de fibra de vidrio o baquelita (ver imagen 13).



Imágen 13 comparación de colores en PCB hecha de baquelita café y fibra de vidrio, fuente sunmantechology

Las precauciones con el percloruro de hierro se deben tomar debido a estos riesgos de absorción:

Inhalación: es muy agresivo sobre las mucosas y el tracto respiratorio. Los síntomas pueden ser tos, laringitis, dificultad de respiración, dolor de cabeza, náuseas y vómitos.

Por Ingestión: es corrosivo, puede provocar quemaduras en la boca y estómago, vómitos e incluso diarrea. Es poco tóxico en dosis bajas, pero más de 30mg/kg puede provocar que la orina se torna de color rosado, que demuestra el envenenamiento, dañado al hígado, seguido por incluso la muerte de la persona que ingirió este químico hasta tres días después de la intoxicación.

Al contactar los ojos provoca visión borrosa, enrojecimiento, dolor y posibles quemaduras severas. (Corporación Química Omega, 2017)

Como un análisis general por todos estos puntos se recomienda el uso de la CNC, al ver los riesgos de fabricación de manera manual las tarjetas de circuito impreso y grabado láser.

2.6. Componentes de un PCB

La base: una lámina o placa de material aislante que soporta sobre sus caras material conductor y componentes electrónicos

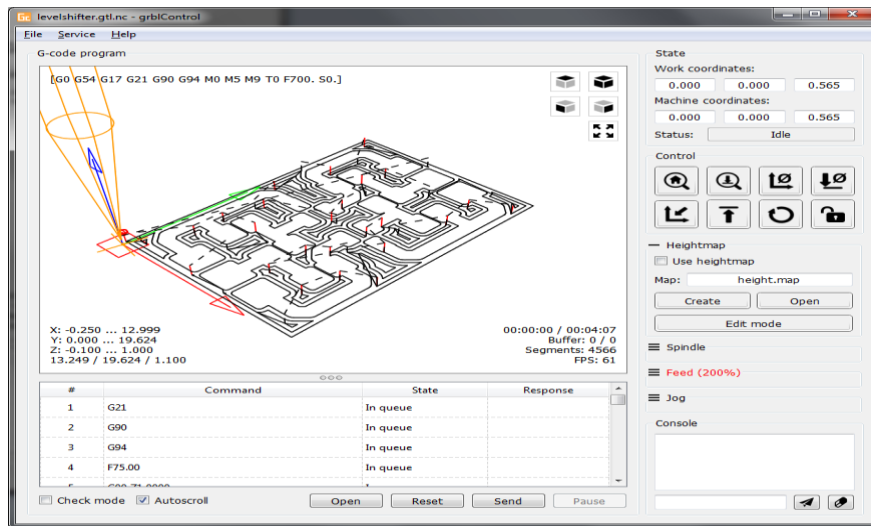
Conductores: tiras de material conductor de muy alta calidad (cobre) que están firmemente sujetas a la base. Los conductores proveen las interconexiones entre distintos componentes eléctricos así como los puntos de soldadura de los mismos. (McGraw-Hill Education, 2017).

2.7. Programas para usar una máquina CNC

El área de software, es la que se utiliza en una máquina CNC para ser controlada por la persona que ejecuta programa para automatizar el trabajo, tomando en cuenta que es fundamental para alcanzar los resultados deseados.

2.7.1. GRBL controller

Grbl controller: Es el software que ejecuta los diseños basado con el lenguaje de programación G-code, su variante es el universal G-code sender el cual mueve las coordenadas “X” “Y” y “Z”, velocidad y trayectoria a seguir (ver imagen 14).



Imágen 14 Grbl controller

2.7.2. software de diseño para PCB online Easy EDA

Easy EDA: se utiliza para hacer los diseños de circuitos, ajustando las dimensiones de los componentes y el grosor de la pista, también se ajusta la densidad de las perforaciones (ver imagen 15).



Imágen 15 Easy EDA, fuente easyeda.com/es

2.7.3. Xloader firmware uploader

Xloader: este programa es utilizado para subir el firmware a la tarjeta Arduino. Este software como característica principal, sirve para configurar la velocidad, el puerto de comunicación (COM) y elegir manualmente el modelo de la tarjeta a programar (ver imagen 16).

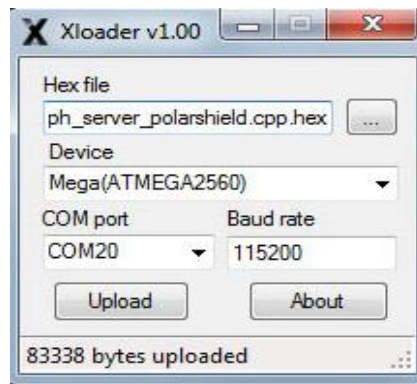


Imagen 16 xloader subiendo firmware a un Arduino, fuente russemotto.com/Xloader

2.7.4. software Inkscape

Inkscape: Interfaz para crear o editar diseños de circuitos electrónicos para la CNC por medio de imágenes (ver imagen 17), gráficos vectoriales de manera manual u automatizada por medio de escaneo de imagen.

(inkscape.org, 2017).

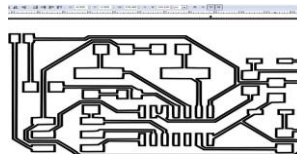


Imagen 17 ink scape con diseño de un circuito electrónico

Capítulo III

Metodología

3.1. Metodología

3.1.1. descripción general de la metodología.

En la metodología de la investigación de campo, se refiere al análisis y comprensión de una realidad que se plantean problemas en una zona específica, por lo cual es necesario el uso de instrumento de recopilación de datos para obtener resultado concluyente de la información en dicha zona que está siendo analizada, por lo cual se hace una selección de participantes relacionando al tema (definicionabc.com, 2017).

El principal problema de nuestra investigación es el proceso de elaboración de placas de circuitos electrónicos por las personas que elaboran manualmente estas placas y manipulan un químico llamado ácido férrico o percloruro de hierro, que puede ocasionar problemas dañinos para la salud si no se utiliza guantes protectores al momento de manipular este elemento químico.

Otro punto es la precisión de cantidad de material químico que hay que tener para hacer estos circuitos, un error puede ser un desperdicio de material que recurren a gastos extras de dinero, por lo cual la máquina CNC soluciona este problema evitando los errores que tienen los humanos y

brindándoles una seguridad con los trabajos automatizados que ofrece esta máquina.

3.1.2. justificación de la elección en la metodología

Para la selección del método, se optó por la investigación de campo que se aplicará en el lugar que está ubicado en el Laboratorio 3D y Laboratorio de Electrónica de la Universidad Tecnológica de El Salvador.

Se colectara datos e información directamente de las personas a través del uso de instrumentos (como entrevistas o encuestas) con el fin de analizar la situación y lograr los objetivos de la investigación resolviendo los problemas planteados (definición.mx, 2017).

Esta metodología tiene como propósito mejorar las opciones de fabricación de PCB que existen en la actualidad, informando al estudiante en la innovación con la tecnología mediante la máquina CNC, y así exponer las ventajas que se obtiene al utilizar esta herramienta, las cuales son:

- Mejora la precisión en la realización de trabajos.
- Seguridad en el proceso de trabajo.
- Reducción de residuos.
- Ejecución de trabajos complejos.
- Menor tiempo de elaboración.

3.1.3. *método*

Se procederá en analizar los datos de la encuesta realizada, para así solventar nuestro problema ya planteado en la investigación, “¿Será factible el ensamble de una máquina CNC, como herramienta de apoyo para el desarrollo de prototipos de placas electrónicas y grabados de chasis, diseñada por estudiantes y docentes de la Universidad Tecnológica de El Salvador?”.

Así dando una respuesta para la problemática de la investigación, que es la utilización de materiales peligrosos para la salud de los estudiantes (Hill, 2017).

3.1.4. *instrumentos*

“La encuesta es un instrumento de observación formada por una serie de preguntas formuladas, cuyas respuestas son anotadas por el empadronador, son de corta duración y eventualmente la puede contestar de manera directa a la persona encuestada” (Tamayo, 2017).

En esta investigación se utilizó una encuesta a través del formulario de Google drive, que consta de 10 preguntas cerradas, de esta manera se compartirá para la población de la Universidad Tecnológica de El Salvador en el área de carreras técnicas e ingenierías, que actualmente operan en el laboratorio 3D y en el laboratorio de electrónica, el formulario de la encuesta es enviado vía correo electrónico para que los estudiantes contesten de

manera fácil las preguntas, para así proceder a analizar de manera óptima los datos y llegar a un análisis de estos sobre la investigación.

3.1.5. procedimientos

Se realiza una encuesta de manera virtual enviada por correo electrónico donde se contesta una serie de preguntas, se obtienen los datos directamente de los estudiantes de carreras técnicas y de ingenierías de la Universidad Tecnológica de El Salvador, donde se estudiaron los datos recaudados para proceder analizarlos a través de la herramienta Formularios de Google drive donde se facilita el procesamiento y tabulación de estos.

Por otra parte, se utilizó un diseño de investigación de campo, debido a que este cumple con nuestros requisitos para adquirir dicha información.

3.1.6. participantes

En los participantes de la encuesta se selecciona al azar grupos de estudiantes procedentes de las carreras de técnicos e ingenierías en la Universidad Tecnológica de El salvador, del laboratorio 3D y laboratorio de Electrónica, que actualmente hacen diversos trabajos en la elaboración de diseños de circuitos electrónicos y placas de circuito impreso que actualmente tienen ciertas dificultades ya mencionadas.

Mostradas estas dificultades en la elaboración manual de circuitos electrónicos, se procedió al ensamblaje de un prototipo funcional de una

máquina mini CNC, que será donado específicamente al Laboratorio 3D para futuros proyectos que involucren cualquier necesidad que la máquina pueda solventar a los alumnos de la Universidad Tecnológica de El Salvador.

De esta manera se ofrece a los estudiantes una manera de fabricar placas de forma más fácil y con menor riesgo para la elaboración de circuitos impresos, ya que actualmente no existe una máquina o herramienta para diseñar de manera rápida y fabricar estas piezas, en el laboratorio 3D y en el laboratorio de electrónica de la Universidad Tecnológica de El Salvador.

3.1.7. estrategia de análisis de datos

En este caso se utiliza análisis de datos cuantitativos, debido a que empleamos las herramientas de encuesta y entrevista, esto le da el sentido lógico al procesamiento de datos según este caso.

Se muestran los resultados en tablas o graficas donde muestra la diferencia de lo que las personas encuestadas contestaron, luego se calculan las diferencias por medio de porcentajes como en este caso, por medio de formularios de Google drive. Como último paso la interpretación de resultados obtenidos es un punto importante del análisis y de esta forma mostrar una clara comprensión de las deducciones (Monés, 2017).

CAPÍTULO IV

Análisis de resultados

4.1. Análisis de resultados

4.1.1. datos relevantes

El enfoque del análisis fue la factibilidad técnica que tiene el elaborar PCB por medio de la CNC, dada la investigación durante 4 meses se logró ver que la máquina CNC de tres ejes que se ensambló tiene una eficiencia aproximadamente de un 75% mejor que la elaboración manual, además del uso de componentes especiales (distintas placas con superficie de cobre) según el caso de la fabricación de PCB puede influir mucho en el producto final deseado por el usuario de la CNC, refiriéndose en términos de presentación como lo es las placas de fibra de vidrio que tienen mejor visualización y además resistencia.

Así como en otras herramientas, la importancia radica en la propia máquina, tan relevante como ellas son las brocas que se utilicen.

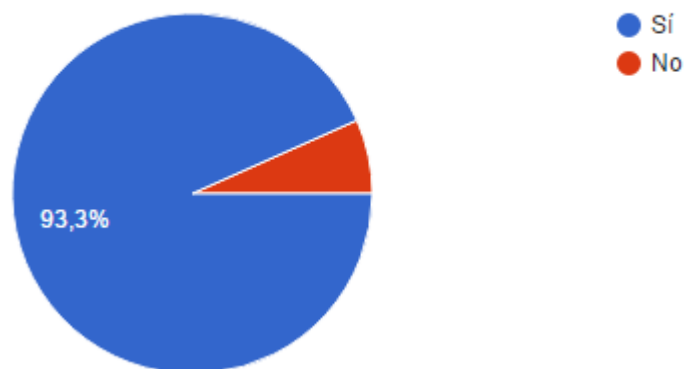
Las de mayor calidad son las fresas con punta de carburo de tungsteno, un metal altamente resistente, son precisas y tardan en desafilarse, aunque el afilado lo debe hacer un profesional las fresas de acero de gran velocidad son más accesibles y aunque se desgastan antes, se pueden pulir en casa con una piedra de afilar (Leroy Merlin, 2017).

4.2. Análisis de la encuesta

4.2.1. análisis de datos

1- ¿Usted conoce qué es una máquina CNC?

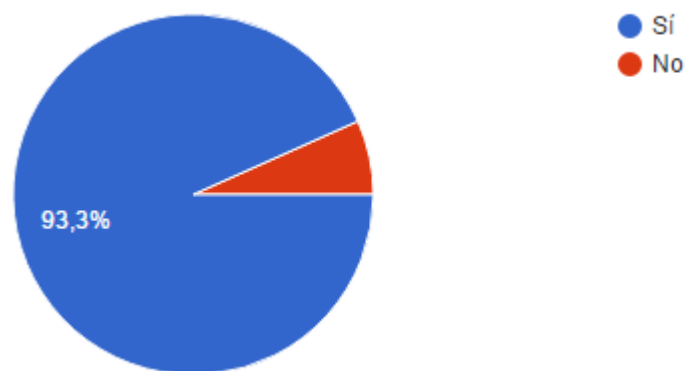
Resultado:



Se observa que la mayoría de participantes con un porcentaje de 93% sabían lo que es una CNC, aunque se asume que a nivel básico, dando así un buen resultado y aceptación para el uso de la CNC en el laboratorio 3D, en la fabricación de tarjetas de circuito impreso de manera automatizada por los estudiantes de la Universidad Tecnológica de El Salvador, así como por los docentes de esta (3DM, 2017).

2- ¿Usted sabe qué es una tarjeta de circuito impreso?

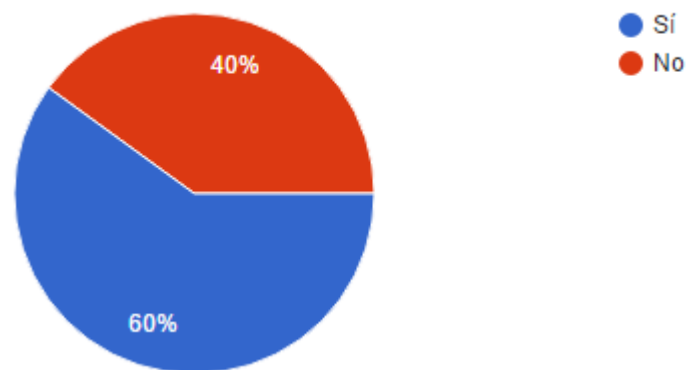
Resultado:



Este alto índice de conocimiento sobre ¿qué es una tarjeta de circuito impreso? Se debe a que en el ámbito actual la mayoría de participantes han visto en las ferias de tecnología, placas de circuito impreso en proyectos de alumnos de la Universidad Tecnológica de El Salvador, se observa que el 93% de personas conocen del tema, y solamente un 6.7% desconoce del tema por lo cual se hace útil la herramienta de la máquina CNC (Electrosoft Ingeniería, 2017).

3- ¿Ha fabricado alguna vez tarjetas de circuito impreso?

Resultado:

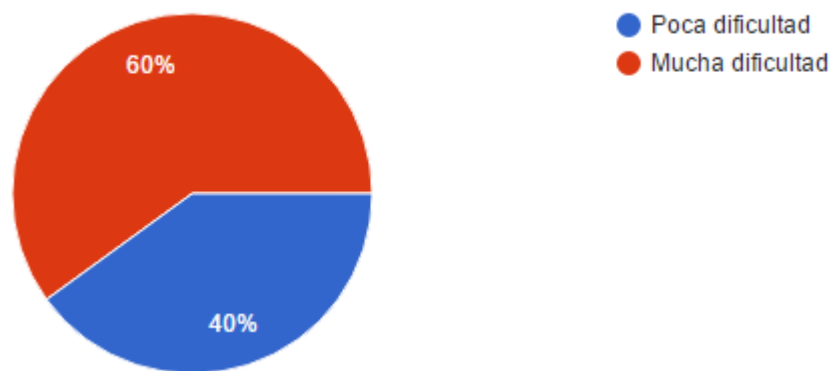


El resultado de esta pregunta muestra una gran cantidad de participantes que solamente conocen lo que es la electrónica aplicada en las PCB.

Por lo cual se observa un 40% de participantes que nunca han elaborado tarjetas de circuito impreso, mientras que el 60% de participantes han fabricado tarjetas de circuito impreso pero de manera manual, por lo cual es realmente factible el implementar la CNC como herramienta de estudio.

4- Si la respuesta fue "sí", ¿Cuanta dificultad experimentó al elaborar una tarjeta de circuito impreso?

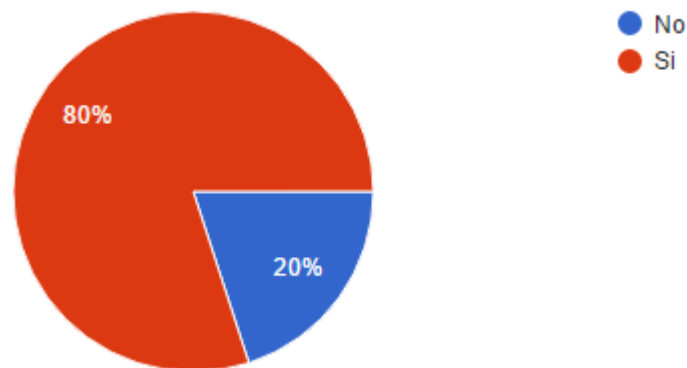
Resultado:



El resultado de esta pregunta fue un poco variable debido a que fue una pregunta totalmente opcional, pero algunas personas optaron por no contestarla debido a que nunca habían elaborado manualmente tarjetas de circuito impreso, aun así se aprecia que el 60% de los participantes han tenido mucha dificultad en la elaboración de PCB, lo cual es algo lógico por los métodos actuales de la elaboración de esta en la Universidad Tecnológica de El Salvador, mientras que un 40% encontró poca dificultad a la hora de fabricar PCB.

5- ¿Alguna vez tuvo un accidente o problema elaborando tarjetas de circuito impreso por medio de fabricación manual, como las que elaboran estudiantes de la UTEC?

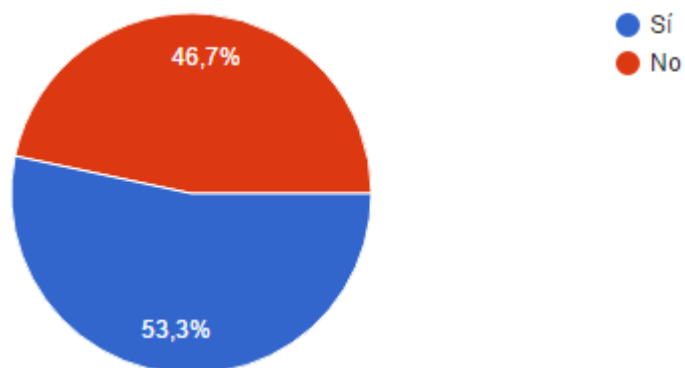
Resultado:



Según el análisis por encuesta descubrimos que muchas personas tuvieron accidentes en la fabricación de PCB tales como laceraciones, decoloración de piso, corrosión de la piel, quemadura de primer grado debido al planchado y algunos casos irritación en la vista por la cercanía del producto con el ojo humano, mostrado así un 80% de participantes presentaron problemas o accidentes a elaborar PCB, mientras solamente el 20% de participantes mencionan no haber tenido problemas.

6- ¿Sabías que el percloruro de hierro con el que hacen las tarjetas de circuito impreso de manera manual es altamente tóxico?

Resultado:



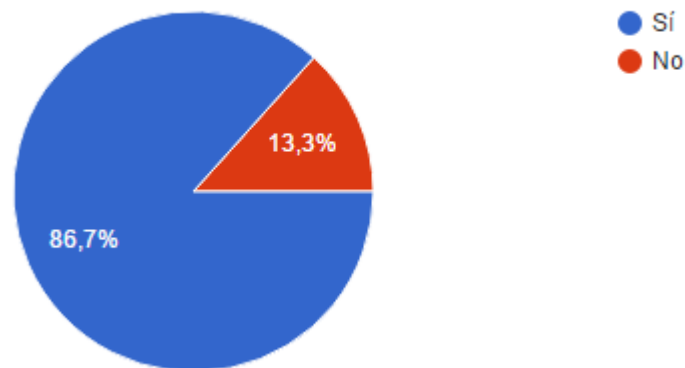
En la investigación se descubrió que el percloruro de hierro termino siendo más tóxico que de los participantes conocían.

Debido a esta toxicidad consideramos la mejor solución para la seguridad de las personas que a futuro fabriquen PCB la máquina CNC.

Del 53% de los participantes conocían partes de la toxicidad de este químico, mientras el 46% desconocen en totalidad el daño que puede generar a la piel principalmente, a los ojos y por ingestión daño de órganos internos.

7- ¿Estarías dispuesto a utilizar la CNC para algún proyecto orientado a fabricación de PCB o grabado láser que necesites?

Resultado:

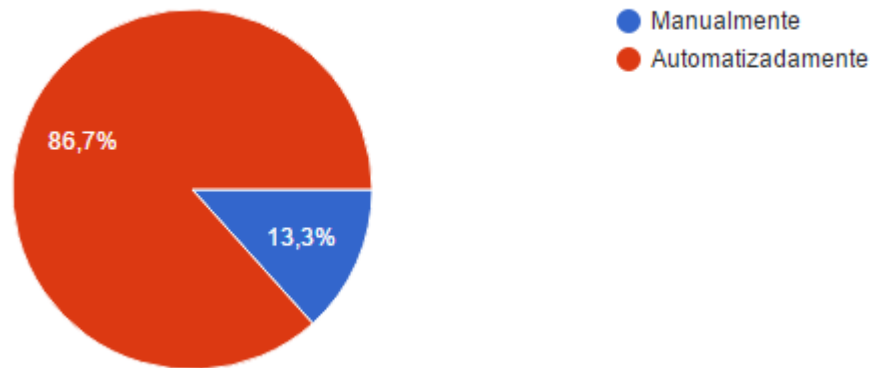


La mayoría de los participantes observan de buena utilidad y gran potencial a la máquina CNC debido a que, realiza trabajos que antes ejecutaban manualmente y ahora gracias a la CNC puede hacer este proceso automatizado.

Un 86% de los participantes mostraron interés en usar la máquina CNC como herramienta de apoyo para su proyecto, mientras solamente un 13% prefieren fabricar las PCB de manera manual.

8- ¿Preferirías hacer elaboración manual de circuitos impresos o automatizando el proceso de fabricación de tarjetas de circuito impreso por medio de la CNC?

Resultado:

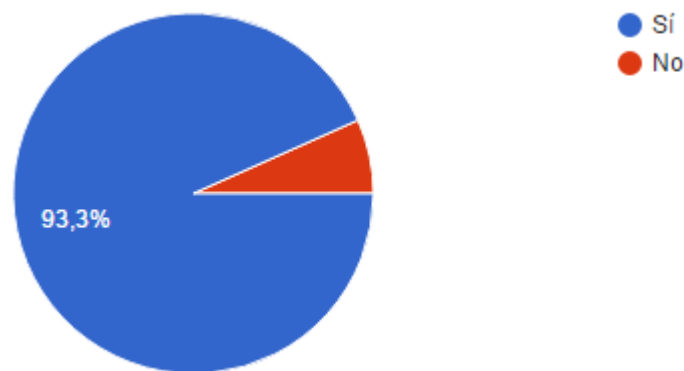


Claramente un 86% de participantes prefieren la automatización del trabajo gracias a la máquina CNC, debido que ahorra tiempo, costé, es segura y además es un proceso menos contaminante.

Un 13% de participantes sigue optando por fabricar su tarjeta de circuito impreso manualmente (Jiménez, 2017).

9- ¿Utilizarías la herramienta de láser para hacer grabados de imágenes en madera, proyectos de diseño gráfico, arquitectura o cortes en materiales no-metálicos con la CNC?

Resultado:

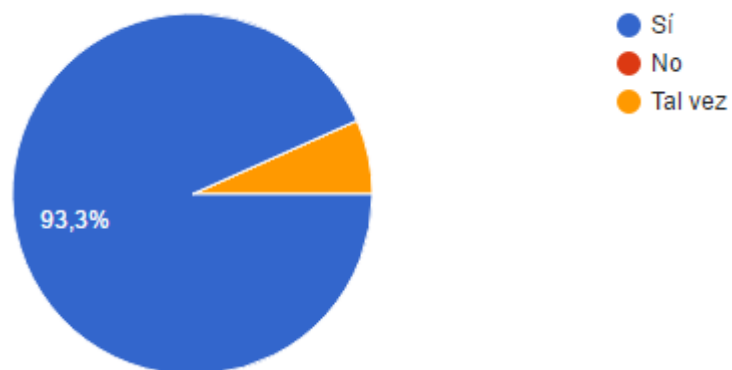


Proporcionado una visión a largo plazo, los estudiantes de diseño gráfico y arquitectura pueden elaborar modelado 3D para así aplicarlo en el proceso de fabricar estructuras físicas específicas así como prototipos completos, como por ejemplo usando madera.

Un 93% de los participantes está dispuesto a utilizar el grabado láser ya que ven factible el proceso de dibujado por medio de la CNC, mientras que solamente un 6.7% observa viable el proceso común de grabado y elaboración de dibujo en superficies no-metálicas. (Port Láser technology LDA, 2017).

10- ¿Estaría dispuesto a aprender el ensamblado o uso de una máquina CNC?

Resultado:



Se puede apreciar que la mayoría de participantes, es decir el 93% está dispuesto a aprender el ensamblado o uso de máquina CNC.

Un 6.7% de los participantes parecen indecisos en aprender todo sobre la CNC, ya que a pesar de ser una tecnología de 1970 no es muy común observarla a nivel nacional.

4.2.2. *tabla 3, resultados de encuesta*

Resultado numérico				
Numero de pregunta	Respuestas			Número de personas en total que respondieron
	Sí	No	Tal vez	
1	14	1	-	15
2	14	1	-	15
3	9	6	-	15
4	Poca dificultad	Mucha dificultad	-	10
	4	6		
5	12	3	-	15
6	8	7	-	15
7	13	2	-	15
8	Manualmente	Automatizada mente	-	15
	2	13		
9	14	1	-	15
10	14	0	1	15

Tabla con resultados numéricos de la encuesta sobre CNC

CAPÍTULO V

Conclusiones

5.1. Conclusión

Como resultado de la investigación aplicada presentada, concluimos que la CNC es una máquina muy útil en el uso de corte y perforación a escalas pequeña y grande, en este caso se analizó a fondo lo que son los componentes de una CNC, como ensamblarlos y calibrarlos, conceptos básicos sobre lo que se entiende en el uso de CNC, y además se obtuvieron pruebas de esta máquina y efectividad de corte con láser.

Por otro lado hay muchísimas posibilidades para el uso de la CNC aplicándolo en el área como robótica, domótica e incluso áreas de arquitectura.

El diseño gráfico es un campo que en su mayoría se hacen trabajos en 2D o mostradas virtualmente o maneras graficas impresas, pero rara vez se observa la aplicación de esto en diseño gráfico en 3D de manera física, por lo cual se vio implementado el desarrollo de grabado láser en la CNC lo cual resulto ser importante así como novedoso para los proyectos de los estudiantes de la Universidad Tecnológica de El Salvador.

También en el área de merchandising, es decir el grabado láser que las empresas aplican en distintos artículos de publicidad o productos, los cuales pueden ser previamente diseñados por un profesional.

La mayoría de estudiantes de las carreras técnico en ingeniería de hardware, ingeniería en sistemas (por la programación del G-code), ingeniería industrial en modelado 3D usando AutoCAD o programas similares, estudiantes de diseño gráfico y arquitectura.

Se determinó que las PCB de fibra de vidrio tienen mejor aspecto que las que son elaboradas de baquelita debido a que su textura y color son más sólidos.

Además la fibra de vidrio es más difícil de quebrar, y perforar que la baquelita por lo cual es preferida en la aplicación de CNC para circuitos elaborados manualmente de uso educativo o cotidiano.

La precisión de la CNC es un punto de análisis que se observó con delicadeza ya que, la idea de usar esta máquina era el mejorar la elaboración de las PCB o trabajos de corte de manera automatizada, rápida y segura, pero siempre teniendo en cuenta la accesibilidad económica para el usuario y cliente.

Referencias

- Alexander, S. N. (1952). *Historia del CNC*. Recuperado de <http://www.computerhistory.org/timeline/1940/>
- Bellido, M. J., & Khandpur R. S. (2015). *Diseño y fabricación de PCBs*. Recuperado de https://www.dte.us.es/docencia/etsii/gii-ic/laboratorio-de-desarrollo-hardware/temas/Tema3DPCB/at_download/file
- Corporación Química Omega. (2017). *Cloruro férrico hoja de seguridad de materiales*. Recuperado de <http://iio.ens.uabc.mx/hojas-seguridad/cloruro-ferrico.pdf>
- Definición ABC. (2017). *Definición de Investigación de campo*. Recuperado de <http://www.definicionabc.com/general/investigacion-de-campo.php>
- Definición.MX. (2017). *Investigación de campo*. Recuperado de <https://definicion.mx/investigacion-campo/>
- Electroschematics. (2017). *Basic homemade PCB*. Recuperado de <http://www.electroschematics.com/5840/homemade-pcb/>
- Electrosoft ingeniería. (2010). *Conceptos y terminología utilizada en circuitos impresos:PCB*. Recuperado de <http://www.pcb.electrosoft.cl/04-articulos-circuitos-impresos-desarrollo-sistemas/01-conceptos-circuitos-impresos/conceptos-circuitos-impresos-pcb.html>
- Hill, M. G. (2013). *Información cualitativa y cuantitativa*. Recuperado de <http://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?Pertinencia-de-la-informacion-cualitativa-y-cuantitativa-en-relacion-con-el>
- Industrias y empresas. (2010). *Historia y evolución del CNC*. Recuperado de <http://www.industriasyempresas.com.ar/node/2088>

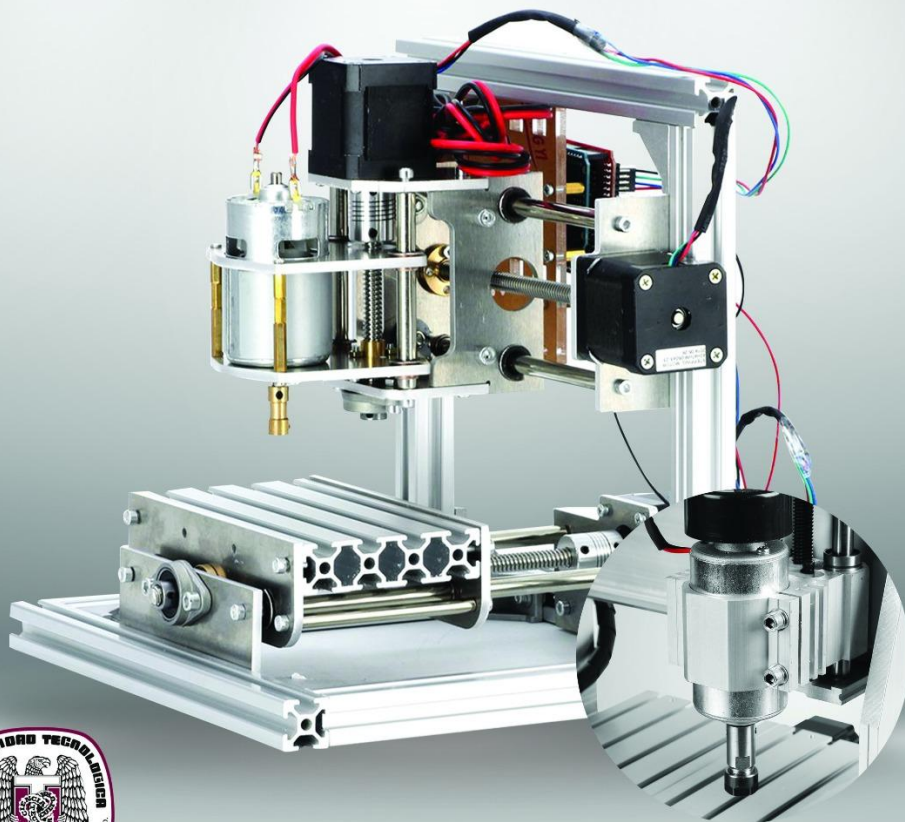
- Inkscape. (2017). *Inkscape software*. Recuperado de <https://inkscape.org/es/>
- Jiménez, R. (2012). *Control numérico por computadora*. Recuperado de <http://materias.fi.uba.ar/7565/U4-control-numericopor-computadora.pdf>
- Khandpur R. S. (2005). *Printed circuit boards: design, fabrication, assembly and testing*. Nueva Delhi: Tata McGraw-Hill Education.
- Leroy Merlin. (2016). *Herramientas eléctricas para madera*. Recuperado de <http://www.leroymerlin.es/ideas-y-consejos/comoHacerlo/herramientas-electricas-para-madera.html>
- Linksprite. (2017). *DIY CNC 3 axis engraver machine*. Recuperado de http://linksprite.com/wiki/index.php5?title=DIY_CNC_3_Axis_Engraver_Machine_PCB_Milling_Wood_Carving_Router_Kit_Arduino_Grbl#Video
- Mark C. Tomlinson. (2013). *CNC and flexible automation*. Recuperado de <https://ykoren.engin.umich.edu/research/cnc/>
- Monés, A. M. (2010). *Análisis cualitativo estrategias de calidad en investigación cualitativa y cuantitativa*. Recuperado de https://www.infor.uva.es/~amartine/MASUP/B32/B32_Analisis_Rigor_Cualitativa.pdf
- New wave concepts. (2017). *Descarga de software circuit wizard y pcb wizard*. Recuperado de <http://new-waveconcepts.com/downloads.html>
- Portlaser technology. (2017). *Dirección de Port laser technology*. Recuperado de <https://www.portlaser.com/ES/es/contacts/>
- Portlaser technology. (2017). *Las ventajas del láser en la industria*. Recuperado de <https://www.portlaser.com/ES/es/pages/page/118>

- Russemotto. (2017). *Descarga de software xloader*. Recuperado de <http://russemotto.com/xloader/>
- Tamayo, M. T. (2004). *El proceso de la investigación científica*. Armenia: Limusa.
- Technograph Microcircuits. (2015). *Orígenes de la PCB*. Recuperado de <http://www.technographmicro.com/about-us>
- Three dimensional models. (2014). *Consulta de empresa sobre CNC*. Recuperado de <http://www.3dm-cnc.com/>
- Tutellus. (2016). *Aprende a diseñar placas de circuito impreso con PCB wizard*. Recuperado de <https://app.tutellus.com/cuaderno/aprende-a-disenar-placas-de-circuito-impreso-con-pcb-wizard-662>
- Universidad de Sevilla. (2016). *Diseño y fabricación de PCBs*. Recuperado de https://www.dte.us.es/docencia/etsii/gii-ic/laboratorio-de-desarrollo-hardware/temas/Tema3DPCB/at_download/file

Anexos

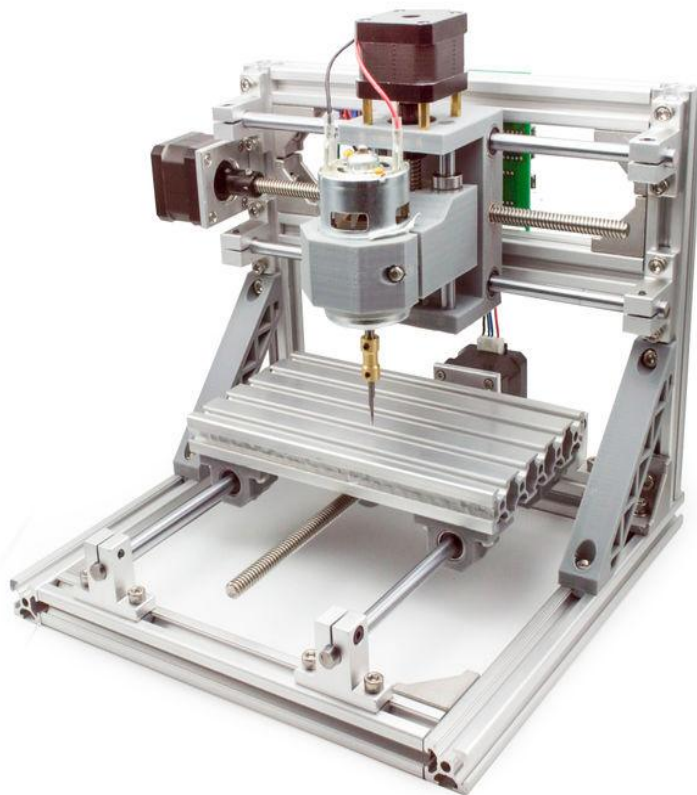
MANUAL DE ENSAMBLAJE Y CALIBRACIÓN

DIY CNC 3 axis engraver machine



Manual de Ensamblaje

Ensamble de DIY CNC 1610 3 axis engraver machine



Realizado por:

Reyes Flores, Virgilio de Jesús

Padilla Fuentes, Erick salvador

Rosales Escamilla, Raúl

**Universidad Tecnológica
de El Salvador**



Manual de Ensamblaje

Instrucciones de seguridad

Para hacer el montaje de la máquina CNC es necesario tener información y conocimiento sobre la área de la robótica y electrónica, con tiempo suficiente para ensamblar la máquina, a continuación se otorgan instrucciones para ayudar a montar esta máquina CNC de manera segura.

Le sugerimos tomar precauciones necesarias ya que la máquina CNC funciona con fresadora y grabado láser, no es recomendado tocarlo cuando esté funcionando, ya que con la partes de láser puede hacer daño en la piel y en los ojos, se ocupará lentes especiales de protección para evitar daños en la vista.

El operario debe estar pendiente de no descuidar la máquina CNC en funcionamiento sin vigilancia, ya que puede ocurrir algún fallo mecánico y así evitar inconvenientes de daños materiales o humanos. No seremos responsables si sucede un percance, por no seguir las indicaciones sugeridas en el manual.

Manual de Ensamblaje

Revisión del paquete completo

Como en el país no hay empresa que fabrique máquina CNC es necesario comprarlo por tienda virtual para obtener el producto. Para eso debemos de verificar pieza por pieza y así comprobar que no falta ninguna y no obtener ningún inconveniente para ensamblarlo, pero si en cierto caso hacen falta piezas se recomienda que contacte con el vendedor con anticipación para obtener las piezas restantes.

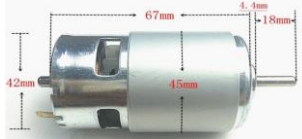


Manual de Ensamblaje

Previamente a comenzar ensamblar la máquina CNC, es esencial ordenar todas las piezas, principalmente las tuercas y los tornillos que son la partes pequeñas, esto para ahorrándote tiempo y no perder piezas, A continuación se proporcionará un listado de piezas y cantidades necesaria para ensamblar esté modelo de máquina.

Nombre de pieza	N° de piezas	Fotos
Perfil de aluminio 240mm	4	
Perfil de aluminio 220mm	4	
Tornillo M5x10	8	
Tornillo M3X6	8	

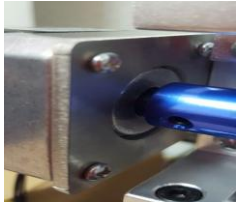
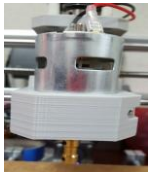
Manual de Ensamblaje

Nombre de pieza	N° de piezas	Fotos
Tuerca deslizante M5	18	
Ajustador de esquina 2020	10	
Soporte de ejes SK8	8	
Bloque deslizante	5	
Motor DC	1	
Motor Paso a Paso	3	

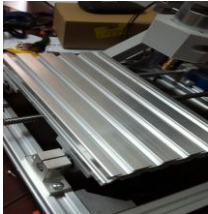
Manual de ensamblaje

Nombre de piezas	N° de piezas	Fotos
Acopladores	3	
Tornillo de fijación M4	8	
Husillo	2	
Cilindros	4	
Tuerca de cobre	2	
Placa controladora	1	

Manual de Ensamblaje

Nombre de Piezas	N° de piezas	Fotos
Acopladores de fresa	1	
Acopladores de motor paso a paso	3	
Soporte de esquinas	2	
Sujetador de motor / Láser	1	

Manual de Ensamblaje

Nombre de piezas	N° de piezas	Fotos
Cuchilla Tangencial, Cuchilla de punta o fresa.	1	
Cama, Mesa de corte, Mesa de torno o Cama de trabajo.	1	
Conectores de corriente	1	

Manual de Ensamblaje

Herramientas para Ensamblar

Herramienta	Fotos
Destornillador Phillips	
Destornillador plano	
Llaves Allen ("estrella").	
Pinzas	

Instrucciones de ensamblaje

Pasos para ensamblar la máquina CNC

1. Como primer paso es ensamblar la base de 4 perfiles de aluminio, dos de 240mm, uniéndolos por 4 ajustadores de esquinas junto a los dos perfiles de 220mm (ver figura 1).



Figura 1, perfiles de aluminio

2. Luego se colocan los 4 soportes de ejes con tornillos y tuercas deslizantes, cada uno 3 cm desde las esquinas en los perfiles de aluminio de 220mm (ver figura 2).



Figura 2, soportes de ejes

3. Los bloques deslizantes se colocan en la parte inferior de la cama de trabajo, 4 bloques deslizantes en los extremos equitativos a los soportes de ejes, y un bloque deslizante con rosca para el husillo (ver figura 3).

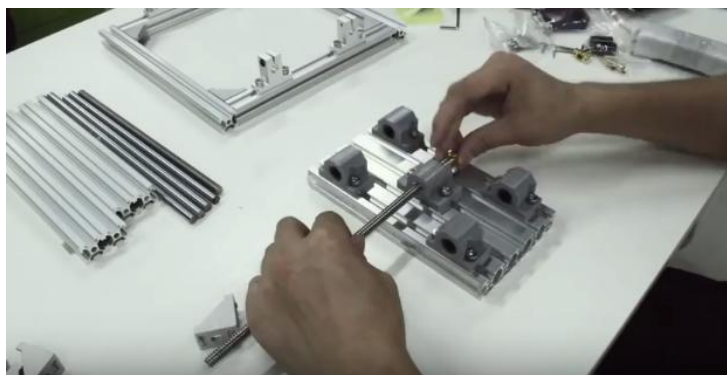


Figura 3, bloques deslizantes

4. Luego colocar los cilindros en los extremos y el husillo en el centro, con los soporte de ejes, el husillo se enrosca y sujeta con un motor paso a paso (ver figura 4).

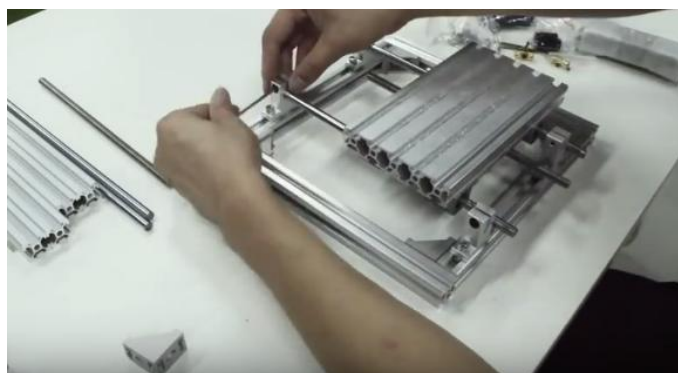


Figura 4, cilindros y husillo

5. Se coloca el motor paso a paso con su placa de aluminio en la parte frontal, para acoplarlo a un perfil de aluminio de 220mm en el lado donde se colocaran los perfiles de aluminio de 240mm en posición vertical (ver figura 5).



Figura 5, posicionamiento de motor paso a paso

6. Se ensambla un cuadro pequeño con 2 ajustadores de esquina que deben estar totalmente juntos, por uno de los extremos dos soportes de ejes alineados con la separación necesaria que ronda los 1.0, 1.2cm para introducir los cilindros que sostienen toda la estructura de la fresa o el láser deben ser colocados, se repite el proceso al otro lado de los perfiles de aluminio de 240mm (ver figura 6).



Figura 6, ensamble de chasis de posición vertical

7. Colocar el husillo en el centro enroscándolo con la mano o una herramienta que no dañe al girarlo, luego colocar los dos cilindros en los extremos superior e inferior de la pieza que sostiene el motor paso a paso y la herramienta de corte, preparándolo para acoplarlo en el cuerpo de la máquina CNC (ver figura 7).

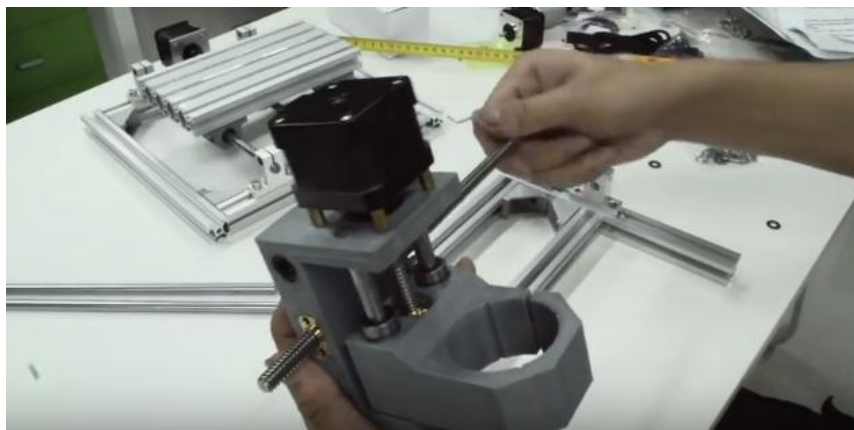


Figura 7, colocación de cilindros y husillo

8. Montaje del sujetador para motor o láser, atornillando el husillo a un motor paso a paso y los cilindros a los soportes (ver figura 8).

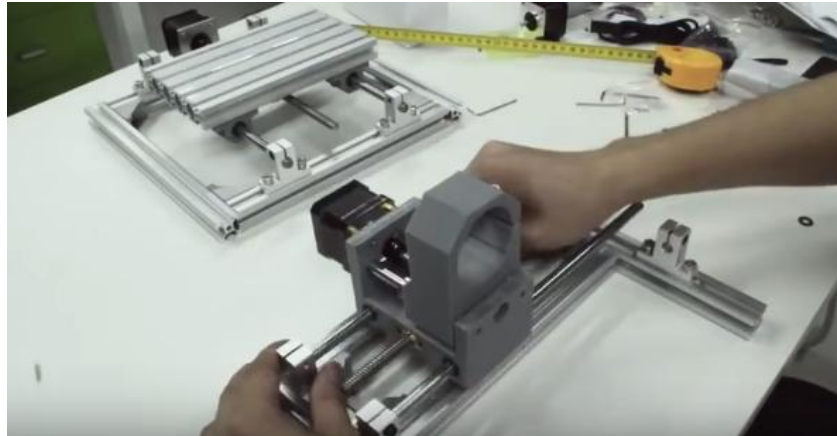


Figura 8, atornillando cilindros y husillo al chasis en los perfiles de aluminio.

9. Socar los ajustadores de esquina en el lado opuesto a la herramienta de corte o grabado, al final de los perfiles de aluminio y colocar los soportes de esquinas al nivel necesario para acoplarse a ambos perfiles de aluminio tanto los verticales como los inferiores (ver figura 9)

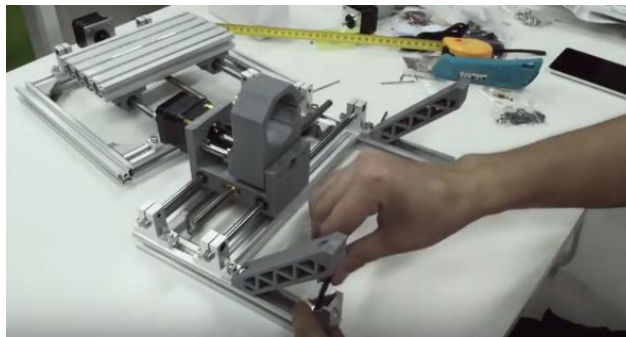


Figura 9, colocación de ajustadores y soportes de esquinas.

10. Acoplar los soportes de esquinas en los perfiles de aluminio y atornillarlos (ver figura 10).



Figura 10, sujetando soportes de esquinas en el aluminio

11. Utilizar un acoplador de motor paso a paso y colocarlo en uno de los extremos del husillo que esta enroscado con la herramienta de corte o grabado (ver figura 11 y 12).



Figura 11, atornillando acoplador a motor paso a paso.

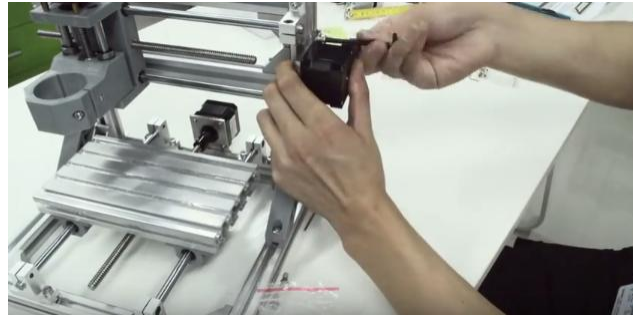


Figura 12, acoplando motor paso a paso al chasis de la máquina en un perfil de aluminio.

12. Usar un acoplador para sujetar el husillo con el motor paso a paso y causar que gire circularmente, ajustar el tornillo hasta que el motor paso a paso no deslice con el husillo (ver figura 13).



Figura 13, acoplador

13. Introducir el motor para corte o el láser en el sujetador y atornillarlo cuidadosamente para evitar dañar la CNC. Luego de armar en su totalidad se conectan los motores paso a paso, el usuario puede proceder a experimentar los movimientos de la CNC.

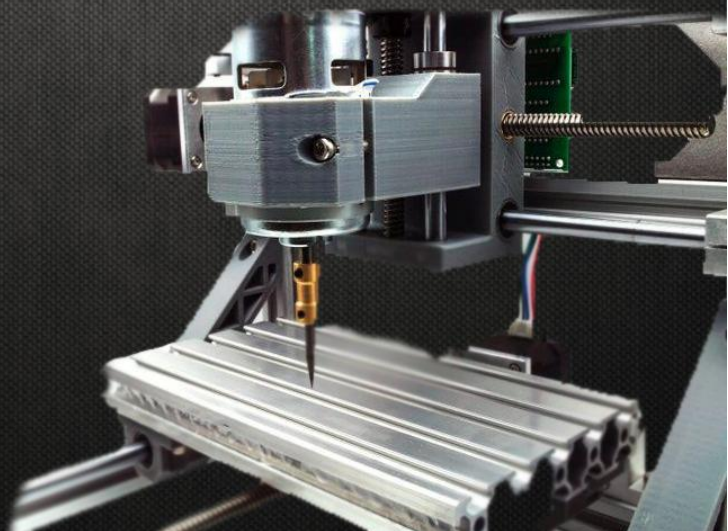
14. Luego se puede proceder a conectar los motores paso a paso y demás componentes a la placa controladora. (ver figura 14).



Figura 14, colocando herramienta de corte en su sujetador.

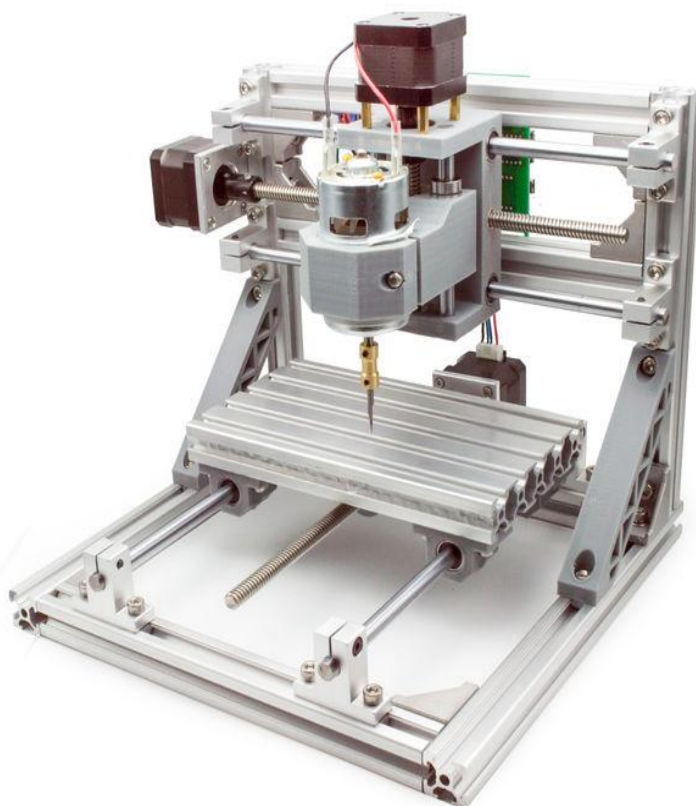
MANUAL DE USO Y CALIBRACIÓN

DIY CNC 3 AXIS ENGRAVER MACHINE



Manual de uso y calibración

Uso y Calibración de DIY CNC 1610, 3 axis engraver



Realizado por:

Reyes Flores, Virgilio de Jesús

Padilla Fuentes, Erick salvador

Rosales Escamilla, Raúl

**Universidad Tecnológica
de El Salvador**



Manual de calibración

Manual de Calibración

Instrucciones de seguridad

Para elaborar diseños de la máquina CNC es necesario tener información y conocimiento sobre el área de la robótica y electrónica, se recomienda mucha precisión en la elaboración de estos diseños además de contar con el tiempo suficiente para elaborarlos, a continuación se otorgan instrucciones para ayudar a diseñar cortes de PCB y grabado láser para la CNC.

Se sugiere tomar precauciones necesarias ya que la máquina CNC es operada con fresadora y grabado láser, no es recomendado tocarlo cuando esté funcionando, el láser puede hacer daño a la piel y ojos, por lo cual se ocupará lentes especiales de protección para operar con seguridad.

El operario debe estar atento de no descuidar la máquina CNC en funcionamiento sin vigilancia, debido a que puede ocurrir algún fallo mecánico. No habrá responsables si sucede un inconveniente por no seguir las indicaciones sugeridas en el manual.

Manual de uso y calibración

1. Como primer paso, es elaborar el diseño de circuito impreso, para esto utilizaremos EASY EDA por cual se hacen los diseños online y se puede modificar el grosor de la pistas, la perforación, y además específicamente la perforación para la máquina CNC (ver figura 1).

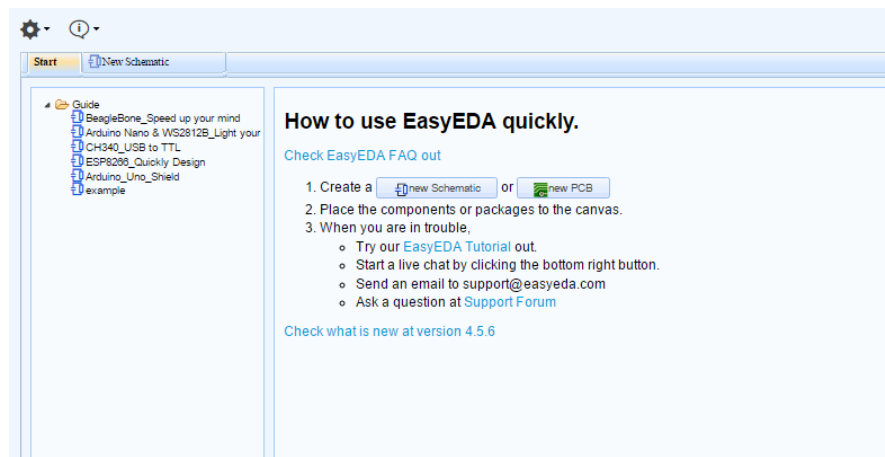


Figura 1, Easy EDA

2. Luego de hacer el diseño, se guarda el proyecto para que este se pueda procesar en conversión de esquema a diseño PCB (ver figura

2).

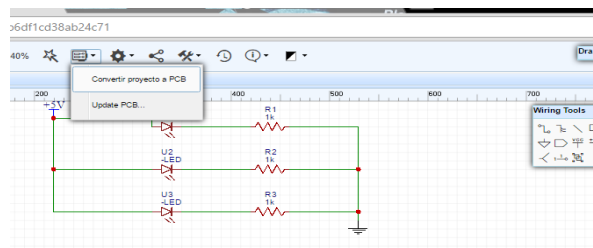


Figura 2, diseño EASY EDA completado

3. Se ordenan los componentes, se hacen las conexiones y se cambian las dimensiones, el grosor de anchura de la pista a 90 milímetros ya que es la medición adecuada para la máquina CNC (ver figura 3).

Propiedades de Pistas	
Anchura	90mil
Capas	Capa suj ▼
Net	+5V
Origen - X	640mil
Origen - Y	560mil
Fin - X	450mil
Fin - Y	560mil
Longitud	190mil
ID	gge129

Figura 3, configuración de ancho para pistas de PCB

4. Posteriormente también se modifican los orificios de los componentes a 0 milímetros y las opciones de anchura, altura se colocan a un valor de 10mil para que la perforación quede exacta (ver figura 4).

Propiedades de Pads	
Numero	1
Forma	Round ▼
Capas	Todos ▼
Net	U3_CATHODE
Anchura	10mil
Altura	10mil
Rotación	0
Hole Shape	Round ▼
Orificio(D)	0mil
Hole(Length)	0mil
Plated	Sí ▼
Centro - X	1160mil
Centro - Y	1380mil
ID	gge91

Figura 4, anchura y altura de diseño

5. Luego se guarda el diseño, para exportar la imagen de este y después se convierte a formato que la CNC pueda interpretarlo como lo es el G-CODE o extensión .ngc (ver figura 5).

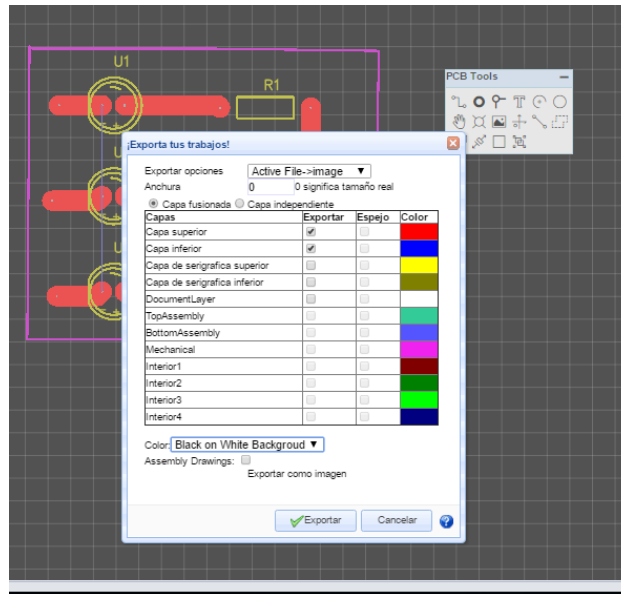


Figura 5, conversión de diseño a imagen EASY EDA

Pasos para convertir la imagen a G-CODE

6. se debe de importar la imagen de la PCB (ver figura 6).

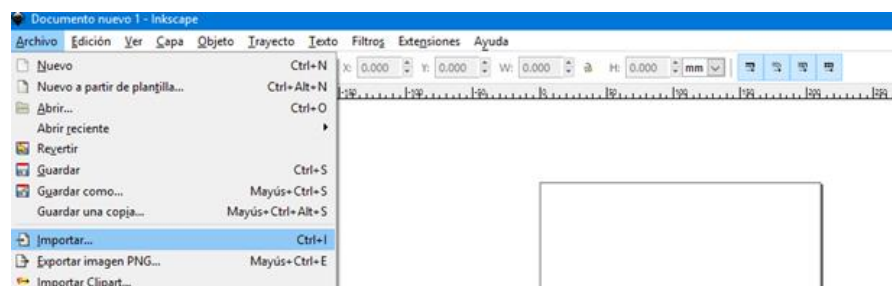


Figura 6, importado diseño de PCB

7. Ejecutar modo espejo después de importar archivo (ver figura 7).

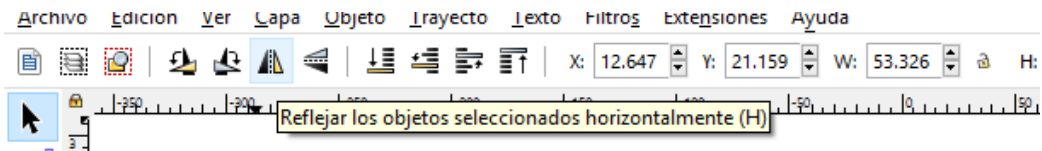


Figura 7, modo espejo

8. Usar la función vectorizar mapa de bits para adquirir una copia y obtener una imagen de mapa de bits modificable (ver figura 8).

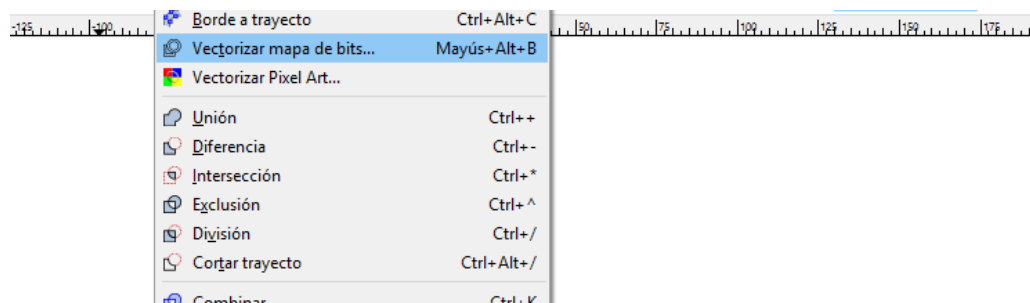


Figura 8, mapa de bits

9. Se puede reducir o aumentar el corte de luminosidad de la PCB (ver figura 9)

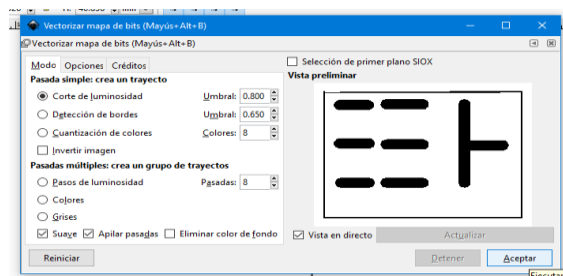


Figura 9, corte de luminosidad

10. Se elimina la imagen original y la copia es la que se trabaja (ver figura 10).

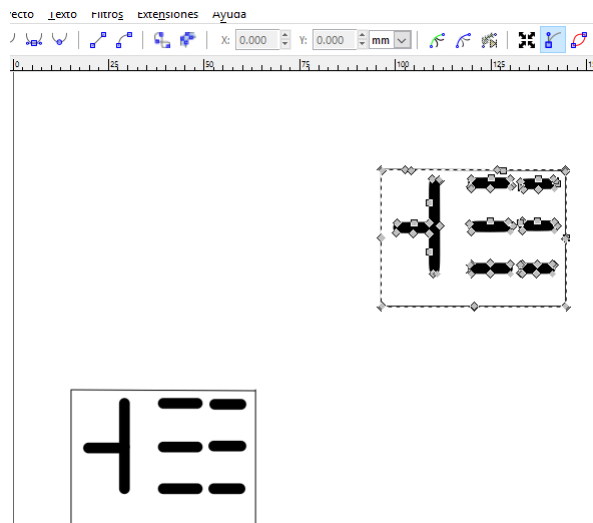


Figura 10, copia de PCB

11. Se ubica el diseño en las direcciones X, Y en coordenadas 0, ya que es la función de la CNC realiza las perforaciones (ver figura 11).

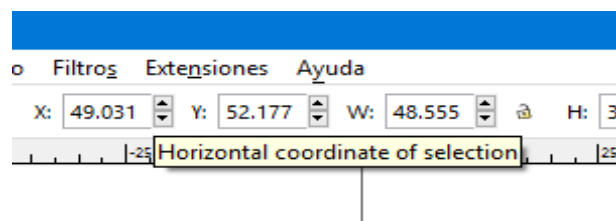


Figura 11, coordenadas 0 para los ejes X, Y

12.nodos de trayecto del diseño (ver figura 12).

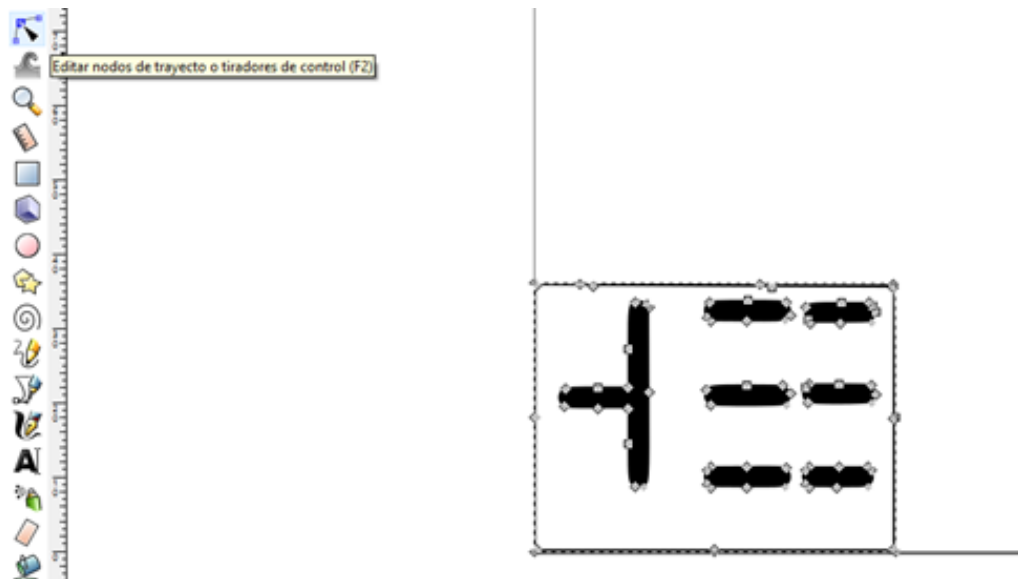


Figura 12, nodos de trayecto

13.Se elimina los bordes de la PCB con la herramienta Nodos luego de la tecla suprimir (ver figura 13).

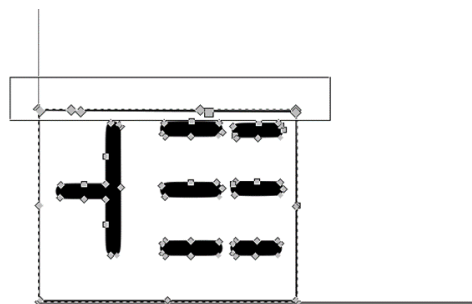


Figura 13, eliminando bordes de PCB

14. Ahora que los bordes están eliminados, hay que dar las direcciones en los lados que perforará la CNC (ver figura 14).

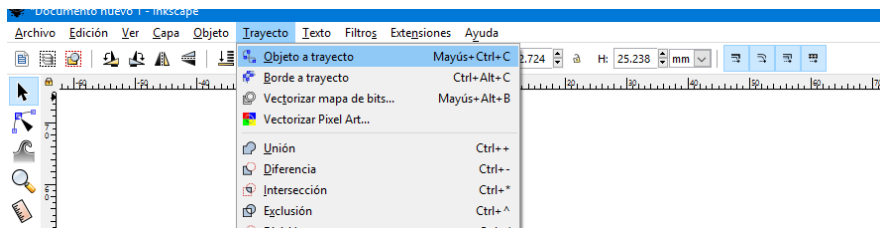


Figura 14, objeto a trayecto

15. Se abre de nuevo la opción trayecto, para seleccionar desvío dinámico (ver figura 15).

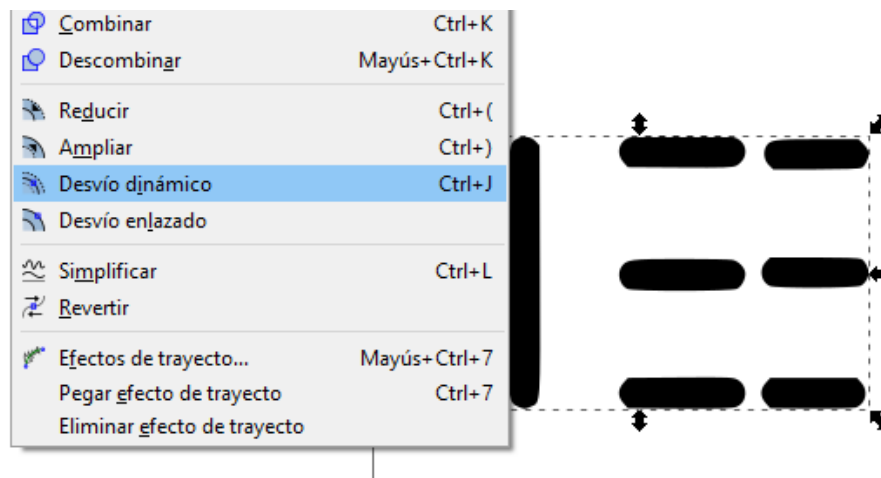


Figura 15, desvío dinámico

16. Ir a extensiones, gcodetools y se selecciona punto de orientacion por lo cual el eje Z guarda la programacion sobre direcciones de movimiento, en profundidad Z se coloca 0.00200 y superficie Z 0.0 luego dar aplicar (ver figura 16).

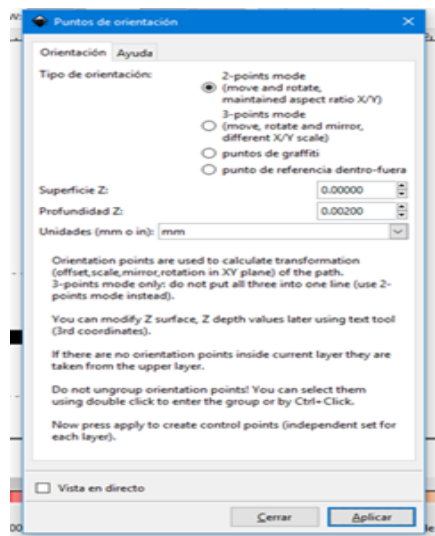


Figura 16, punto de orientacion

17. Extensiones, Gcodetools y se selecciona biblioteca de herramientas, en donde dependerá de la herramienta de corte la que debe ser seleccionada, en este caso es cilíndrica (ver figura 17).

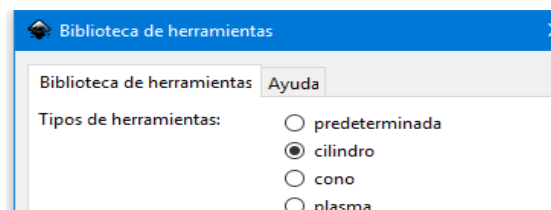
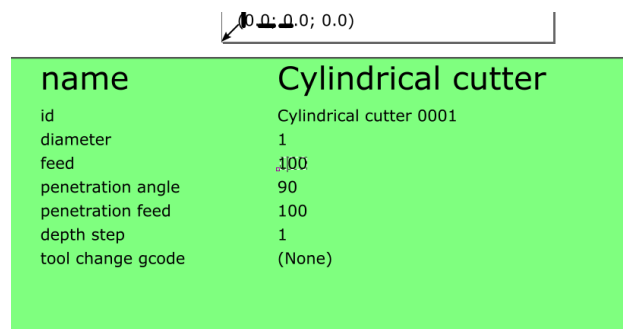


Figura 17, biblioteca de herramientas

18.se configuran los parámetros de la herramienta de corte, en este caso ID es igual a 1 y feed es igual a 100 (ver figura 18)



A screenshot of a tool configuration window. At the top, there is a small icon of a tool and the text '(0, 0; 0.0)'. Below this is a table with two columns: 'name' and 'Cylindrical cutter'. The table lists various parameters and their values.

name	Cylindrical cutter
id	Cylindrical cutter 0001
diameter	1
feed	100
penetration angle	90
penetration feed	100
depth step	1
tool change gcode	(None)

Figura 18, parámetros de herramienta

19.Luego en extensiones, gcodetools se selecciona trayecto a Gcode para convertir el diseño a .ngc (ver figura 19).

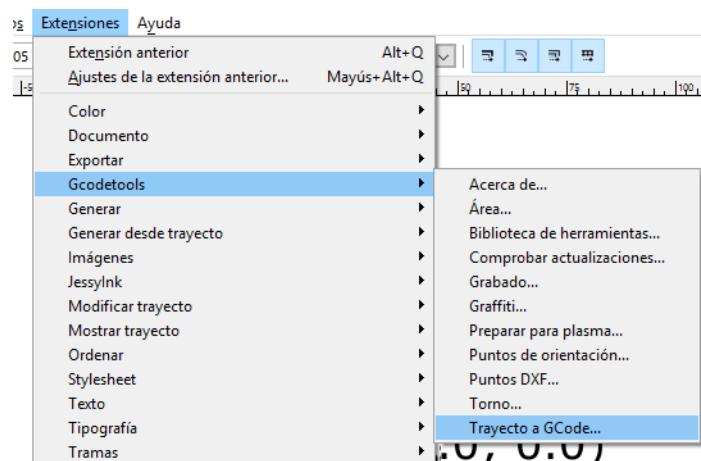


Figura 19, trayecto a Gcode

20. Se debe crear una carpeta en el directorio C: para guardar los archivos .ngc (ver figura 20)

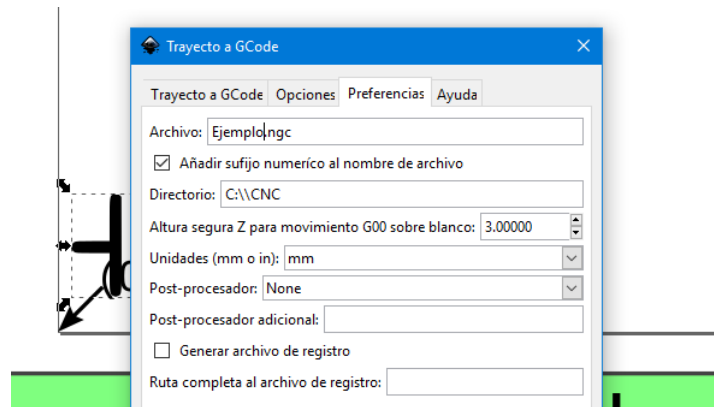


Figura 20, directorio para guardar archivos

21. Por último paso, se debe seleccionar la pestaña llamada trayecto a G-code y dar aplicar para hacer el guardado completo, ya que si se hace click en cualquiera de las otras pestañas ocasionará error, por lo tanto debe evitarse el mal uso (ver figura 21).

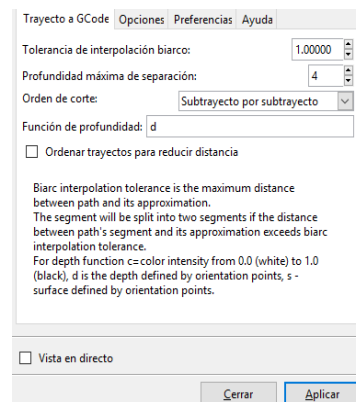


Figura 21, guardando archivos .ngc

Enlaces de descarga de software

Inkscape, para vectorización de Gcode a partir de imagen o líneas.

<https://inkscape.org/es/>

Easy,EDA, software online para diseño y obtención de imagen de PCB.

<https://easyeda.com/es>

Xloader, funciona para programar el firmware hacia la placa Arduino.

<http://russemotto.com/xloader/>

Grbl controler, Software para uso de máquina CNC.

<https://zapmaker.org/projects/grbl-controller-3-0/>

Universal Gcode Sender, software para el uso de máquina CNC.

<https://github.com/winder/Universal-G-Code-Sender>

Cronograma de actividades

Meses→	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Actividades↓					
Elección del tema	FECHA				
	5				
Selección de asesor	6				
Asignación de tarea de grupo del primer avance	7				
Revisión de primer Avance	9				
Entrega del primer avance	9				
Correcciones de revisión del primer avance	15				
Asignación de tarea de grupo del segundo avance	21				
Revisión de segundo Avance		9			
Entrega del segundo avance		12			
Correcciones de revisión del segundo avance				14	
Asignación de tarea de grupo			2		
Entrega del tercer avance				12	
Correcciones de revisión del avance					2
Entrega de documentos finales					9

Matriz de congruencia

Matriz de Congruencia		
TEMA: "Ensamble de máquina CNC (control numérico computarizado), por los estudiantes de técnico en ingeniería de hardware, para el laboratorio 3d, de la Universidad Tecnológica de El Salvador"		
ENUNCIADO DEL PROBLEMA: ¿Será factible el ensamble de una máquina CNC, como herramienta de apoyo para el desarrollo de prototipos de placas electrónicas y grabados de chasis, diseñada por estudiantes y docentes de la Universidad Tecnológica de El Salvador?		
OBJETIVO GENERAL: Producir un ensamble de máquina CNC, para la elaboración de placas electrónicas y grabado láser, en el laboratorio de impresión 3D de la Universidad Tecnológica de El Salvador		
Objetivo específico 1	Objetivo específico 2	Objetivo específico 3
Indicar en un manual paso por paso, el ensamble de una máquina CNC como una guía para cualquier persona que desee hacer una réplica de la misma.	Construir un prototipo funcional para explicar el beneficio de la máquina CNC y el uso que los estudiantes puedan darle dentro del laboratorio 3D.	Elaborar un documento para el manejo y calibración de una máquina CNC.

ALCANCE 1:	ALCANCE 2:	ALCANCE 3:
Indicar en un manual paso a paso el ensamble de una máquina CNC, como un guía para cualquier persona que desee hacer una réplica de la misma.	Construir un prototipo funcional para explicar el beneficio de la máquina CNC y el uso que los estudiantes puedan darle dentro del laboratorio 3D.	Elaborar un documento para el manejo, calibración e instrucciones de una máquina CNC.

PRODUCTO 1:	PRODUCTO 2:	PRODUCTO 3:
Proporcionar una edición del Manual Impreso, donde se detalla el ensamble y modificación láser de la máquina CNC.	Donar un prototipo totalmente funcional de una máquina CNC al laboratorio de impresión 3D.	Proporcionar un Manual con instrucciones para el uso y calibración de una máquina CNC.
Documentación Técnica		
Marca de la CNC que se utilizará DIY CNC 1610 3 axis engraver machine con la que se podrá hacer corte para diseños sobre PCB o grabado láser. Se implementará el firmware a la placa controladora con Xloader. Dimensión de la CNC 20x24x22 (alto, largo y ancho); peso de la CNC es de 7.0kg. El software para diseñar es EasyEDA, ink scape y para el uso de la CNC Universal G-code Sender.		
Proyecto Temático		
La máquina CNC DIY 1610 de 3 ejes es una herramienta muy útil para el corte de PCB, madera y grabado láser el cual puede ser aprovechado por los alumnos y docentes de la Universidad Tecnológica de El Salvador, ya que los proyectos que pueden generarse por medio de el corte o grabado láser son fáciles de generar y complejos de producir con una gran precisión, la cual la CNC si posee.		

Detalle del Presupuesto Proyectado		
	Precio De CNC DIY	
	Precio de compra.	\$362,42
	Impuestos aproximados.	\$48,00
	Transporte de producto	\$10,00
	Total, a pagar aproximados	\$420,42

Oferta Económica	
Descripción de oferta económica	
Precio de compra.	\$660,42
IVA + RENTA	\$198,13
Total, Venta	\$858,55

Precio de repuestos para mantenimiento o reparación de CNC		
Productos (reemplazables)	Precio (aproximado)	Proveedores
Placa controladora	\$75.00	Amazon
Láser DIY CNC	\$40.00	Ebay
Motor stepper (paso a paso)	\$25.00	Aliexpress
Cuchillas y brocas para CNC	\$25.00	Aliexpress
Fuente de poder ATX	\$20.00	Tiendas locales sobre venta de pc del país
Piezas 3D	\$35.00	Laboratorio 3D UTEC

En caso de requerir soporte técnico hacia la máquina puede ser ejercido por alguna persona capacitada gracias a los manuales, o el ing. José Mauricio Rivera y el instructor de electrónica René Arnoldo López que fueron capacitados en una sesión de CNC en el 2017, además pueden ser alumnos con conocimientos en el área de robótica.

