

TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO

VIDA NUEVA

SEDE MATRIZ



TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA

TEMA

CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA CNC PARA EL CORTE Y GRABADO DE PLACAS

PCB

PRESENTADO POR

PASTUÑA UMAJINGA JHONNY DAVID

POZO ALVAREZ ALEXIS ROBERTO

TUTOR

ING. MACHAY GÓMEZ EDWIN VINICIO MG.

FECHA

JULIO 2023

QUITO – ECUADOR

Tecnología Superior en Electromecánica

Certificación del Tutor

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Aplicación Práctica con el tema: Construcción de un sistema CNC para el corte y grabado de Placas PCB, presentado por los ciudadanos Pastuña Umajinga Jhonny David y Pozo Alvarez Alexis Roberto, para optar por el título de Tecnólogo Superior en Electromecánica, certifico que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Quito, del mes de Julio de 2023.

Tutor: Ing. Machay Gómez Edwin Vinicio Mg.

C.I.: 0503646275

Tecnología Superior en Electromecánica

Aprobación del Tribunal

Los miembros del tribunal aprueban el Proyecto de Aplicación Práctica, con el tema: Construcción de un sistema CNC para el corte y grabado de placas PCB, presentado por los ciudadanos Pastuña Umajinga Jhonny David y Pozo Alvarez Alexis Roberto, facultados en la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

Para constancia firman:

Ing.

C.I.:

DOCENTE TUVN

Tecnología Superior en Electromecánica

Cesión de Derechos de Autor

Yo, Pastuña Umajinga Jhonny David portador de la cédula de ciudadanía 1752233625, y Pozo Alvarez Alexis Roberto portador de la cédula de ciudadanía 1600568206, facultados en la carrera Tecnología Superior en Electromecánica autor de esta obra, certifico y proveo al Tecnológico Universitario Vida Nueva usar plenamente el contenido de este proyecto de Aplicación Práctica con el tema Construcción de un sistema CNC para el corte y grabado de placas PCB, con el objeto de aportar y promover la cultura investigativa, autorizando la publicación de nuestro proyecto en la colección digital del repositorio institucional, bajo la licencia Creative Commons: Atribución-NoComercial- SinDerivadas.

En la ciudad de Quito, del mes de Julio de 2023.

Pastuña Umajinga Jhonny David

C.I.: 1752233625

Pozo Alvarez Alexis Roberto

C.I.: 1600568206

Dedicatoria

Desde el momento en que nacemos, nuestros padres son nuestros primeros maestros y modelos a seguir. Nos brindan amor, apoyo y guía a medida que navegamos por la vida. Me gustaría expresar mi gratitud a mis padres por su inquebrantable dedicación y sacrificio. Han jugado un papel importante en la formación de la persona que soy hoy.

Pastuña Umajinga Jhonny David

El presente proyecto se lo dedico principalmente a Dios, por brindarme la fortaleza y la sabiduría necesaria y a mis padres por brindarme apoyo tanto moral como económico, también aquellas personas quienes me apoyaron y me motivaron para así poder llegar a cumplir una meta más en mi formación profesional.

Pozo Álvarez Alexis Roberto

Agradecimiento

Desde los primeros días de mi educación, mis padres me inculcaron el amor por el aprendizaje y el deseo de triunfar. Su creencia inquebrantable en mis habilidades me dio la confianza para perseguir mis sueños y superar cualquier obstáculo que se interpusiera en mi camino, ya sea que estuviera luchando con una tarea difícil o sintiéndome desanimado por un contratiempo, mis padres siempre estuvieron ahí para escucharme y darme una palabra de aliento. Su apoyo emocional ha sido la base sobre la cual he construido mi éxito académico.

Pastuña Umajinga Jhonny David

En primer lugar, agradecer a Dios por darme unos padres que siempre me han dado de su apoyo para llegar cumplir con todas mis metas, también agradecer a mis compañeros con los cuales nos hemos brindado apoyo para así llegar a la meta final, además, agradezco a los docentes de la carrera de electromecánica que gracias a sus conocimientos y consejos podre ponerlo en práctica, para así mejorar en lo personal y llegar a ser un buen profesional.

Pozo Álvarez Alexis Roberto

Tabla de Contenido

Resumen	9
Abstract	10
Introducción	11
Antecedentes	12
Justificación	14
Objetivos	15
Objetivo General	15
Objetivos Específicos	15
Marco Teórico	16
Electrónica	16
Motor a paso NEMA 17	17
Driver Motor a Pasos A4988	18
Placa de control CNC Shield V3	19
Arduino Uno	20
Diseño	21
Diseño mecánico	23
Diseño electrónico	24
Diseño asistido por computadora	25
Diseño computarizado	25
Programación	26
Lenguajes de programación	27
Tipos de lenguaje de programación Lenguaje de programación C++	28
Códigos G y M	29

	8
Máquinas CNC	35
Tipos de máquinas CNC	35
Fresadora CNC	35
Metodología y Desarrollo del Proyecto	39
Diseño mecánico	40
Voltaje de referencia y calibración	44
Programa Arduino	44
Vectorizador de circuitos	44
Software de control CNC	44
Propuesta	47
Funcionalidad	47
Aprendizaje	48
Optimización	50
Uso de materiales	50
Mayor rigidez	50
Diseño optimizado	50
Conclusiones	53
Recomendaciones	54
Referencias	55
Anexos	57

Resumen

En estos tiempos existen máquinas CNC “Computerized Numeric Control” automatizadas que reemplazan la intervención humana para su elaboración, tanto en el mecanizado, grabado en superficies sólidas, entre otros. Tales equipos son robustas y su construcción para el corte y grabado de PCB “Printed Circuit Board” tales que sustituyendo los procedimientos tradicionales para la elaboración en equipos electrónicos obteniendo resultados más perfectos como precisos en el ruteado de las pistas por medio de máquinas de control numérico disminuyendo el tiempo de fabricación, logrando así efectos considerables a la construcción en este artefacto tanto positivamente en el tiempo como una ayuda en la naturaleza ya que a comparación del proceso impreso de pistas para circuitos electrónicos, planchado y quemado por medio aplicativo en el uso de ácidos, que a su vez, a quienes lo manipulan de manera incorrecta tienen afectaciones directas en la piel y vista, por lo tanto, una vez terminado por el proceso del tratamiento en disolución química con el uso de ácidos estos contaminantes llegan a ser una afectación a la naturaleza del bioma marino. La interconexión que posee es tanto para el control en los motores a paso y de la fresadora que están controlados por un módulo CNC Shield V3 por medio de la librería GRBL de Arduino IDE y aplicación de cálculos para la velocidad de movimiento como el posicionamiento de la herramienta para proceder a su adecuado funcionamiento del equipo sobre superficies sólidas como lo es la baquelita, sustituyendo así el método tradicional evitando accidentes y contaminantes.

Palabras Clave: AUTOMATIZACIÓN, MÁQUINA, CNC, CIRCUITO IMPRESO.

Abstract

In these times there are automated CNC “Computerized Numerical Control” machines that replace human intervention for their elaboration, both in machining, engraving on solid surfaces, among others. Such equipment is robust and its construction for cutting and engraving PCB “Printed Circuit Board” which that replacing the traditional procedures for the elaboration in electronic equipment obtaining results that are more perfect as precise in the routing of the tracks by means of numerical control machines decreasing the manufacturing time, thus achieving considerable effects to the construction in this artifice both positively in time and an aid in nature so that in comparison to the printed process of tracks for electronic circuits, ironing and burning by means of application in the use of acids, which in turn, those who handle incorrectly have direct effects on the skin and sight, therefore, once finished by the process of treatment in chemical solution with the use of acids these pollutants become an affectation to the nature of the marine biome. The interconnection that it has both for the control in the stepper motors and the milling machine that are controlled by a CNC Shield V3 module through the GRBL library of Arduino IDE and application of calculations for the speed of movement as the positioning of the tool to proceed with the proper operation of the equipment on solid surfaces such as bakelite, thus replacing the traditional method avoiding accidents and pollutants.

Keywords: AUTOMATION, MACHINE, CNC, PRINTED CIRCUIT BOARD.

Introducción

El actual proyecto está apoyado en el estudio de máquinas CNC para la fabricación de placas PCB, la cual, aún se implementa el método tradicional del uso del ácido cloruro férrico que es usado en las fábricas para la elaboración de placas en circuitos impresos por lo que es un contaminante nocivo para los organismos acuáticos. En la institución para fabricar placas PBC, este tiene un proceso arraigado, el cual conlleva el uso de dicho ácido (FeCl_3) que al manipularlo de manera inadecuada según nos dice que “la sustancia irita los ojos, la piel y tracto respiratorio y puede ser corrosivo por ingestión” (OMS, 2004, p. 12)

Para evitar este tipo de riesgo a quienes lo manipulen sin un respectivo equipo de protección personal que desconocen de su proceso de elaboración. Por lo tanto se ha construido un sistema CNC más amistoso que permita fabricar circuitos impresos en baquelitas sustituyendo métodos convencionales por lo que se consideró que la construcción tiene que ser de maneras autónoma y con mayor precisión en base a cálculos tanto para el movimiento del sistema de motores a paso en el que se aplican a su vez la velocidad como el RPM del Dremel que se basa en programas de control numérico tanto los códigos G y M los cuales designan los movimientos y posicionamientos angulares que tienen para maximizar su efectividad y disminuir el periodo de tiempo en fabricación como contaminantes.

Antecedentes

En el actual tiempo, los procesos de fabricación de placas electrónicas por medio del quemado de PCB se lo llama método serigrafía, el cual usa un componente químico que es un ácido base para quemar el cobre residual en las PCB, tal proceso para la implementación del circuito a la placa según nos dice Flores: “En este proceso, dejamos la PCB en una cámara de bañado de ácido férrico para quitar todo el exceso de cobre de la baquelita, es decir, quitar lo que no está impreso con la tinta”

A la vez, según el estudio en base a otra investigación de la fabricación por métodos tradicionales en el que la institución para el desarrollo de fabricación de placas PBC, que conlleva un proceso arraigado sobre el uso de dicho ácido (FeCl_3) que al manipularlo de manera inadecuada, esto terminaría en un riesgo a quienes lo manipulen sin un respectivo equipo de protección personal, desconociendo de su proceso de elaboración y para una mejor explicación del daño que este produce. (Marlon, 2021).

El uso tradicional de ácido para disolución química en el diseño de PCB en la industria tecnológica se ha visto gravemente comprometido debido al impacto negativo sobre el medio ambiente y el daño a los ecosistemas causado por el uso de este tipo de solución ácida. Un tipo de fluido es drenado, un ejemplo obvio es el ácido férrico, que debido a su nomenclatura HFeO_2 , indica que es un ácido altamente corrosivo que puede causar daños en la piel si no se maneja adecuadamente. Las lesiones pueden significar un riesgo para el personal que manipula ácido sin equipo de protección personal, especialmente si no comprende el tema en cuanto al diseño e implementación de circuitos electrónicos.

Los procesos innovadores ya tratados en países industrializados, como la tecnología de sistemas de máquinas automáticas CNC para realizar las tareas de corte y grabado de los rieles

electrónicos antes mencionados sin el uso de ácido para eliminar los residuos de cobre presentes en la baquelita. Los más favorecidos de dicho proyecto serán aquellos con conocimientos en electromecánica y profesiones afines, ya que se implementa la teoría de algoritmos, parámetros y fórmulas matemáticas en la construcción de sistemas CNC, tales como: cálculo de esfuerzos y resistencias, selección de criterios de falla, cargas de desgaste , balanceo de cargas, vibración, etc., con el fin de conocer las nuevas tecnologías para la fabricación de circuitos de baquelita, y las diversas aplicaciones que tienen los sistemas de control numérico por computadora "CNC".

Justificación

La investigación tiene como función la construcción de una máquina CNC diseño y construcción de una máquina CNC: una investigación sobre el desarrollo de una herramienta de fabricación automatizada. A medida que la tecnología continúa evolucionando, la automatización y la precisión se han vuelto cada vez más importantes en la fabricación. Las máquinas CNC (control numérico por computadora) se han convertido en una herramienta esencial en la fabricación moderna, lo que permite una mayor precisión y eficiencia en la producción de diversos bienes. El diseño y la construcción de una máquina CNC involucran varios componentes clave, incluido el marco, el sistema de accionamiento, el sistema de control y el husillo. El marco de la máquina debe ser rígido y resistente para manejar las altas fuerzas de corte generadas durante la operación. El sistema de accionamiento consta de motores, tornillos de avance y cojinetes, que trabajan juntos para mover la herramienta de corte a lo largo de la trayectoria deseada. El sistema de control consiste en un programa de computadora que dirige los movimientos de la máquina, con la ayuda de sensores y mecanismos de retroalimentación, para garantizar que se realicen cortes precisos. Finalmente, el husillo es responsable de hacer girar la herramienta de corte, que puede variar desde una simple broca hasta una herramienta de fresado compleja, a altas velocidades para eliminar material de la pieza de trabajo. En general, la construcción exitosa de una máquina CNC requiere una cuidadosa consideración de cada componente para garantizar una fabricación precisa y confiable.

Objetivos

Objetivo General

Construir una máquina CNC aplicando programación, estructura dirigida a objetos para el proceso de corte y grabado de placas electrónicas PCB.

Objetivos Específicos

- Investigar el proceso de control numérico computarizado para el grabado y corte de placas Printed Circuit Board.
- Analizar la fabricación del sistema CNC para la elaboración de placas PCB por medio aplicado en procesos tecnológico para la reducción de tiempo y mejora en sus acabados.
- Ensamblar el sistema electromecánico para la fabricación de circuitos impresos en placas de baquelita.
- Comprobar el funcionamiento y ejecución del proceso autónomo de la máquina para el grabado del ruteado de las pistas electrónicas.

Marco Teórico

Electrónica

La electrónica tiene un papel importante en los sistemas CNC. Hace funcionar la mayor parte de la maquinaria utilizada en la producción de bienes. Además, la electrónica mantiene bajos los costos de fabricación y hace que la fabricación sea más rápida y eficiente. Los fabricantes de herramientas y máquinas para el mecanizado utilizan controles electrónicos para dirigir los movimientos de las herramientas y máquinas de corte, también los utilizan para controlar la velocidad, la posición y la funcionalidad de los motores.

La electrónica es conocida por la educación técnica y científica, por lo que se considera una rama de la Facultad de Física e Ingeniería que se ocupa del análisis y aplicación de sistemas físicos basados en el transporte y control de electrones o el movimiento de partículas cargadas. “La electrónica no solo aplica algunos principios teóricos básicos como el electromagnetismo, sino que también utiliza diferentes tipos de aplicaciones en el campo de la ciencia aplicada en materiales y experimentos de comprensión científica. Estos efectos son de particular interés en áreas de comprensión técnica como la ingeniería de sistemas o la informática” (Leskow, 2021, p. 8).

La electrónica se utiliza para controlar los movimientos de las maquinas herramienta, las máquinas CNC se basan en la electrónica para realizar tareas básicas como calcular y mover sus ejes mediante motores que trabajan con precisión en sus movimientos. Todas estas aplicaciones tienen un gran futuro debido al avance en la electrónica y su capacidad de ser programadas y supervisadas por computadora, a su vez dentro de la “electrónica es muy claro que están dirigidos a circuitos y dispositivos semiconductores eléctricos. Provee los

entendimientos esenciales sobre las características de mecanismos semiconductores, la realización de test y los circuitos prácticos en los que se aplican estos elementos” (Bates, 2007, p. 9).

Motor a paso NEMA 17

Es importante señalar que un motor paso a paso NEMA 17 está diseñado para aplicaciones de alto par de torsión, como impresoras 3D, robots y otros equipos CNC, y se puede utilizar con controladores paso a paso comerciales. Esta clase de motores generalmente se caracterizan por tener una alta precisión, un gran par de torsión y una velocidad de baja resonancia, lo que significa que ofrecen un movimiento suave y sin problemas. Estos motores también son adecuados para aplicaciones de baja velocidad, ya que se pueden controlar con precisión, así como lo describe:

El motor NEMA 17 es un componente de motor a paso ya que este tipo de motores tiene diversos usos en propósitos donde no es necesario altos niveles de torque, su ventaja en el tamaño debido a que es pequeño y una baja cantidad de peso como la alimentación requerida de corriente, por lo tanto, es muy usado en las impresoras 3D convencionales.

Este tipo de motor a paso se puede “manejar de formas más precisas el giro de ejes al momento de realizar movimientos de alta precisión con lo que se podrá controlar los desplazamientos de la maquina o proyectos a fines” (Hwlibre, 2022, p. 4).

Figura 1*Motor Paso a Paso*

Nota. Imagen real de un motor paso a paso nema 17 para control de movimientos en los 3 ejes, adaptado de todo sobre el motor paso a paso, por Hwlibre, 2022, (<https://www.hwlibre.com/nema-17/?msclkid=6e28dfa8d08b11ec910cbd7099728ae8>).

Driver Motor a Pasos A4988

El driver A4988, es un dispositivo que permite controlar los motores a pasos como se menciona que es “driver que permite controlar los motores a pasos por medio del envío de señales eléctricas, las cuales indican su sentido de giro y los pasos que se requieran, además, cuentan con protecciones ante cortocircuitos, sobre tensiones y protecciones térmicas” (Hernández, 2022, p. 34).

Figura 2

Driver motor paso a paso

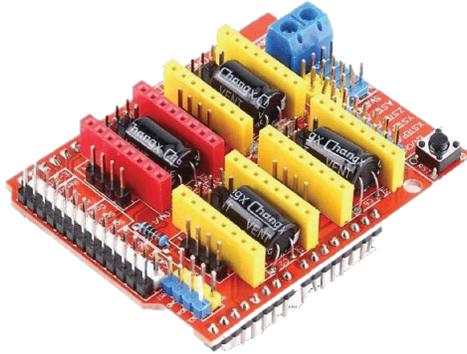


Nota. Driver para control motor nema 17 para giros horario como antihorario. Adaptado de *Descripción del driver A4988*, por diarioelectronico, 2020, (<https://www.diarioelectronico.com/blog/descripcion-del-driver-a4988>).

Placa de control CNC Shield V3

La Shield es una placa electrónica que va de la mano con el Arduino uno, la cual permite controlar los drivers de los algunos dispositivos. La funcionalidad de esta placa electrónica es la de ser un “complemento para permitir la interconexión de hasta 4 motores a pasos, su diseño estructural permite ser acoplado por medio de sus pines con facilidad al Arduino y es compatible también con GRBL” (Rivadeneira, 2020, p.17).

Siendo este un dispositivo muy eficaz ya que a su vez permite controlar hasta 4 ejes independientemente, por lo que se puede aplicar maquinas CNC como lo es en tornos, fresadora, grabado, corte etc.

Figura 3*Control Shield CNC*

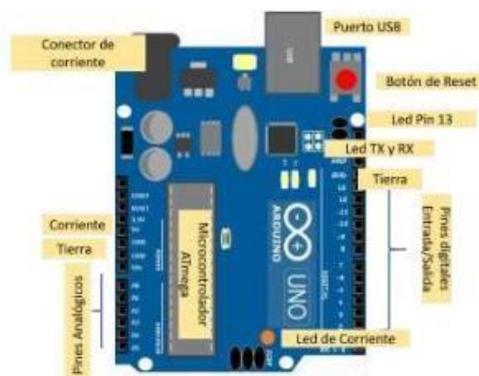
Nota. Módulo controlador para el sistema CNC. Adaptado de *Control Shield CNC*, por BricoGeek2020, (<https://n9.cl/5j28t>).

Arduino Uno

El Arduino Uno, es uno de los dispositivos más usados dentro de su familia, la cual, es un dispositivo que cuenta con un software y hardware de manera autónoma que consta de un microcontrolador enfocado al desarrollo y ejecución de códigos, la cual, viene siendo muy utilizada en el campo de la robótica, electrónica, o para proyectos escolares, ya que por medio de Arduino IDE se puede realizar instrucciones por medio de un lenguaje de programación que sean compatibles con Arduino (Vital, 2021, p.11).

Figura 4

Arduino Uno



Nota. En la siguiente figura se puede apreciar un microcontrolador en la cual se puede grabar instrucciones. Adaptado de *Introducción de Arduino* (p. 5), por Vital, 2021, UAEH.

Diseño

El diseño es el desarrollo anticipado en una configuración mental para hallar una solución que es aplicado tanto en la ingeniería, industria y arquitectura como áreas afines, pero el término "diseño" se define de manera bastante amplia, ya que se aplica de formas más o menos diferentes en muchas áreas de la comprensión humana. Sin embargo, sabemos fundamentalmente que el diseño es un proceso con visión de futuro, es decir, una organización innovadora que busca soluciones a problemas específicos, especialmente en disciplinas afines como la ingeniería, la industria, la arquitectura, la comunicación, etc. El término diseño se usa a menudo en los medios de arte, arquitectura, ingeniería y otras disciplinas. Design Moments implica imaginar la mente y luego expresar esa iniciativa en cualquier formato gráfico para mostrar cuál puede ser el trabajo planificado (Etecé, 2023, p. 21).

Figura 5*Dibujo mecánico*

Nota. Diseño enfocado en diferentes ares para plasmar ideas de forma gráfica. Adaptado de Diseño, Etecé, 2023, (<https://concepto.de/disenio/>).

El proceso de creación de diseños mecánicos implica la conceptualización de ideas antes de transferirlas al software CAD 3D para su implementación, la fabricación de un producto o una máquina implica varios pasos: generación de conceptos, conceptualización, creación de modelos, verificación y ejecución. El proceso de creación de un diseño mecánico implica una lluvia de ideas y conceptos antes de transferirlos al software para su implementación. Los modelos realizados en CAD se utilizan para verificar el diseño antes de construir el producto físico o la máquina. Luego, el producto o la máquina se ejecuta de acuerdo con los planos realizados (Etecé, 2023, p.19).

Figura 6

Perfil de aluminio



Nota. Diseño 3D de perfil de aluminio utilizado en la construcción de la CNC.

Diseño mecánico

El diseño mecánico se basa en el estudio de las fallas en los procesos mecánicos tanto en su diseño como en su composición o tipo de material del que sea elaborado ya que el diseño mecánico “busca dar soluciones de manera eficaz, y así permitir con facilidad su construcción por medio del dimensionamiento del producto en herramientas de software CAD 3D. Siendo necesaria la preparación con el fin de cumplir con sus requisitos” (Prismacim, 2021, p.3).

Figura 7

Diseño enfocado a partes mecánicas



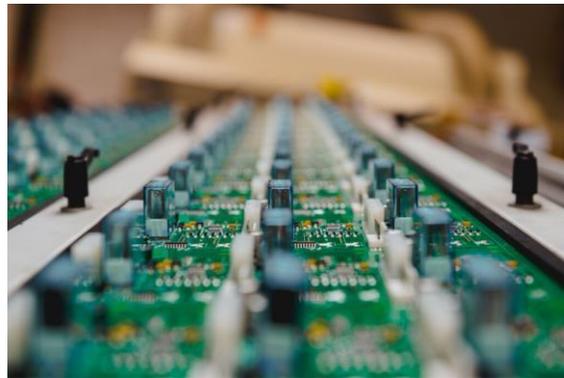
Notas. Referencia para el diseño de objetos. Adaptado *Ingeniería*, por Edutec, 2023, (<https://edutec.training/blog/>).

Diseño electrónico

El diseño electrónico tiene la finalidad de realizar un circuito electrónico funcional, de la manera más sencilla y eficaz posible y a un menor tiempo. Por ello es que esta se encarga en realizar su diseño y garantizar que no cuente con error alguno, en caso contrario se deberá detectar enseguida y dar una solución, por lo que antes de llegar a construirlo se deberá hacer pruebas en simuladores indica “los simuladores cuentan con varios elementos componentes los cuales serán de gran ayuda para verificar su funcionamiento y observar el comportamiento del circuito que se ha diseñado” (Jiménez, 2019, p.2).

Figura 8

Diseño electrónico



Nota. El diseño electrónico se basa en la conjugación de varios elementos electrónicos. Adaptado de *Diseño y fabricación de prototipos*, por Fadesa, 2021, (<https://fadesaing.com/prototipos-y-preseries/>).

Diseño asistido por computadora

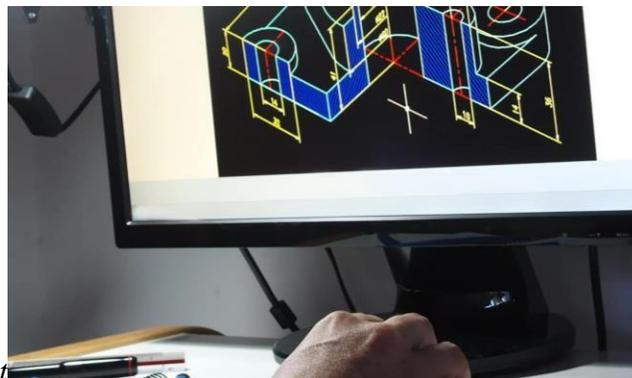
El diseño asistido por computadora CAD (Computer Aided Design), trata del uso de herramientas de software CAD 3D, por lo que es necesario contar con conocimientos sobre metrología, manejo geométrico y sobre vectores para el diseño de componentes o productos, además, el uso de este tipo de herramientas permite realizar modificaciones, análisis y simulaciones sobre su funcionalidad. Por lo cual así se llega perfeccionar su calidad de diseño para luego pasar al proceso de mecanizado y poder obtener el producto final (Erazo, 2022, p.14).

Diseño computarizado

El diseño computarizado CAM (Computer Aided Manufacturing) consta en la utilización de softwares en los que se realicen un control numérico (NC) con el fin de realizar un proceso de manufactura mediante el mecanizado, por lo que para realizar un mecanizado NC es necesario el uso de instrucciones con códigos G y M que son elaborados mediante un ordenador, esta podrá generar la trayectoria de la herramienta para el mecanizado que se desee realizar para la obtención del producto, este proceso viene de la mano con el diseño CAM, ya que es necesario realizar el diseño del producto en un software para el modelado en 3D para luego, por medio de un diseño CAM realizar su mecanizado (AutoDesk, 2022, p. 4).

Figura 8

Diseño computarizado (CAM)



Nota. Consiste en controlar mediante un ordenador la trayectoria del mecanizado. Adaptado de *El mecanizado CAM*, por Ferros Planes, 2018, (<https://ferrosplanes.com/mecanizado-cam/>).

Programación

La programación es una forma de instruir computadoras para que realice tareas específicas basadas en la lógica, dado que pueden realizar tareas de manera más rápida y eficiente. Las computadoras deben ejecutar continuamente los comandos de una manera que entiendan, estos estándares se agrupan en procedimientos llamados procedimientos. Un programa relevante para la inspección se divide en dos partes: la representación interna del programa, representada en lenguaje máquina o código ejecutable, y la representación externa o documentación. O escriba la documentación en un formato que los clientes puedan ver, leer y comprender ya que programación se basa en la lógica es una facultad intelectual tanto en la inteligencia humana como en la artificial. La programación se basa en un sistema paso a paso que controla las funciones de sistemas. (Mathieu, 2014, p. 21).

Por lo tanto, el concepto de programación nació de la necesidad de escribir programas o instrucciones para computadoras. Un programa puede almacenarse en la memoria y ejecutarse

cuando sea necesario.

Lenguajes de programación

La programación es una habilidad necesaria para muchas carreras. También es una habilidad difícil de aprender y puede ser frustrante. Sin embargo, la programación puede ser divertida y gratificante cuando la entiendes. El idioma que elija aprender afectará sus elecciones de carrera y su éxito en la industria. En una computadora, los programas utilizados para escribir otros programas de computadora se denominan lenguajes de programación. Su nombre se deriva de su lenguaje formal diseñado para describir las operaciones algorítmicas y lógicas que luego realiza una computadora o sistema informático, y por ende su comportamiento físico y lógico y sus relaciones con los usuarios, para que puedan ser verificadas. El uso de un lenguaje de programación permite la colaboración en equipos. La introducción de un lenguaje de programación permite que diferentes programadores o ingenieros de software trabajen juntos para desarrollar un conjunto de reglas similar y simplificado. Como tal, puede imitar el razonamiento humano, al menos en la forma. Idioma naturaleza (Equipo editorial, 2021, p3).

Aprender a programar es difícil y requiere mucho tiempo. Hay muchos lenguajes de programación que tienen varias características y sintaxis. Algunos de estos idiomas pueden resultar confusos y difíciles de entender para los principiantes. Además, hay muchos recursos en la web que no están bien organizados ni son fáciles de usar.

Figura 9

Tipos de lenguajes de programación



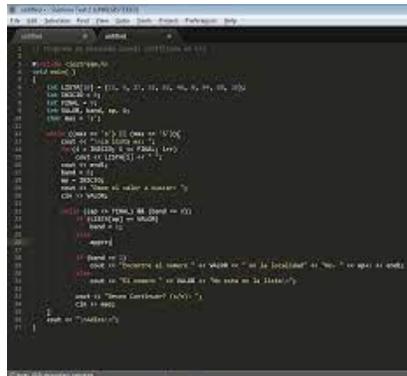
Nota. Diferentes tipos de lenguajes de programación. Adaptado de *Lenguajes de programación*, Vásquez, 2018, (<https://codigoonclick.com/mejores-lenguajes-programacion-para-2018/>).

Tipos de lenguaje de programación Lenguaje de programación C++

El lenguaje de programación c++ anteriormente se lo conocía “c con clases” con el paso del tiempo se lo cambio al que ya lo conocemos como c++, lo que quiere decir “instrumento de c” lo que conlleva a que solía ser una extensión del lenguaje c. Por lo que es un lenguaje extendido del lenguaje de programación c con lo que se lo puede dirigir a objetos. Pese a ser un lenguaje de ya varios años las funciones que tiene lo convierten en uno de los potentes y populares, el “C++ es un lenguaje de programación, creado a mediados de 1980 por Bjarne Stroustrup, como extensión del lenguaje C. Este lenguaje abarca tres paradigmas de la programación: Programación Estructurada, Programación Genérica y Programación Orientada a Objetos” (Flores, 2018, p. 23).

Figura 10

Lenguaje de programación C++



```

1 // Programa de calculo de la serie de Fibonacci en C++
2
3 #include <iostream>
4 using namespace std;
5
6 int main()
7 {
8     int n;
9     int fibo[10] = {1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55};
10    int i;
11    for (i = 0; i < 10; i++)
12        cout << fibo[i] << " ";
13    cout << endl;
14    return 0;
15 }

```

Nota. En la gráfica se muestra como es la programación por medio del lenguaje C++. Adaptado de *Lenguaje de programación C++*, por Hernández L. (2019), (<https://sites.google.com/site/dhpceq1ver2013/bibliografia/entradasintitulo>).

Códigos G y M

Según nos dice Alonso (2019) para la programación de máquinas herramientas de equipos:

Por control numérico computarizado se aplican el uso de lenguajes llamados G y M los cuales cumplen con el objetivo de tener listo los movimientos y acciones que debe realizar, porque también es reconocida como G-conde por lo tanto es lo más fundamental para la programación en una maquina CNC debido a que manipula la posición de la maquina o los movimientos que realiza sobre el objeto de trabajo. Ya que es una programación vectorial el cual es posible describir de manera fácil las acciones simples y factores geométricos además de sus restricciones para el mecanizado.

Tabla 1*Códigos G*

CÓDIGO	DESCRIPCION
G00	Posicionamiento rápido (sin maquinar)
G01	Interpolación lineal (maquinando)
G02	Interpolación circular (horaria)
G03	Interpolación circular (antihoraria)
G04	Compás de espera
G10	Ajuste del valor de offset del programa
G20	Comienzo de uso de unidades imperiales (pulgadas)
G21	Comienzo de uso de unidades métricas
G28	Volver al home de la máquina
G32	Maquinar una rosca en una pasada
G36	Compensación automática de herramienta en X
G37	Compensación automática de herramienta en Z
G40	Cancelar compensación de radio de curvatura de herramienta
G41	Compensación de radio de curvatura de herramienta a la izquierda
G42	Compensación de radio de curvatura de herramienta a la derecha
G70	Ciclo de acabado
G71	Ciclo de maquinado en torneado
G72	Ciclo de maquinado en frentado

G73	Repetición de patrón
G74	Taladrado intermitente, con salida para retirar virutas
G76	Maquinar una rosca en múltiples pasadas
G96	Comienzo de desbaste a velocidad tangencial constante
G97	Fin de desbaste a velocidad tangencial constante
G98	Velocidad de alimentación (unidades/min)
G99	Velocidad de alimentación (unidades/revolución)

Nota. En la tabla se muestra los comandos para el control de DRENNEL.

Tabla 2*Códigos M*

CÓDIGO	DESCRIPCION
M00	M00: Parada opcional
M01	Parada opcional
M02	Reset del programa
M03	Hacer girar el husillo en sentido horario
M04	Hacer girar el husillo en sentido antihorario
M05	Frenar el husillo
M06	Cambiar de herramienta
M07	Abrir el paso del refrigerante B
M08	Abrir el paso del refrigerante A
M09	Cerrar el paso de los refrigerantes
M10	Abrir mordazas
M11	Cerrar mordazas
M13	Hacer girar el husillo en sentido horario y abrir el paso de refrigerante
M14	Hacer girar el husillo en sentido antihorario y abrir el paso de refrigerante
M30	Finalizar programa y poner el puntero de ejecución en su inicio
M31	Incrementar el contador de partes
M37	Frenar el husillo y abrir la guarda
M38	Abrir la guarda

M39	Cerrar la guarda
M40	Extender el alimentador de piezas
M41	Retraer el alimentador de piezas
M43	Avisar a la cinta transportadora que avance
M44	Avisar a la cinta transportadora que retroceda
M45	Avisar a la cinta transportadora que frene
M49	Cancelar M48
M62	Activar salida auxiliar 1
M63	Activar salida auxiliar 2
M64	Desactivar salida auxiliar 1
M65	Desactivar salida auxiliar 2
M66	Esperar hasta que la entrada 1 esté en ON
M67	Esperar hasta que la entrada 2 esté en ON
M70	Activar espejo en X
M76	Esperar hasta que la entrada 1 esté en OFF
M77	Esperar hasta que la entrada 2 esté en OFF
M80	Desactivar el espejo en X
M98	Llamada a subprograma
M99	Retorno de subprograma

Nota. La tabla muestra los comandos para los movimientos de desplazamiento de la máquina

Máquinas CNC

Una CNC es un tipo de máquina herramienta en la que se utiliza el control numérico en la máquina para producir piezas mecánicas. CAM es un tipo de máquina controlada donde la máquina controla el proceso de mecanizado utilizando una máquina herramienta controlada numéricamente. La principal ventaja de usar CAM es que produce piezas con mayor precisión y calidad que las hechas a mano. CAM usa un controlador diferente al CNC y hace que el proceso sea más flexible. Mantener la configuración de su CAM es más económico que mantener un CNC. Las máquinas instrumento CNC son máquinas herramienta que combinan tecnología de prueba digital. En otras palabras:

Control numérico por ordenador. La prueba numeral por computadora se refiere al valor de un artefacto para calibrar, motorizar y mantener la gimnasia sobre sus procesos.

Gracias a esta tecnología, las máquinas pueden representar de modo unilateral tareas que normalmente serían realizadas por varios operadores (Centric, 2021. p. 20).

El control de la máquina por control numérico por computadora (CNC) es más preciso que las máquinas guiadas manualmente. Esto se debe a que la computadora guía el proceso de corte con mayor exactitud y precisión en comparación con un operador. El control numérico que usamos hoy en día se inventó por primera vez para la fabricación en la década de 1960. Hoy en día, las máquinas CNC se utilizan para diversas aplicaciones en la industria y la fabricación. Esto incluye la fabricación de diversas formas de metal, madera y plástico para diversos productos.

Tipos de Máquinas CNC

Fresadora CNC

Una fresadora CNC es una máquina que, controlada por medio de un control numérico

computarizado. Según Dominguez (2021) menciona que son máquinas utilizadas con el fin de realizar mecanizados, la cual, su función es la de rotar la herramienta para realizar el desprendimiento de viruta para darle forma a la pieza a obtener, esta fresadora al igual que las convencionales, cuenta con sus partes móviles como son su mesa, cabezal, porta herramientas, y los carros los cuales se mueven de manera transversal y lateral.

Figura 12

Fresadora CNC



Nota. En la gráfica se puede apreciar un fresador CNC en la cual se puede realizar diferentes mecanizados. Tomado de *¿Qué es el CNC y como está compuesta la maquina?*, por Inter 2000, 2022, (<https://www.inter2000mecanizados.com/post/que-es-el-cnc-y-como-esta-compuesta-una-maquina-cnc>).

Tabla 3*Costos de componentes CNC de placas PCB*

Ítem	Rubro	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	Motor Nema 17	4	\$ 8,50	\$ 34,00
2	Cables y sockets	1	\$ 5,00	\$ 5,00
3	CNC Shield	1	\$ 10,00	\$ 10,00
4	Arduino Uno	1	\$ 12,00	\$ 12,00
5	Router CNC	1	\$ 60,00	\$ 60,00
6	Controlador CNC	4	\$ 4,00	\$ 16,00
7	Rodamiento riel CNC 625z	16	\$ 5,00	\$ 80,00
8	Tornillo 8mm	1	\$ 6,00	\$ 6,00
9	Acople flexible eje motor 8mm	1	\$ 7,00	\$ 7,00
10	Perfil Aluminio 40x40 mm	1	\$ 12,00	\$ 12,00
11	Perfil Aluminio 40x20 mm	4	\$ 9,00	\$ 36,00
12	Bases router	2	\$ 20,00	\$ 40,00
13	Uniones perfiles	1	\$ 10,00	\$ 10,00
14	Fuente de poder	1	\$ 10,00	\$ 10,00
15	Pernos y tuercas excéntricas	1	\$ 5,00	\$ 5,00

16	Correa dentada	1	\$	10,00	\$	10,00
17	Polea eje motor	5	\$	3,50	\$	17,50
18	Dremel 4000	1	\$	210,00	\$	210,00
19	10%imprevistos	1	\$	37,05	\$	37,05
Inversión Total					\$	617,55

Nota. En la tabla se detalla el costo de los materiales y equipos que serán utilizados para la construcción del proyecto.

Metodología y Desarrollo del Proyecto

Para la realización de este proyecto se siguieron las pautas de un enfoque cuantitativo ya que se recopilaron datos cuantificables para analizar los resultados, considerando lo planteado por Keneth & Walter, (2017)

Consiste en el contraste de teorías ya existentes a partir de una serie de hipótesis surgidas de la misma, siendo necesario obtener una muestra, ya sea en forma aleatoria o discriminada, pero representativa de una población o fenómeno objeto de estudio. Por lo tanto, para realizar estudios cuantitativos es indispensable contar con una teoría ya construida, dado que el método científico utilizado en la misma es el deductivo. (p.168)

En cuanto al diseño metodológico se desarrolla un estudio transversal exploratorio, atendiendo un problema en particular, a través de la cual se puede comprender y generar información significativa para la toma de decisiones. Al respecto Técnicas de estudios “Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables, y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado” (ORG, 2022, p. 78).

El diseño de la máquina está conformado por dos partes que son: diseño del modelo mecánico y diseño electrónico. El diseño electrónico se realizó pruebas de funcionamiento tanto en la programación como los componentes electrónicos que este contiene para un correcto funcionamiento en el que se aplicó un uso con softwares de programación como es Arduino debido a que trabaja con un lenguaje C++ en programación y Proteus Design Suite que es el programa para simulación de componentes electrónicos lo cual también se puede subir datos de programación a Arduino que no obstante se ha conseguido comprobar adecuadamente la marcha del sistema de programación como el uso correcto en los componentes electrónicos. En cuanto al

diseño del modelo se realizó uso de programas para el diseño mecánico modelado en 3D, ya sean como programas CAD, tanto en la base, soportes y movimientos mecánicos que realice la CNC en cierto modo la construcción de sus partes con mayor exactitud.

Hoy en día existen una alta cantidad de aparatos eléctricos que conforman nuestra vida cotidiana que han llegado a convertirse en parte indispensable, el cual están fabricados mediante el uso de ácidos, por razones que se sumergen en grandes cantidades de cloruro férrico (FeCl_3) debido a que este tiene una aplicación diluyente al cobre con un uso constante del mismo acarreando un mayor tiempo de su producción como se lo puede ver en prácticas realizadas por estudiantes y docentes en la institución del área de electromecánica o carreras afines por lo tanto este procesos de construcción de placas PCB depende mucho del uso de ácidos que también una mala manipulación de la misma puede causar daños tanto a la piel como a la vista.

De forma la construcción del presente proyecto es de manera autónoma y sin la aplicación con ácidos en su fabricación con lo que también se acortaron procesos en la elaboración tanto para la impresión de las pistas del circuito electrónico y el quemado de la baquelita que conllevó el uso del cloruro férrico (FeCl_3) a diferencia de una ejecución por medio de una máquina CNC disminuyendo el tiempo de construcción para una placa PCB tanto como la exposición con el ácido evitando accidentes por una mala manipulación

Diseño mecánico

Para el diseño y elaboración del plano mecánico de un sistema control numérico computarizado se procedió a utilizar softwares CAD en donde se determinó la distancias mínimas y máximas que debe tener el sistema CNC.

Figura 12

Diseño área de trabajo



Nota. Área determinada en el cual se desarrollará el trabajo de corte y grabado

En cuanto para la movilidad el eje Z se procedió a realizar diseños en la estructura que debe tener para este en conjunto con el motor paso a paso y del Dremel con lo que sea resistente para no generar un exceso de esfuerzo en ese punto en específico debido a que el mismo al momento de realizar el fresado genera vibraciones lo cual pueda provocar daños.

Figura 13

Diseño eje z



Nota. Proceso de diseño en programa CAD del eje z con su respectiva construcción.

Figura 14

Diseño mecánico



Nota. En la figura se puede observar las dimensiones que ocuparan cada pieza el ensamblaje de la CNC.

Para la realización del eje X ya que es un sistema de movimiento por poleas se realizó la construcción de unos carritos para el movimiento y acople en los perfiles de aluminio en conjunto con ruedas especiales de tipo del rin 20x10.32 el cual es ocupada en las impresoras 3D evitándonos movimientos de desfase a comparación del uso de ruedas normales.

Figura 15

Transmisión de correa eje X

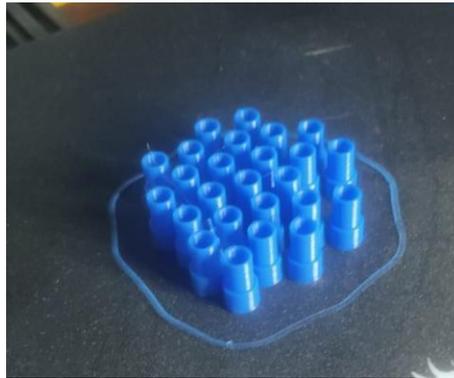


Nota. Diferentes ajustes y pruebas de funcionamiento de correas y rodamientos.

Entre las ruedas existen unas pequeñas aperturas por lo cual se procedió a realizar la construcción de espaciadores para los carritos por medio de una impresora 3D y así poder tener una mayor estabilidad para el movimiento del eje X con lo que se evita un desfase al momento que se realice el fresado la CNC.

Figura 16

Espaciadores de carritos



Nota. Proceso de impresión 3D de los espaciadores a utilizar.

En cuanto para el movimiento que debe realizar en el eje Z se implementó de uso de una polea dentada de 20 dientes y conjunto a un tornillo sinfín para el acople del Dremel en la ejecución del trabajo en dicho eje.

Figura 17

Movimiento tornillo sinfín eje Z



Nota. Pruebas de movimiento del tornillo sinfín mediante transmisión por correa.

Voltaje de referencia y calibración

Una idea del resultado de la calibración se obtiene aplicando la siguiente fórmula de cálculo, aquí el valor se multiplica por 70% ya que se va a operar en pasos completos, la tensión de referencia para el funcionamiento normal del motor por pasos.

$$V_{ref} = I_{max} (8 * R_s) 26$$

$$V_{ref} = 0.4 * (8 * R_s)$$

$$V_{ref} = 0.32 (0.7)$$

$$V_{ref} = 0.22V$$

Programa Arduino

Es un firmware Arduino versión 1.1 llamado GRBL, el código que se comunica con el CNC Shield y su software de control.

Vectorizador de circuitos

Existen innumerables programas de vectorización de gráficos y fuentes de los cuales se optó por utilizar un software libre llamado FlatCam el cual permite la configuración y orientación de GRBL desde un software de diseño electrónico, permitiendo así la vectorización vía electrónica y una comunicación efectiva con la máquina CNC.

Software de control CNC

Hay un programa de control CNC gratuito llamado Open CNC Shipper que utiliza códigos numéricos CNC para proporcionar comunicación entre la tarjeta de control y la PC. A menudo se usa en la investigación de huellas dactilares electrónicas debido a características como el mapeo de altura, que permite un proceso de grabado preciso a medida que el molino de baquelita pasa con la sonda.

Tabla 4*Operadores de variables*

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Sistema CNC para el corte y grabado de placas PCB	Mayor posibilidad de realizar placas electrónicas con un corto tiempo y menor contacto a la exposición de ácidos	CNC Códigos G y M	Programación en control numérico por computador para indicación de mandos o movimientos Comandos de movimientos u operaciones que realice su programación en software afines
		Servo motor	Actuador rotativo que autoriza el control rotativo con precisión tanto su posición angular como su aceleración y velocidad
		Arduino	Software de programación por medio del lenguaje c++ aplicado como microcontrolador
		Proteus	Software de captura de esquemas como simulación y ruteado automático de circuitos electrónicos
		Microprocesador	Unión para el desarrollo principal que es el cerebro encargado de ejecutar todos los programas

Baquelita

Proyección de un aspecto en la función
y producción por medio de símbolos
gráficos de objetos bidimensionales

Nota. La presente tabla indica el dimensionamiento de la construcción de un sistema CNC de corte y grabado.

Propuesta

El uso de placas de circuito impreso (PCB) se ha vuelto omnipresente en la electrónica moderna debido a su rentabilidad, confiabilidad y compacidad, como tal, existe la necesidad de métodos eficientes y precisos para cortar y grabar placas de PCB para crear diseños personalizados. Aquí es donde entra en juego una máquina de control numérico por computadora (CNC), que es capaz de cortar y grabar con precisión placas de PCB. En esta propuesta funcional, describiremos las características clave que debe poseer una máquina CNC para un corte y grabado eficiente y preciso de placas de PCB.

Funcionalidad

Una máquina CNC de corte y grabado de placas CPB dependerá de las características y especificaciones técnicas de la máquina en particular, sin embargo, en términos generales, una máquina CNC es capaz de realizar operaciones como corte y grabado de placas CPB, en lo que la máquina puede cortar placas y láminas de diversos materiales, incluyendo metales, maderas, plásticos y otros materiales.

Grabado, la máquina puede grabar diseños y textos en las placas y láminas utilizando herramientas como fresas, punzones y láseres por lo que se realiza un fresado, como el biselado de bordes, la perforación de agujeros y la creación de patrones complejos, que a su vez, realiza desbastados de diversos tamaños y formas en las placas y láminas, por lo que una máquina CNC de corte y grabado de placas CPB es capaz de realizar una amplia variedad de operaciones para crear piezas personalizadas y detalladas a partir de placas y láminas de diferentes materiales.

Aprendizaje

El manejo de una máquina CNC (Control Numérico Computarizado) puede proporcionar conocimientos y habilidades en varios aspectos, como: Diseño asistido por ordenador (CAD), para estar en la posibilidad de poder producir piezas con una máquina CNC, se requiere de un diseño preciso y detallado en un software de CAD, por lo tanto, aprender a utilizar software de diseño CAD es fundamental para dimensionarla máquina CNC.

Programación CNC con el que procederá a operar una máquina de control numérico computarizado, se debe comprender cómo se programan las máquinas para realizar las operaciones de cortar y grabar materiales. La programación CNC implica la escritura de código en lenguaje G para controlar la máquina.

Conocimientos en mecánica y electrónica para operar una máquina CNC, para el conocimiento sobre su funcionalidad y mecanismo de sus partes móviles, ya que la maquina cuenta con componentes como motores, controladores y herramientas de corte y piezas que se desplazan de acuerdo a sus ejes.

Resolución de problemas y mantenimiento en el manejo, en una máquina de control numérico computarizado también implica la capacidad de dar soluciones a problemas técnicos y realizar mantenimiento regular de la máquina además realizar mejoras en el caso de que sea necesario.

Habilidades en manufactura, el manejo de una máquina CNC también proporciona habilidades en la producción de piezas y componentes personalizados, así como la capacidad de trabajar con una variedad de materiales y herramientas. Por lo tanto, el manejo de una máquina CNC puede proporcionar habilidades en diseño asistido por ordenador, programación, mecánica y electrónica, resolución de problemas y mantenimiento, y habilidades en manufactura. Estas

habilidades pueden ser aplicables en una variedad de campos, incluyendo la manufactura, la ingeniería, la arquitectura y la producción de prototipos. Siempre hay margen para mejorar una máquina CNC de corte y grabado de placas PCB, algunas mejoras que se podrían hacer, es la de mejorar en una mayor precisión y velocidad de las máquinas CNC modernas, además, hay margen para mejorar su capacidad de corte y grabado de alta precisión. La velocidad también es un factor importante a considerar, ya que una mayor velocidad de corte puede aumentar la productividad.

Mayor capacidad de automatización, ya que, es fundamental para la capacidad de automatizar tareas de programación y ajuste de la máquina CNC que puede ayudar a reducir los tiempos de inactividad y aumentar la productividad, esto podría incluir la incorporación de sensores y sistemas de retroalimentación para mejorar la precisión y la capacidad de adaptación de la máquina CNC como las mejoras en el software de programación:

El software de programación de la máquina CNC puede mejorarse para hacerlo más fácil de usar y para permitir una programación más rápida y precisa. También se podrían desarrollar algoritmos y software de optimización para maximizar la eficiencia de corte y reducir el desperdicio de materiales y así poder tener una mayor versatilidad en los materiales de corte para las máquinas CNC modernas, que pueden cortar y grabar a una amplia variedad de materiales, pero aún hay margen para mejorar la capacidad de la máquina para trabajar con materiales más duros o más frágiles, pero sobre todo la seguridad es importante en cualquier máquina CNC, lo cual, se podría incorporar nuevas características de seguridad para reducir el riesgo de accidentes y lesiones a los operadores.

Ya sea en términos de precisión, velocidad, automatización, software de programación,

versatilidad de materiales o seguridad, las mejoras en estas áreas podrían aumentar la productividad, la eficiencia y la calidad de los productos que se producen con la máquina CNC.

Optimización

Tales como la parte operática en la construcción de una máquina CNC de corte y grabado de placas PCB puede mejorarse de varias maneras, algunas de las cuales son:

Uso de Materiales

El uso de materiales de alta calidad como acero inoxidable, aluminio, cobre y otros materiales resistentes a la corrosión puede aumentar la durabilidad de la máquina CNC y reducir el riesgo de fallos o deformaciones estructurales.

Mayor Rigidez

Para mejorar la precisión de la máquina CNC, es importante que la estructura sea lo más rígida posible. Una forma de lograr esto es utilizando perfiles estructurales de alta resistencia y rigidez, y asegurándose de que los componentes estén correctamente alineados.

Mejoras en el sistema de accionamiento, el sistema de accionamiento de la máquina CNC puede mejorarse utilizando motores de alta calidad y sistemas de transmisión de potencia más eficientes. Esto puede ayudar a mejorar la velocidad de corte y grabado, así como la precisión y fiabilidad de la máquina.

Diseño Optimizado

El diseño de la máquina CNC puede ser optimizado para reducir su tamaño y peso, lo que facilita su transporte y manejo. También se pueden diseñar piezas para facilitar el ensamblaje y mantenimiento para reducir el riesgo de errores al momento de su montaje.

Incorporación de nuevas tecnologías: Nuevas tecnologías como la inteligencia artificial, el aprendizaje automático y el Internet de las cosas pueden ser utilizadas para mejorar la

funcionalidad y la eficiencia de la máquina CNC. Por ejemplo, la incorporación de sensores y sistemas de retroalimentación puede ayudar a mejorar la precisión de corte y grabado.

En resumen, mejorar la construcción de una máquina CNC de corte y grabado de placas PCB puede lograrse utilizando materiales de alta calidad, mejorando la rigidez de la estructura, mejorando el sistema de accionamiento, optimizando el diseño y la incorporación de nuevas tecnologías. Cada mejora puede contribuir a mejorar la precisión, velocidad, fiabilidad y funcionalidad de la máquina CNC.

Y a su vez también se puede ayudar a la naturaleza de varias maneras, como la reducción del desperdicio con la precisión de corte y grabado de la máquina CNC, se pueden producir piezas más precisas y ajustadas a las medidas, lo que reduce el desperdicio de material. Esto puede ayudar a reducir la cantidad de residuos que se generan durante el proceso de fabricación, lo que a su vez reduce la cantidad de recursos naturales utilizados y el uso de materiales sostenibles para la máquina CNC, ya que puede cortar y grabar materiales sostenibles como madera, cartón y otros materiales biodegradables. Estos materiales son renovables y biodegradables, lo que significa que no tienen un impacto negativo en el medio ambiente como la producción de piezas personalizadas, las cuales se pueden producir en pequeñas cantidades, lo que ayuda a reducir la cantidad de residuos generados por la producción en masa. La producción personalizada también puede ayudar a reducir el impacto ambiental de la producción de piezas que no se utilizan aplicando un uso de energía eficiente, en términos de energía a diferencia de las máquinas de corte y grabado antiguas. Esto significa que la máquina CNC puede reducir el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero como también la reducción de los tiempos en producción, lo que puede ayudar a reducir el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. Además, la reducción del tiempo de producción

significa que se pueden producir más piezas en menos tiempo, lo que puede ayudar a reducir el impacto ambiental de la producción en masa.

Conclusiones

Como demuestra la investigación del proceso de una CNC en el corte y grabado de placas PCB, estos conllevan un menor tiempo empleado en su fabricación con una mayor presión ya que es realizada mediante una máquina herramienta el cual sus movimientos y velocidad de desbaste son controlados mediante el mismo al mismo tiempo evitando accidentes a los cuales estén expuestos por métodos tradicionales. Luego de la realización del proyecto se puede concluir lo siguiente:

El proceso de control numérico computarizado para el grabado y corte de placas printed circuit board ofrece una solución precisa y rentable para fabricar placas PCB de alta calidad. El proceso permite una mayor precisión y velocidad de producción, lo que resulta en una reducción de costos para los fabricantes.

Después de analizar la fabricación del sistema CNC para la elaboración de placas PCB, se puede concluir que el uso de procesos tecnológicos para la producción de placas PCB contribuye a la reducción de tiempo de producción, así como a la mejora en sus acabados. Esto demuestra que el uso de procesos tecnológicos modernos es una excelente herramienta para mejorar la calidad y la eficiencia del trabajo.

El sistema electromecánico seleccionado puede cumplir con los requisitos de nuestro proyecto. Con el uso adecuado de las herramientas y los componentes, este sistema electromecánico permitirá fabricar circuitos impresos de alta calidad en un tiempo más corto que con sistemas electromecánicos anteriores.

Esta máquina ofrece un rendimiento óptimo y una ejecución precisa. Esto garantiza resultados satisfactorios para el usuario, así como una reducción significativa en los tiempos de producción.

Recomendaciones

Ampliar la parte investigativa de las maquinas CNC tendría un impacto favorable a los estudiantes debido a que tanto en el diseño como su funcionamiento estos pueden ser mejorados tanto en la programación y uso de componentes de control para un mayor procesamiento de datos que serán las funciones que pueda realizar en general. Para lo cual se pueden realizar las siguientes recomendaciones.

Para la fabricación de placas impresas se debe implementar el proceso de control numérico computarizado para el grabado y corte de placas PCB como una forma de reducir los costos de fabricación, considerando la precisión y la velocidad de producción evaluar el proceso de control numérico computarizado para el grabado y corte de placas PCB.

Es importante realizar una evaluación periódica de los procesos tecnológicos empleados para asegurar la eficiencia y la calidad de los productos, así como también fomentar la capacitación de los operarios para que estén al tanto de los avances tecnológicos y puedan aprovecharlos al máximo.

Se recomienda usar el sistema electromecánico nuevo para fabricar circuitos impresos de alta calidad en un tiempo más corto, de igual forma que los operadores se familiaricen con las herramientas y los componentes antes de usar el sistema electromecánico para obtener los mejores resultados.

Se deben realizar pruebas en un material de muestra antes de ejecutar el corte o grabado en una placa PCB real, es recomendable realizar pruebas en un material de muestra similar esto te permitirá ajustar la máquina y las herramientas de corte para obtener los mejores resultados posibles.

Referencias

- Alonso, L. (23 de junio de 2019). *R-Luis.xbot*. <http://r-luis.xbot.es/cnc/codes03.html>
- Burbano, P. (13 de Mayo de 2013). *Didactica.com*. <http://www.didactica.com/recursos/reciclaje>
- Burbano, P. (2014). *Proyectos*. Quito: Vida Nueva.
- Centric, O. (21 de Diciembre de 2021). *centricdemexico*. <https://centricdemexico.com/maquina-cnc/>
- Keneth, S., & Walter, G. (2017). La utilizacion de una metodologia mixta en investigacionsocial. In *Rompiendo barreras en la investigación*. Google Académico
- Tecnicas de estudios org. (2022). *¿Cuáles son los tipos de diseños de investigación no experimentales?* <https://www.tecnicas-de-estudio.org/investigacion/investigacion38.htm>
- Equipo editorial, E. (5 de agosto de 2021). *Lenguaje de programación*. <https://concepto.de/lenguaje-de-programacion/>
- Etecé, E. (01 de marzo de 2023). *Diseño*. <https://concepto.de/disenio/>
- Fadesa. (n.d.). *Diseño y fabricación de Prototipos*. <https://fadesaing.com/prototipos-y-preseries/>
- Ferros Planes. (2018). *El mecanizado CAM*. <https://ferrosplanes.com/mecanizado-cam/>
- Flores, L. I. (2018). *Metodos de Funciones de Base Radial para la Solucion de EDP*. Mexico: edt.
- Francisco, J. (27 de Enero de 2020). *Codigos de programacion para CNC G y M*. <http://solidworksavanzado.blogspot.com/2015/07/codigos-de-programacion-para-cnc-g-y-m.html>
- Hernández, L. (10 de Julio de 2019). *Lenguaje de programación C++*. <https://sites.google.com/site/dhpceq1ver2013/bibliografia/entradasintitulo>
- Hernández, R. (2022). *Diseño y construcción de un robot de ruedas con autoequilibrio para la enseñanza de control automático*. San Luis Potosí: UAEH.

hwlibre. (20 de octubre de 2022). *Todo sobre el motor paso a paso.*

<https://www.hwlibre.com/nema-17/?msclkid=6e28dfa8d08b11ec910cbd7099728ae8>

Inter 2000, S. (2022). *¿Qué es el CNC y como está compuesta la maquina?*

<https://www.inter2000mecanizados.com/post/que-es-el-cnc-y-como-esta-compuesta-una-maquina-cnc>

J.Bates, A. M. (2007). *Principios de Electrónica*. Carmelo Sánchez Gonzále: España.

Keneth, S., & Walter, G. (2017). La utilizacion de una metodologia mixta en investigacion social.

In *Rompiendo barreras en la investigación*. Google Académico

Leskow, E. C. (15 de Julio de 2021). *Concepto.de*. <https://concepto.de/electronica/>

MARLON, V. (2021). *Diseño y construcción de una cnc para el corte y grabado de pistas electrónicas sobre baquelitas*. Quito: TUVN.

Mathieu, M. J. (2014). *Introducción a la programación*. Mexico: Patria, S.A. de C.V.

OMS. (2004). *ICSC 1499 - CLORURO FÉRRICO (ANHIDRO)*. Suiza: Editorial Médica Panamericana.

Rivadeneira, J. (2020). *Implementación de un módulo CNC de fresado*. Quito: EPN.

Tecnicas de estudios org. (2022). *¿Cuáles son los tipos de diseños de investigación no*

experimentales?<https://www.tecnicas-de-estudio.org/investigacion/investigacion38.htm>

Vásquez, G. (06 de Febrero de 2018). *Lenguajes de Programación*.

<https://codigoonclick.com/mejores-lenguajes-programacion-para-2018/>

Vital, M. (2021). Introducción de Arduino. *Vida Científica*, 5.

Anexos

Anexo 1

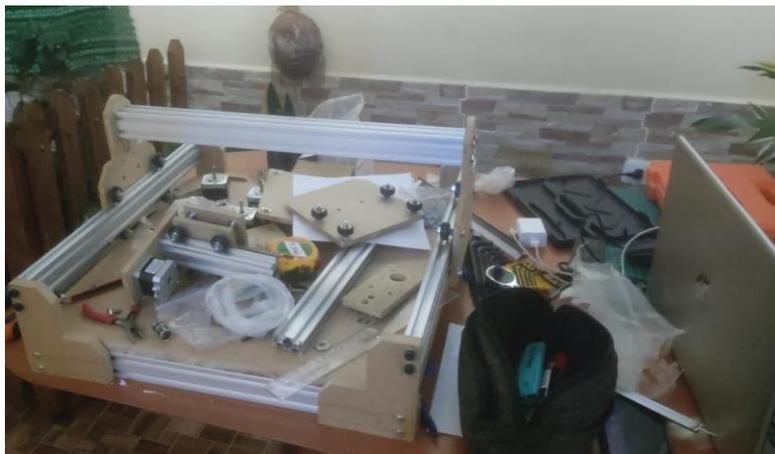
Diseño eje z



Nota. En la presente imagen se muestra el mecanismo que tendrá para en movimiento en el eje z.

Anexo 2

Montaje partes mecánicas



Nota. La imagen muestra el montaje de los ejes X, Y y Z como solos soportes y perfiles.

Anexo 5*Máquina CNC*

Nota. En la imagen se muestra el armado de la maquina CNC.

Anexo 6*Máquina CNC finalizada*