



Diseño e implementación mecánico y eléctrico de una máquina CNC con fines educativos

Mechanical and electric design and implementation of CNC machine for education purposes

Dany-Ivan Martinez-De-La-Cruz¹, Leodegario Gonzalo-Aguilera¹, Raúl Hernández-Rivera¹

¹ Tecnológico Nacional de México – ITS de Tantoyuca, Veracruz, México.

Recibido: 31-10-2023
Aceptado: 05-12-2023

Autor correspondal: dany.martinez@itsta.edu.mx

Resumen

En el presente documento se muestra el diseño mecánico y eléctrico de una CNC con fines educativos, el cual tiene impacto en materias de Ingeniería Mecatrónica, por ejemplo; control, manufactura avanzada, electrónica de potencia y vibraciones mecánicas. También puede ser utilizado para grabar, cortar o devastar alguna pieza mecánica. De esta manera el objetivo del presente trabajo es diseñar y crear una máquina CNC de diseño sencillo, ligero, económico, funcional y de fácil aprendizaje. Para que la CNC pueda funcionar, primero se necesitan realizar el diseño mecánico de las piezas y después seleccionar los dispositivos eléctricos que harán funcionar los actuadores. La primera parte del trabajo se presenta el diseño mecánico de cada una de las piezas en el software SolidWorks, esto es las dimensiones. Y en la segunda parte, se realiza el ensamble y se finaliza con el diseño eléctrico, el cual corresponde con los dispositivos eléctricos para el control de cada motor del CNC.

Palabras clave: CNC, diseño mecánico, diseño eléctrico.

Abstract

This document shows the mechanical and electrical design of a CNC for educational purposes, which has an impact on Mechatronic Engineering subjects, for example; control, advanced manufacturing, power electronics and mechanical vibrations. It can also be used to engrave, cut or devastate any mechanical part. In this way, the objective of this works is to design and create a CNC machine with a simple, light, economical, functional and easy to learn. So that the CNC can work, first you need to carry out the mechanical design of the parts and then select the electrical devices that will operate the actuators. The first part of the work presents the mechanical design of each of the pieces in SolidWorks software, this is the dimensions. And the second part, the assembly is carried out and the electrical design is finalized, which corresponds to the electrical devices for controlling each CNC motor.

Keywords: CNC, mechanic design, electric design.

Introducción

La necesidad de desarrollar e implementar una elevada cantidad de productos mecanizados diferentes ha desarrollado la automatización de varios procesos que necesitan la velocidad para abastecer la demanda de producción, esto lleva a la creación de máquinas controladas numéricamente por computadora (CNC). En la actualidad las máquinas CNC son ampliamente utilizadas en la industria manufacturera, las ventajas que poseen son; precisión, exactitud, productividad de corte y complejidad del trabajo que puede realizar (Agustinus WINARNO, 2021). El CNC permite monitorear los movimientos de una máquina herramienta (Groover, 2007), las cuales pueden ser; fresadora, torno, rectificadora, máquina de corte por láser, por chorro de agua o por electroerosión, estampadora, prensa, brazo robotizado, etc (Groover, 2007), (Barzalobre Cruz, Castillo Quiroz, Castro Márquez, Dominguez Vargas, & González Escobar, 2019).

El CNC es un sistema de automatización aplicado a una máquina herramienta para su control, lo cual ejecuta una secuencia de operaciones y movimientos establecidos en un programa que contiene las instrucciones que siguen una secuencia lógica de mecanizado, el cual tuvo su origen en la década de 1970 con la aparición de los microprocesadores y memorias semiconductoras, donde el hardware electrónico y las tarjetas perforadas fueron reemplazadas por computadoras (Serrano Sánchez, Mejias Sanguino, & Rodriguez Dorado, 2013), (Hwan Suh, kyoong Kang, Hyuk Chung, & Stroud, 2008).

En el ámbito educativo se tienen las siguientes aportaciones, en (Hendro Nurhaidi, 2009) menciona que numerosas universidades de todo el mundo han desarrollado cursos de CNC para satisfacer la demanda de recursos humanos altamente calificados en la industria, mientras que (Hanne Voldborg Anderson, 2019), (Helmut Ropin, 2020), el CNC ha sido desarrollado como ayuda didáctica de fabricación de tecnología para estudiantes de primaria y secundaria. En (Barzalobre Cruz, Castillo Quiroz, Castro Márquez, Dominguez Vargas, & González Escobar, 2019) diseñan y construyen una CNC de 3 ejes con material reciclado de impresora 2D con aplicaciones artísticas.

De acuerdo con los trabajos antes mencionados y sus aplicaciones, el objetivo del presente trabajo es diseñar e implementar una máquina CNC de diseño sencillo, ligero, económico, funcional y de fácil aprendizaje para los alumnos del programa Ingeniería Mecatrónica y que posteriormente tendrá una aplicación industrial ya sea como una cortadora láser o devastadora de madera.

Materiales y métodos

Para el desarrollo de la investigación se siguieron 3 fases, como se muestra en la figura1, el cual consiste en el diseño mecánico de las piezas que lo conforman y el diseño eléctrico de los componentes eléctricos.

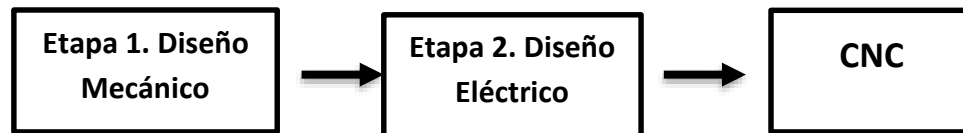


Figura 1. Diagrama general del CNC.

Fuente: Autores.

Etapa 1. Diseño mecánico

El diseño mecánico consiste en el modelado de las piezas en el software SolidWorks. Las primeras piezas son dos barras laterales las cuales tiene 5.52 cm de ancho, 192.3 cm de largo, ver figura 2.

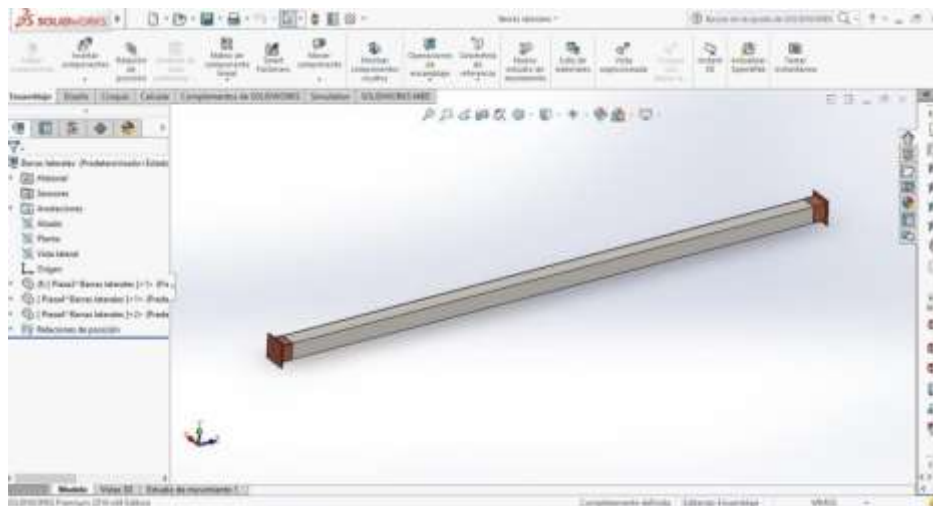


Figura 2. Barras laterales diseñado en SolidWorks.

Fuente: Autores.

La siguiente pieza mecánica es la barra centro, que tiene las siguientes medidas; 15.9 cm largo, 8.95 cm de ancho y una altura de 14.92 cm de alto. La barra centro se utiliza como soporte del efector final, ver figura 3.

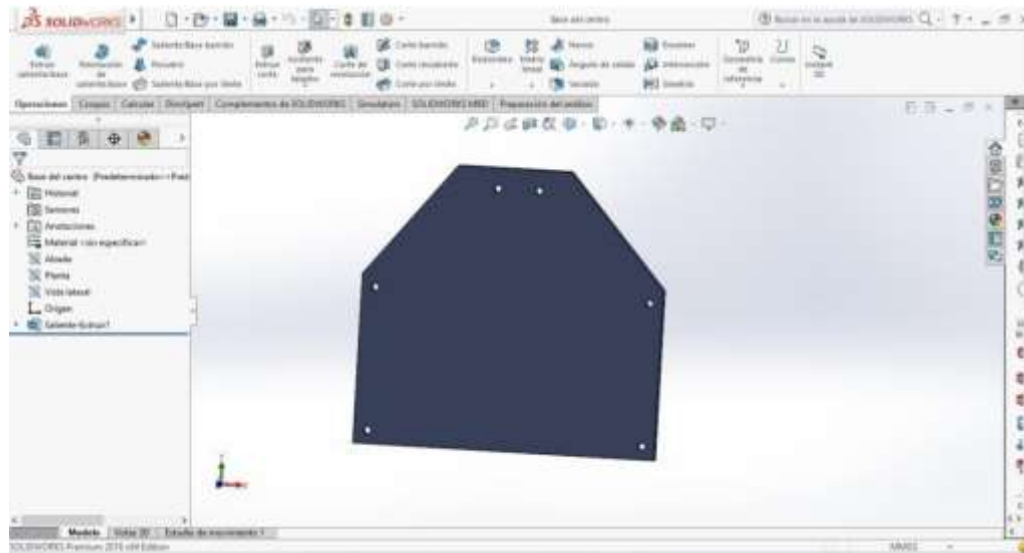


Figura 2. Base central para el láser diseñado en SolidWorks.

Fuente: Autores.

El siguiente elemento es el sujetador de cinta, que se conforma de dos partes; la parte superior consta de 1.9 cm de altura y 1.8 cm de ancho, mientras que para la inferior tiene una medida de 6.5 cm de largo y 1.2 cm de ancho, ver la figura 3. El sujetador de cintas ayuda a que la CNC pueda moverse libremente sobre el eje x y el eje y.

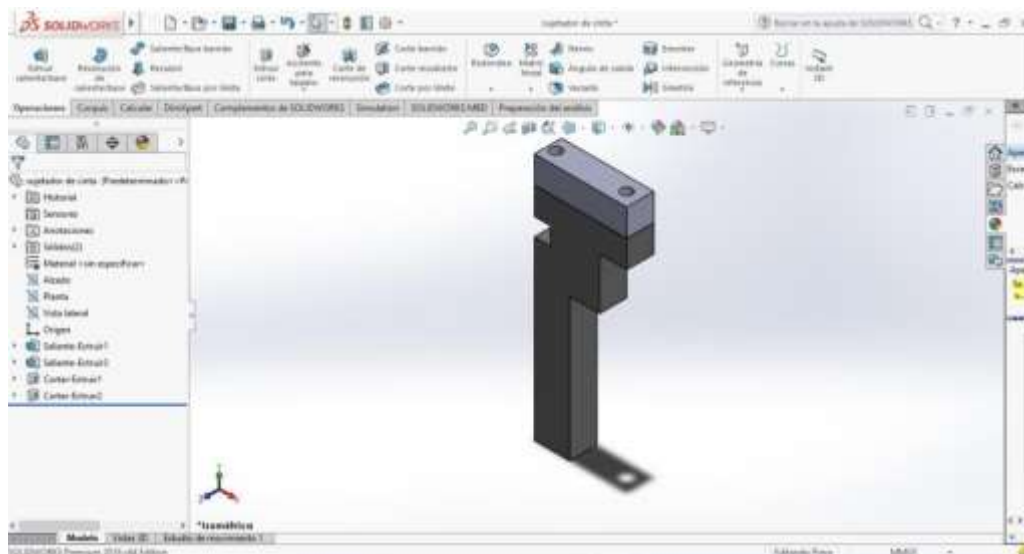


Figura 3. Sujetador de cintas o correa diseñado en SolidWorks.

Fuente: Autores.

La abrazadera posee una longitud de 11 cm y 3.3 cm de ancho. Las puntas de las abrazaderas tienen una longitud de 2.4 cm y cada orificio un diámetro de 0.5 cm. Los brazos tienen un ancho de 0.8 cm y la base exterior de 10 cm, ver la figura 4. La abrazadera se utiliza para sostener el efector final.

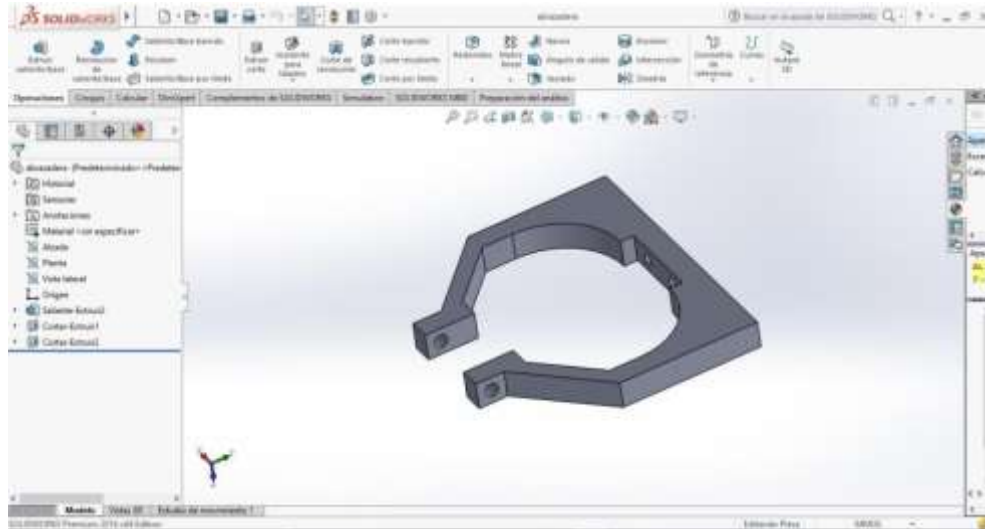


Figura 4. Abrazadera porta laser diseñado en SolidWorks.

Fuente: Autores.

El ensamble final de las piezas; barra lateral, base central, sujetador de cintas y abrazadera se muestra en la figura 5.

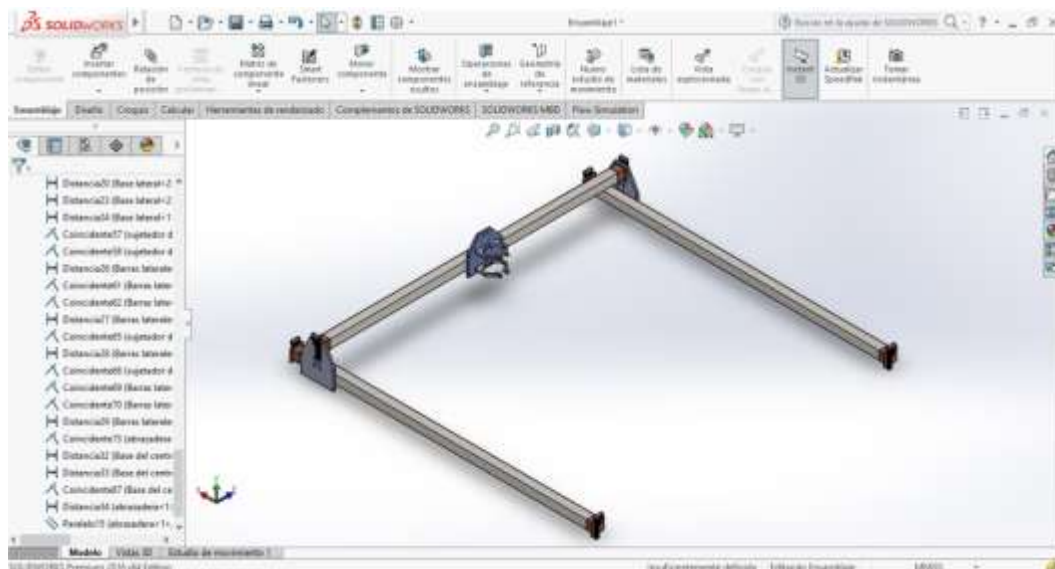


Figura 5. Ensamble final de la CNC diseñado en SolidWorks.

Fuente: Autores.

Etapa 2. Diseño eléctrico.

En este apartado se realiza el proceso de diseño y ensamble eléctrico. La figura 6 muestra el diagrama eléctrico de los principales componentes de la CNC. El eje X es controlado por dos motores Nema 17, el eje Y es controlado por el motor Nema 23 y el eje Z es controlado a través del motor Nema 17.

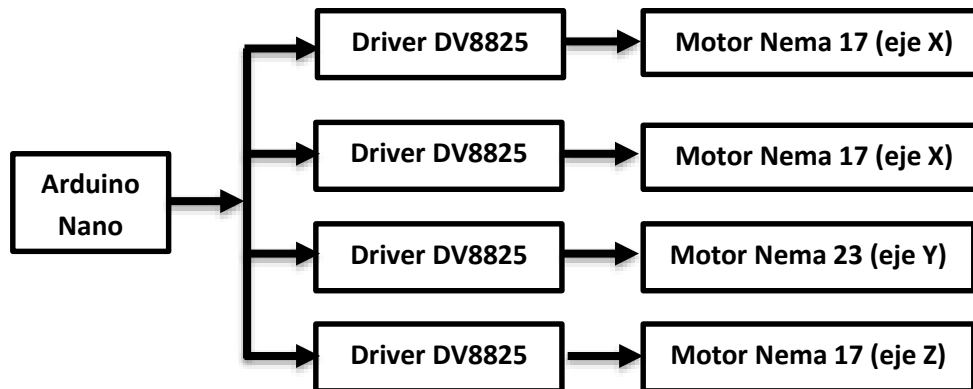


Figura 6. Diagrama eléctrico de la CNC.

Fuente: Autores.

El Arduino Nano, ver figura 7, es la tarjeta electrónica que se emplea para el control de los motores Nema 17 y Nema 23 de la CNC a través del Driver DV8825. Debido a su tamaño pequeño se emplea el Arduino Nano, además de que su microcontrolador ATMEGA 328 es el más utilizado dentro de la familia Arduino.



Figura 7. Arduino Nano.

Fuente: Obtenido de <https://store.arduino.cc/products/arduino-nano>.

El driver DV8825, ver figura 8, se emplea para el control de los motores paso a paso Nema 17 y Nema 23. El DV8825 permite manejar altos voltajes y corrientes, además limita la corriente en el motor y proporciona las protecciones para evitar que la electrónica sea dañada.



Figura 8. DV8825.

Fuente: Obtenido de <https://www.pololu.com/product/2133>.

La figura 9 muestra el motor Nema 17, que se utiliza para controlar el eje X y el eje Z. Es ideal para la realización de proyectos de impresoras 3D y maquinaria CNC. Se trata de un motor de tipo bipolar, tiene un ángulo de paso de 1.8° (200 pasos por vuelta) y cada bobinado es de 1.7A, capaz de desarrollar un torque de hasta 4Kg/cm.



Figura 9. Nema 17.

Fuente: Obtenido <https://datasheetspdf.com/pdf/928665/MotionKing/17HS8401/1>.

La figura 10 muestra el motor Nema 23, que se utiliza para controlar el eje Y. Es ideal para la realización de proyectos como cortadora láser, grabadores o impresoras 3D. Tiene un ángulo de paso de 1.8° (200 pasos por vuelta), posee un eje tipo D, y cada bobinado es de 2.8A, capaz de desarrollar un torque de hasta 12Kg/cm.



Figura 10. Nema 23.

Fuente: Obtenido de <https://datasheetpdf.com/pdf/1380134/Servotronix/NEMA23/1>.

Resultados y discusión

La figura 11 muestra el ensamble final de la máquina CNC montada sobre una mesa. Los elementos mecánicos encerrados de color blanco son; dos barras laterales (1), una barra que une a las barras laterales (1) y una abrazadera (2) para el efector final. Los elementos de la parte eléctrica en color rojo son; motor Nema 17 (3) para el eje X y eje Z (4), el motor Nema 23 para el eje Y, y una caja (5) donde contiene la etapa de control.

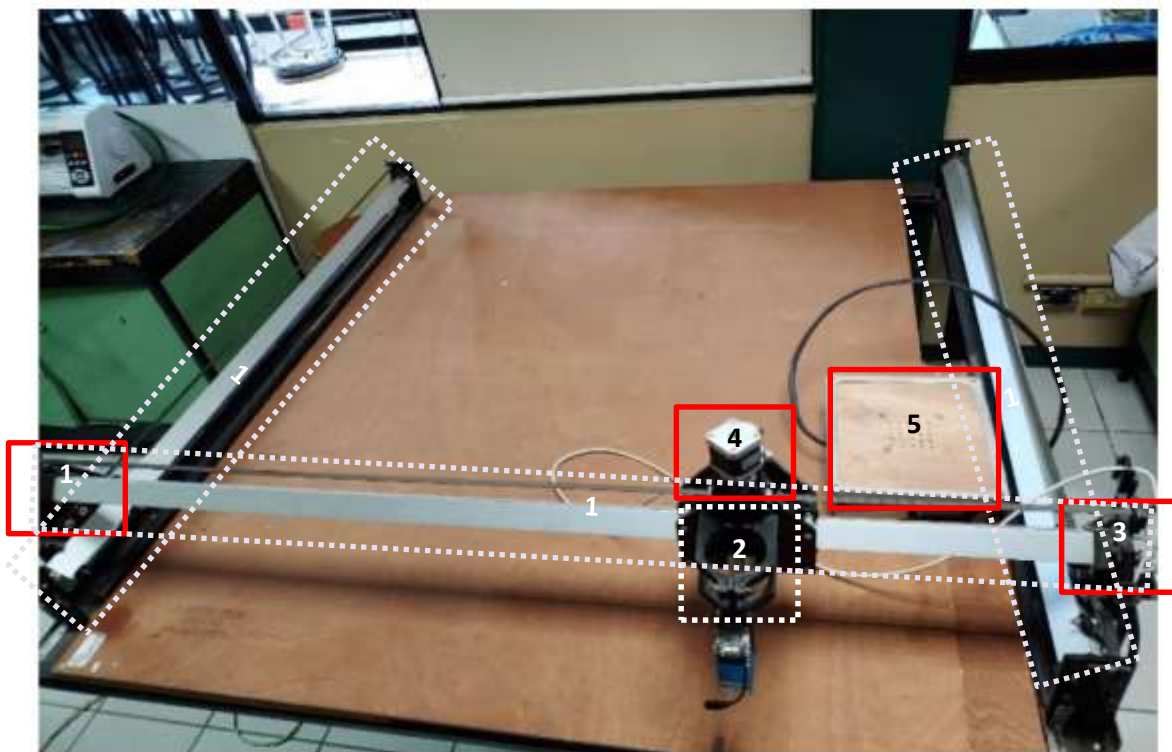


Figura 11. Etapa eléctrica de la CNC.

Fuente: Autores.

La figura 12 muestra la etapa eléctrica de la máquina CNC; un ventilador (6) para evitar el calentamiento, un Arduino Nano (7) y 3 Drivers DV8825 (8).

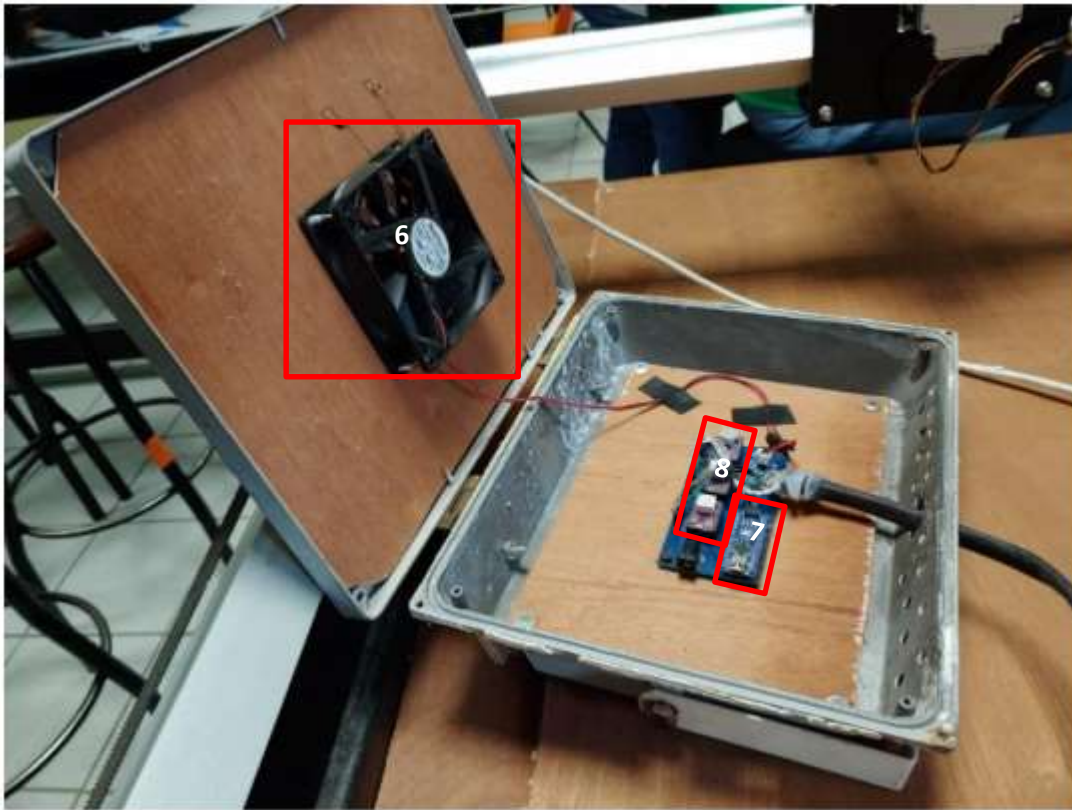


Figura 12. Etapa de potencia de la CNC.

Fuente: Autores.

El Arduino nano enviara la señal de control a los Drives DV 8825, el cual estos activarían a los motores de cada grado de libertad de la CNC.

Conclusiones

El diseño mecánico mediante software es una herramienta muy importante porque muestra una previsualización de cualquier prototipo mecánico y esto ayuda mucho en la parte del diseño mecánico en las dimensiones de las piezas.

El diseño eléctrico fue implementado utilizando componentes de fácil acceso como son; la tarjeta Arduino Nano que es la encargada de activar y desactivar las señales de control a los actuadores de la CNC.

Mediante la realización del presente trabajo se presentó el diseño y la implementación mecánico y eléctrico de una CNC con fines educativos, el cual es de bajo costo, de fácil acceso y que ayudará muchísimo en la impartición de las materias en el programa Ingeniería Mecatrónica.

Los trabajos a futuro del prototipo desarrollado consistirían en la programación de algún software ya sea para el corte o devastado de alguna imagen y que tendría que ser compatible con la tarjeta electrónica Arduino Nano.

Referencias bibliográficas

- Agustinus WINARNO, B. T. (2021). LINEAR MOTION ERROR EVALUATION OF OPEN -LOOP CNC USING A LASER INTERFEROMETER. *sciendo*, 124-129.
- Barzalobre Cruz, U., Castillo Quiroz, G., Castro Márquez, R., Dominguez Vargas, H., & González Escobar, J. (2019). Diseño y construcción de una máquina CNC con aplicaciones artísticas. *Revista del centro de graduados e investigacion Instituto Tecnológico de Mérida*, 1-6.
- Bautista-Santos, H., Martínez-Flores, J. L., Fernández-Lambert, G., Bernabé-Loranca, B., Sánchez-Galván, F., & Sablón-Cossío, N. (2015). Modelo de integración de cadenas de suministro colaborativas. *Dyna*, 145-154.
- Groover, M. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna*. México: McGraw-Hill.

- Hanne Voldborg Anderson, K. P. (2019). Empowering educators by developing professional practice in digital fabrication and design thinking. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 1-16.
- Helmut Ropin, A. P.-L. (2020). A FabLab as integrative part of a Learning Factory. *Procedia Manufacturing*, 355-360.
- Hendro Nurhaidi, Y.-S. T. (2009). Open-and Closed-Loop System of Computer Integrated Desktop-scale CNC Machine. *IFAC Proceedings Volumes*, 222-226.
- Hwan Suh, S., kyoon Kang, S., Hyuk Chung, D., & Stroud, I. (2008). *Theory and Design of CNC Systems*. Londres: Springer-Verlag London Limited.
- Serrano Sánchez, D., Mejias Sanguino, F., & Rodriguez Dorado, F. (2013). *Comprobacion y optimización del programa cnc para el mecanizado por arranque de viruta*. Málaga: Primera edición.