

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO
VIDA NUEVA**



CARRERA:

TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA

TEMA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA CNC ROUTER DE TRES GRADOS DE LIBERTAD
UTILIZANDO ARDUINO UNO Y EL DRIVER DRV8825

AUTOR:

OTO MACHAY MARCO VINICIO

TUTOR:

MACHAY TISALEMA BYRON ORLANDO

SEPTIEMBRE 2020

QUITO – ECUADOR

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, OTO MACHAY MARCO VINICIO portador/a de la cédula de ciudadanía 0504260316, facultado/a de la carrera TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA, autor/a de esta obra certifico y proveo al Instituto Tecnológico Superior Vida Nueva, usar plenamente el contenido del informe con el tema DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA CNC ROUTER DE TRES GRADOS DE LIBERTAD UTILIZANDO ARDUINO UNO Y EL DRIVER DRV8825, con el objeto de aportar y promover la lectura e investigación, autorizando la publicación de mi proyecto de titulación en la colección digital del repositorio institucional bajo la licencia de Creative Commons: Atribución-No Comercial-Sin Derivadas.

En la ciudad de Quito, Octubre de 2020.

OTO MACHAY MARCO VINICIO
C.I.: 0504260316

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA CNC ROUTER DE TRES GRADOS DE LIBERTAD UTILIZANDO ARDUINO UNO Y EL DRIVER DRV8825. En la ciudad de Quito, presentado por el ciudadano OTO MACHAY MARCO VINICIO, para optar por el título de Tecnólogo en ELECTROMECAÁNICA, 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, Agosto 2020

ING. MACHAY TISALEMA BYRON ORLANDO
TUTOR

APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR O TRIBUNAL

Los miembros del jurado examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA CNC ROUTER DE TRES GRADOS DE LIBERTAD UTILIZANDO ARDUINO UNO Y EL DRIVER DRV8825 en la ciudad de Quito Del estudiante: OTO MACHAY MARCO VINICIO de la Carrera en Tecnología en ELECTROMECAÁNICA

Para constancia firman:

C.I.:

C.I.:

C.I.:

C.I.:

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, OTO MACHAY MARCO VINICIO con cedula de ciudadanía 0504260316 estudiante del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, declaro que he realizado este trabajo de titulación tomando en consideración citas bibliográficas que se nombran en este texto.

El Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva puede utilizar este trabajo de titulación como una ayuda bibliográfica.

En la ciudad de Quito, Agosto 2020

OTO MACHAY MARCO VINICIO

C.I.: 0504260316

INDICE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	I
CERTIFICACIÓN	II
APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR O TRIBUNAL.....	III
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	IV
INDICE.....	V
INDICE DE FIGURAS.....	VI
INDICE DE ANEXOS.....	IX
RESUMEN.....	X
INTRODUCCION.....	XI
ANTECEDENTES.....	XII
1. OBJETIVOS.....	1
1.1.OBJETIVO GENERAL.....	1
1.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	1
2. DESARROLLO	
2.1.- MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL.....	2
2.1.1.- MÁQUINAS CNC.....	2
2.1.2.- SISTEMA ELÉCTRICO.....	6
2.1.3.- SISTEMA DE MOVIMIENTO.....	9
2.1.4.- SISTEMA ELECTRÓNICO.....	11
2.1.5.- FIRMWARE DE CONTROL.....	15
2.1.6.- PROGRAMAS DE CONTROL.....	17
2.2.- PROCEDIMIENTO - METODOLOGÍA	
2.2.1.- DISEÑO.....	27
2.2.2.- CONSTRUCCIÓN.....	31
2.2.3.- IMPLEMENTACIÓN.....	33
3. PROGRAMACION.....	36
3.1.- PROGRAMA DE CONTROL.....	36
3.2.- PROGRAMACIÓN.....	39
4.- CONCLUSIONES.....	42
5. RECOMENDACIONES.....	43
6. REEFERENCIAS.....	44
6.1.- BIBLIOGRAFIA.....	44
7 ANEXOS.....	46

INDICE

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Maquina CNC (Alibaba, 2014).....	3
Figura 2. Diagrama de control para un Motor a pasos de laso abierto. (arduino en español,) (2016)	6
Figura 3. Motor paso a paso (Alibaba, 2018).....	7
Figura 4. Grados por pasos (Alibaba, 2017)	8
Figura 5. Fuente de voltaje. (Dasammar, 2011).....	9
Figura 6. Arduino uno (Jadiaz, 2016)	12
Figura 7. Driver DRV8825. (Naylamp, 2020)	14
Figura 8. Tarjeta shield CNC, (Bricogeed, 2020)	15
Figura 9. Interfaz de usuario, (Sofpedia.2018)	17
Figura 10. Programa de diseño. (Elaboración propia)	18
Figura 11. Interfaz de aspire (Vectric, 2016)	19
Figura 12. Interfaz de aspire (Vectri, 2016).....	20
Figura 13. Interfaz de aspire (Vectri, 2016).....	21
Figura 14. Interfaz de aspire (Vectri, 2016).....	22
Figura 15. Interfaz de aspire (Vectri, 2016).....	23
Figura 16. Interfaz de aspire (Vectri, 2016).....	24
Figura 17. Interfaz de aspire (Vectri, 2016).....	25
Figura 18. Interfaz de aspire (Vectri, 2016).....	26
Figura 19. Diseño de las placas laterales en 3D en SKETCHUP	27
Figura 20. Diseño de las placas de soporte en 2D en SKETCHUP	27
Figura 21. Diseño de perfil para soporte de la mesa de trabajo en 3D en SKETCHUP ..	28
Figura 22. Diseño del eje X en 3D en SKETCHUP	28
Figura 23. Diseño del eje Y en 3D en SKETCHUP	29
Figura 24. Diseño del sistema eléctrico en Cade SIMU	29
Figura 25. Diseño del sistema eléctrico en Cade SIMU	30
Figura 26. Diseño del sistema electrónico en Cade SIMU	30
Figura 27. Diseño del sistema electrónico en Cade SIMU.....	31
Figura 28. Diseño del mecanizado en Aspire.....	31

Figura 29. Mecanizado en CNC.....	32
Figura 30. Caja de control.....	33
Figura 31. Instalación de rodamientos y transmisión.....	33
Figura 32. Placas de sujeción del eje X con el eje Y.....	34
Figura 33. Guía de rodamiento del eje Z.....	34
Figura 34. Estructura de la máquina CNC router.....	35
Figura 35. Máquina CNC terminada.....	35
Figura 36. Interfaz de UGS.....	36
Figura 37. Xloader para cargar el firmware Grbl.....	37
Figura 38. Conexión entre el Arduino Uno y el Controlador.....	37
Figura 39. Acceder a la programación de la máquina.....	38
Figura 40. Acceder a la programación de la máquina.....	39

INDICE DE ANEXOS

Anexo N°. 1: Sistema de control <u>l</u> numérico computarizado CNC.....	46
Anexo N°. 2: Ejes de acero al cromo con sus rodamientos.....	46
Anexo N°. 3: Mecanizado de las placas de soporte previamente.....	47
Anexo N°. 4: Diseño de las placas de soporte del eje Y.....	47
Anexo N°. 5: Instalación de todos los componentes de la máquina.....	47
Anexo N°. 6: Planos.....	48

RESUMEN

El objetivo de este proyecto es desarrollar una máquina CNC la cual permita realizar el control de su funcionamiento con dispositivos económicos y fáciles de conseguir que acoplados entre si permitan realizar la programación y conexión eléctrica como electrónica de la máquina de manera sencilla.

La implementación de este proyecto responde a una necesidad del INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO VIDA NUEVA y de la carrera de Electromecánica en contar con una maquina CNC la cual está controlada por una placa arduino Uno la misma que permitirá cargar el firmware GRBL permitiendo desarrollar la programación y realizar la conexión de la parte eléctrica y electrónica de manera muy fácil.

La máquina CNC incorpora varios elementos eléctricos y electrónicos como: Arduino uno, Driver DVR8825, Tarjeta shield CNC v3 que permite controlar hasta cuatro motores paso a paso nema 23 de 2.5A garantizando en correcto funcionamiento de cada uno de los grados de libertad los cuales están controlados por Universal Gcodesender software que permite el movimiento de cada uno de los motores.

A partir del diseño preliminar de la máquina, se procedió a seleccionar un sistema de control adecuado que cumpla con los requerimientos de la fresadora router CNC, donde se usaron las tarjetas Arduino, Shield CNC y el driver DRV8825. Para el estudio del diseño y automatización, se consultaron libros de diseño mecánico, manuales de selección, fichas técnicas de los fabricantes, además se empleó software libre GRBL y el programa Vectric Aspire.

Palabras Clave:

Máquina Fresadora CNC, Madera/Plástico, Arduino, Shield CNC, Driver, GRBL, Aspire, Máquina.

INTRODUCCIÓN

Control Numérico por Computadora CNC, es una técnica para controlar la serie de movimientos que harán las maquinas pudiendo ser estas de diferentes tipos, por ejemplo: tornos, fresadoras, taladros por mencionar algunos, en pocas palabras es una técnica de automatización de máquinas, pero toda esta tecnología representa un costo muy elevado, claro teniendo en cuenta que tipo de aplicación los quieren dar.

Es por este motivo que los desarrolladores de opensoure empiezan a desarrollar un software libre GRBL basado en la plataforma de Arduino que permite controlar maquinas CNC atreves de sus entradas y salidas digitales lo cual hace que controlar maquinas CNC no sea tan costoso ya que Arduino es una tarjeta muy comercial. Además, para evitar tanto enrollado de cables en la conexión eléctrica se empleará una tarjeta Shield CNC V3 la misma que está diseñada para poder acoplar directamente a Arduino permitiendo crear una tarjeta de control muy compacta y eficiente ya que permite realizar las conexiones de finales de carrera, paros de emergencia, clonar ejes de movimiento, cuatro motores paso a paso que son controlados por medio del driver DRV8825 los mismos que son alimentados por una fuente de poder de 12v. Arduino junto con GRBL, permite realizar la programación de la maquina a través de su controlador Universal Gcode Sender directamente configurando así los parámetros; pasos por milímetro, velocidad movimientos en alto, aceleración, resolución de los pasos, todo lo necesario para que las máquina funcione de manera correcta y que sus movimientos tengan alta precisión.

ANTECEDENTES

En los años 40 – 50, aparece en el mundo el control numérico aplicado a la tecnología de producción principalmente en los procesos relacionados con el metal mecánica. En 1955 se contempla por primera vez una muestra de chapa metálica que fue intervenida por una máquina punzadora a efecto de presentarla en la exhibición de Máquinas Herramientas de Chicago de dicho año. El control numérico computarizado o como se lo conoce: el CNC, se introduce formalmente en el campo del punzonado de metales en 1972, produciendo una verdadera revolución en los procesos de formado de metales que se traduciría en reducciones significativas de tiempo de producción, reducción en ciclos de 4 producción y el propio esfuerzo de la programación requerida que hasta entonces habría utilizado el control numérico (CN).

El concepto de Control Numérico Computarizado (CNC) se trata básicamente de una computadora que controla y monitorea una máquina capaz de realizar una multitud de trabajos mecánicos. Según Peters, (2018) “este concepto ha sido el fundamento de los sistemas robóticos más avanzados de la actualidad, el término control numérico por computador fue introducido en la década de 1950, en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), en donde se automatizó por primera vez una gran fresadora. ” (pag.2)

Las máquinas CNC existentes en la actualidad son mucho más rápidas y confiables, ofrecen características de automatización con especificaciones a requerimientos de cada empresa manufacturera e inclusive las funciones de la administración de las herramientas se han vuelto más complejas en su diseño, pero fáciles para la operación de las máquinas procesadoras.

Se trata de un plotter CNC desarrollado con hardware libre por tres

estudiantes de las Escuela de ingeniería que dibuja gráficos en 2D sobre una hoja. Puede utilizar un lápiz, esfero o marcador. Cada trazo o movimiento está configurado en la computadora o cualquier imagen que se cargue en el software recomendado Xloader. El objetivo es que el grafico se transforme en vectores o líneas. Otro programa Gcodesender, se encarga de la configuración de cada punto de la imagen con los motores. Y con el sistema Arduino, que es una placa electrónica de código abierto. Esta plataforma toma la información de todo lo que le rodea a través de sus pines de entrada controlando así los motores. (Gordon, 2014, pag3).

Actualmente en nuestro país la tecnología CNC, si bien ha comenzado a ser utilizada, sin embargo, persiste aún poco uso de ella. Diversas industrias comienzan ya a dotar a sus máquinas con sistemas operativos programables y de control numérico provocando un mejoramiento de sistemas productivos y control de procesos. Por ejemplo, el sector artístico ya utiliza herramientas como routers en procesos de corte, grabado y formado en diferentes tipos de materiales como chapas metálicas, plásticas o acrílicas, madera, vidrio, piedra, etc. lo que ha provocado paulatinamente un uso más intensivo de herramientas Cnc.

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo General

- Construir una máquina CNC mediante la aplicación de Arduino Uno y el driver DVR 8825 para el control de los tres ejes de movimiento.

1.2. Objetivos específicos

- Diseñar la estructura mecánica de la máquina CNC utilizando ejes de acero al cromo 100CrMn6 en el refuerzo de los ejes de movimiento.
- Realizar la programación del control de los tres grados de libertad de la máquina CNC por medio del firmware Grbl.
- Aplicar la tarjeta Arduino y el driver DVR 8825 para el control de la máquina CNC mediante la instalación del sistema eléctrico y electrónico.

2. DESARROLLO

2.1.- Marco Teórico – Conceptual

2.1.1.- Máquinas CNC. El control numérico o control decimal numérico (CNC) es un sistema de automatización de máquinas herramienta que son operadas mediante comandos programados en un medio de almacenamiento, en comparación con el mando manual mediante volantes o palancas.

Una fresadora CNC, es decir, una máquina controlada por ordenador que es capaz de moldear, grabar, tallar y fresar todo tipo de materiales de la forma y tamaño que deseemos. Se puede crear todas las piezas que necesites para tus proyectos con un solo clic de ratón. Al igual que puedes hacer tus propias placas PCB o tallar esculturas 3D.

Para mecanizar una pieza se usa un sistema de coordenadas que especificarán el movimiento de la herramienta de corte. El sistema se basa en el control de los movimientos de la herramienta de trabajo con relación a los ejes de coordenadas de la máquina, usando un programa informático ejecutado por un ordenador. (Nacho, 2013)

En el caso de un torno, hace falta controlar los movimientos de la herramienta en dos ejes de coordenadas: el eje de las X para los desplazamientos longitudinales del carro y el eje de las Z para los desplazamientos transversales de la torre. En el caso de las fresadoras se controlan también los desplazamientos verticales, que corresponden al eje Y.



Figura 1: Maquina CNC (Alibaba, 2014)

2.1.1.1.- Códigos de funcionamiento. Se trata de un lenguaje de programación vectorial mediante el que se describen acciones simples y entidades geométricas sencillas es decir segmentos de recta y arcos de circunferencia creados a partir de una imagen o dibujo por los cuales se traslada la herramienta de la máquina.

2.1.1.2.- Códigos Generales. Los movimientos que realiza las maquinas CNC los realiza mediante los siguientes códigos:

G00: Posicionamiento rápido (sin maquinando)

G01: Interpolación lineal (maquinando)

G02: Interpolación circular (horaria)

G03: Interpolación circular (anti- horaria)

G04: Compás de espera

G15: Programación en coordenadas polares

G20: Comienzo de uso de unidades imperiales (pulgadas)

G21: Comienzo de uso de unidades métricas

G28: Volver al home de la máquina

G40: Cancelar compensación de radio de curvatura de herramienta

G41: Compensación de radio de herramienta a la izquierda

G42: Compensación de radio de herramienta a la derecha G50:

Cambio de escala

G68: Rotación de coordenadas

G73: Ciclos encajonados

G74: Perforado con ciclo de giro anti-horario

para descargar virutas

Códigos Misceláneos

M00: Parada

M01: Parada opcional M02: Reset del programa

M03: Hacer girar el husillo en sentido horario M04: Hacer girar el husillo

en sentido anti-horario M05: Frenar el husillo

M06: Cambiar de herramienta M08: Abrir el paso del refrigerante

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 anti-horario y abrir el paso de refrigerante

M30: Finalizar programa y poner el puntero de ejecución en su inicio

M38: Abrir la guarda M39: Cerrar la guarda

M62: Activar salida auxiliar 1

M67: Esperar hasta que la entrada 2 esté en ON M71: Activar el espejo en Y.

M80: Desactivar el espejo en X M81: Desactivar el espejo en Y M98:

Llamada a subprograma

M99: Retorno de subprograma

(Burbano, Proyectos, 2014)

2.1.2. Sistema Eléctrico.

2.1.2. Control por lazo abierto. Por lo general los motores a pasos presentan la propiedad de convertir fácilmente sus pulsos de control, a pasos (rotativos) predeterminados muy precisos. Generalmente el giro completo de su eje se asocia a un número exacto de pulsos/pasos.

El uso de estos motores para el posicionado de ejes mediante sinfines, bandas o cremalleras que suponen una simplificación tanto en el sistema de control, como en el método empleado para el cálculo de las distancias, pues al sistema ahora es un lazo abierto que puede representarse como muestra la Figura 1. (Github, 2017)

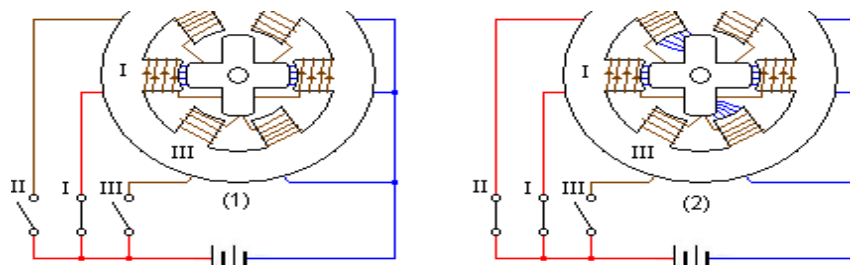


Figura 2: Diagrama de control para un Motor a pasos de lazo abierto. (Arduino en español.) (2016)

2.1.2.1 Motores a pasos. Los motores a pasos se pueden ver como motores eléctricos sin escobillas. Es típico que todos los bobinados del motor sean parte del estator, y el rotor puede ser un imán permanente este tipo de motores manejan un alto torque que es algo muy útil para mover los ejes a los cuales estén conectados los permitiendo así que nunca pierdan su posición

La conmutación se debe manejar de manera externa con un controlador electrónico y, típicamente, los motores y sus controladores se diseñan de

manera que el motor se pueda mantener en una posición fija y también para que se lo pueda hacer girar en un sentido y en el otro. (github, 2017).



Figura 3: Motor paso a paso (Alibaba, 2018)

2.1.2.2 Grados por paso. Generalmente, este es el factor más importante al elegir un motor paso a paso para un uso determinado ya sea para maquinas las cuales requieran un esfuerzo mecánico o a su vez solo necesitarán desplazamiento. Este factor define la cantidad de grados que rotará el eje para cada paso completo.

Una operación de medio-paso o semi-paso (half step) del motor duplicará la cantidad de pasos por revolución al reducir la cantidad de grados por paso. Cuando el valor de grados por paso no está indicado en el motor, es posible contar a mano la cantidad de pasos por vuelta, haciendo girar el motor y sintiendo por el tacto cada "diente" magnético. Los grados por paso se calculan dividiendo 360 (una vuelta completa) por la cantidad de pasos que se contaron. Las cantidades más comunes de grados por paso son: $0,72^\circ$, $1,8^\circ$, $3,6^\circ$, $7,5^\circ$, 15° y hasta 90° . A este valor de grados por paso usualmente se le llama la resolución del motor. (Eduardo, 2019).

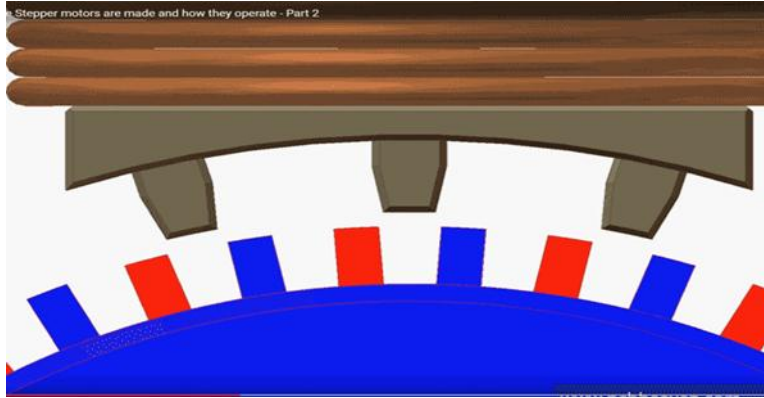


Figura 4: Grados por pasos (Alibaba, 2017)

2.1.2.3 Fuente de 36V de corriente continua. Una fuente de corriente continua tiene como función alimentar los drivers que controlan a los motores y también la controladora que requiere de una fuente de alimentación potente para poder mover los motores de la máquina. Se ha optado por una fuente de alimentación de 24V y 14.6A, lo que nos da una potencia de unos 350W. Destacar que esta fuente de alimentación puede variar su voltaje desde los 20V hasta los 30V simplemente moviendo una resistencia variable.

¿Por qué usar un rango de voltaje tan alto cuando la tensión nominal de los motores es de sólo 36V? La explicación de esto viene porque las controladoras siempre usan un sistema de control de la intensidad que circula por las bobinas de los motores. Esto tiene múltiples ventajas, como la posibilidad de aumentar la velocidad de giro o la reducción del calor generado en los motores. En el siguiente enlace se explica en detalle el funcionamiento de este sistema de control: (Dasammar, 2011)



Figura 5: Fuente de voltaje. (Dasammar, 2011).

2.1.3 Sistema de movimiento

2.1.3.1 Sistemas de movimiento en dirección “x”. El movimiento en dirección X, implica el uso de un sistema de desplazamiento en conjunto con un sistema de movimiento que permiten realizar la tarea de trasladar la barra que contiene el Router. El primer sistema funciona a través de unas guías sobre las cuales descansan y se desplazan los bujes que contiene la barra.

El segundo sistema funciona con dos piezas: el usillo y la tuerca, el primero está directamente sujetado a un motor a pasos por medio de un acoplador flexible que elimina cualquier variación que tenga el usillo con respecto al eje del motor y este funciona sujeta a la barra, así mismo esta barra contiene una tuerca con cuerda acmé que realizara la tarea de desplazamiento mediante el rodamiento del usillo (Nacho, 2013)

2.1.3.2 Sistema de movimiento en dirección “Y”. El movimiento del Router en dirección “Y” proporcionan un desplazamiento a lo largo de los ejes horizontales. Para poder realizar la tarea de deslizamiento, los sistemas que se seleccionaron fueron las mismas que en el eje “X”.

En este sistema de deslizamiento las guías por las que se desliza la barra están fijadas a dos perfiles de aluminio de la mesa de corte, estas barras cumplirán la tarea de unir a los 2 sistemas de deslizamiento. El sistema de guías deslizables también tiene la función de ayudar a sostener el carro que contiene a los sistemas de movimiento en “X” y en “Z” (Nacho, 2013).

2.1.3.3 Sistema de movimiento en dirección “Z”. El sistema de movimiento en dirección “Z” se encuentra ensamblado directamente al Router manual, este le proporciona un desplazamiento vertical y es el responsable de llevar a cabo la profundidad de corte en la pieza de trabajo, sin embargo, este sistema no cambia demasiado a comparación de los sistemas anteriores, ya que el principio de funcionamiento es prácticamente el mismo.

Según (Burbano, Proyectos, 2014) Dice que “el sistema de movimiento en “Z” se une con el sistema de movimiento en “X” por medio de la placa de aluminio conocida como placas de soporte, la cual como ya se mencionó anteriormente une a todos los componentes del sistema de dicha dirección. Estas placas se encuentran atornilladas con tornillos de tipo hallen en los extremos inferior y superior.

2.1.4 Sistema electrónico.

2.1.4.1 Arduino Uno. Arduino Uno es una placa electrónica basada en el micro controlador ATmega328. Que permite ser aplicada en varios proyectos de carácter educativo.

Cuenta con 14 entradas/salidas digitales, de las cuales 6 se pueden utilizar como salidas PWM (Modulación por ancho de pulsos) y otras 6 son entradas analógicas. Además, incluye un resonador cerámico de 16 MHz, un conector USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP y un botón de reseteo. La placa incluye todo lo necesario para que el micro controlador haga su trabajo, basta conectarla a un ordenador con un cable USB o a la corriente eléctrica a través de un transformador. (Jadiaz, 2016)

2.1.4.2 Características técnicas de Arduino Uno r3. Es muy importante conocer las características de Arduino Uno para no cometer errores en su conexión.

Micro controlador: ATmega328

Voltaje: 5V

Voltaje entrada (recomendado): 7-12V

Voltaje entrada (limites): 6-20V

Digital I/O Pin: 14 (de los cuales 6 son salida PWM)

Entradas Analógicas: 6

DC Current per I/O Pin: 40 mA

DC Current para 3.3V Pin: 50 mA

Flash Memoria: 32 KB (ATmega328) de los cuales 0.5 KB son utilizados para el arranque.

SRAM: 2 KB (ATmega328)

EEPROM: 1 KB (ATmega328)

Clock Speed: 16 MHz (Jadiaz, 2016)



Figura 6: Arduino uno (Jadiaz, 2016).

2.1.4.3 Driver *drv8825*. Esta placa utiliza el driver DRV8825 de Texas Instrument para motores paso a paso bipolares y es ampliamente utilizada con las distintas placas de control de impresoras 3D y Máquinas CNC.

Este módulo es pin-compatible con el driver A4988, lo que significa que puede usarse como reemplazo directo de mejor rendimiento. Esto lo hace ideal para su uso con el Shield RAMPS 1.4 y el Shield CNC.

Este driver tiene limitación de corriente ajustable, protección contra sobre corriente y seis resoluciones diferentes de microstepping (máx. 1/32). Funciona con voltajes entre 8.2 y 45V y puede entregar hasta 1.5A por fase sin necesidad de disipador, para mayor consumo de corriente de hasta 2,2A se recomienda usar un disipador y ventilación por aire forzado. (Jadiaz, 2016)

2.1.4.4 Características del controlador:

- Voltaje Lógico: 3.3V - 5V DC
- Voltaje potencial: 8.2V - 45V DC
- Corriente: 1.5A por bobina máx.2.2A
- Interface de control de STEP y DIRECTION
- Resolución: full step, half step, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32
- El potenciómetro te permite limitar la corriente máxima, para poder usar voltajes más altos y lograr mejor resolución.
- Regulador incluido
- Funciona con sistemas de 3.3 y 5V
- Protección de sobre temperatura, sobre corriente y voltaje bajo
- Protección de corto a tierra, y corto de carga
- PCB de 4 capas
- Pin-compatibile con el driver A4988

2.1.4.5 Aplicaciones:

- Impresoras 3D
- Escáner
- Robótica
- Automatización Industrial
- Maquinaria de Precisión
- Video seguridad
- Cajeros automáticos

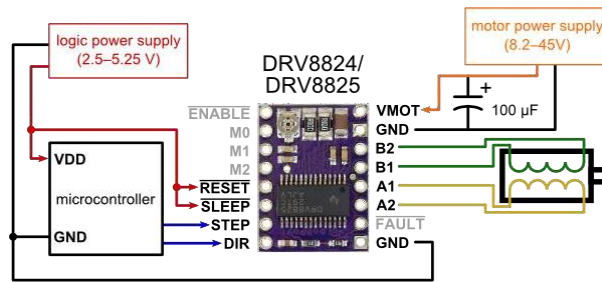


Figura 7: Driver DRV8825. (Naylamp, 2020)

2.1.4.5 Tarjeta shield CNC. La Arduino CNC Shield es una pequeña placa que permite controlar hasta 4 motores paso a paso fácilmente con un Arduino gracias a su formato shield. Soporta 4 controladores de potencia Pololu A4988 o Pololu DRV8825 (no incluidos).

Los módulos se los pueden insertar en la bandeja de cada eje donde dispones también los pines donde se puede seleccionar que los motores a pasos giren con la resolución más adecuada para su uso y dispone de todas las conexiones necesarias para conectar interruptores de final de carrera, salidas de relé y diversos sensores. Es totalmente compatible con el firmware de control GRBL y puede ser utilizada con cualquier modelo de Arduino, aunque se recomienda utilizar un modelo del tipo Arduino UNO o Arduino Leonardo.

Con esta placa se puede disponer de un sistema completo para montar tu propia máquina CNC, cortadora láser o cualquier otro sistema que necesite un control preciso con motores paso a paso ya que está diseñada para acoplarse directamente con Arduino lo cual facilita el conexionado y evita tantos cables en la caja de control, de esta manera mejorando la estética dando una buena impresión de calidad. (Burbano, Proyectos, 2014)

Acepta el código g que cumple con los estándares y ha sido probado con la salida de varias herramientas CAM sin problemas. Los arcos, los círculos y el movimiento helicoidal son totalmente compatibles, así como todos los demás comandos de código g primarios. Las funciones de macro, las variables y la mayoría de los ciclos fijos no son compatibles, pero creemos que las GUI pueden hacer un trabajo mucho mejor al traducirlas en código g directo de todos modos.

Grbl incluye gestión de aceleración completa con visión de futuro. Eso significa que el controlador mirará hasta 18 movimientos hacia el futuro y planificará sus velocidades con anticipación para ofrecer una aceleración suave y curva sin sacudidas. (Github, 2017)

2.1.5.2 Lenguaje G-Code. La forma más o menos estándar de comunicarse con una maquina CNC es usando el lenguaje G Code.

Es un sistema de texto o vectores y trazos los cuales mismo que sincronizados con los movimientos de la máquina permiten plasmar lo creado por la computadora.

Las máquinas robotizadas se denominan CNC, y viene de Computador de Control Numérico. Es la forma común para no decir máquina robotizada con motores. El lenguaje universal de las máquinas CNC se llama G-Code. Es un fichero de texto con todos los movimientos de la máquina. (github, 2017)

2.1.6 Programas de control

2.1.6.1 Universal Gcodesender. Universal Gcode Sender es un software optimizado basado en Java que le permite controlar controladores CNC como GRBL con la ayuda de su computadora.

Teniendo en cuenta que Java está instalado en el sistema de su computadora, la aplicación se puede iniciar rápidamente simplemente haciendo doble clic en su icono específico. La principal ventaja de usar Java es el hecho de que Universal Gcode Sender puede ejecutarse en otras plataformas de escritorio importante como OS X, Linux e incluso Raspberry Pi. (Nacho, 2013)

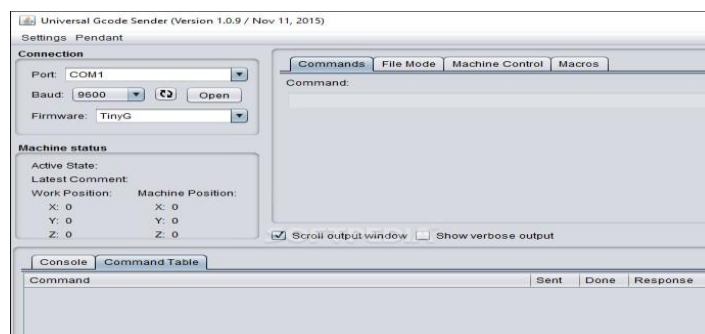


Figura 9: Interfaz de usuario, (Sofpedia.2018).

2.1.6.2 Sketchup. SketchUp es un software de modelado 3D que permite modelar en 3D de edificios, paisajes, escenarios, mobiliario, personas y cualquier objeto o artículo que imagine el diseñador o dibujante.

Diseñado con el objetivo de que pudiera usarse de una manera intuitiva y flexible. SketchUp es un programa informático de diseño y modelaje en 3D para entornos arquitectónicos, ingeniería civil, diseño industrial, GIS, videojuegos o películas. Es un programa desarrollado y publicado por Google. Google SketchUp tiene diversas plantillas para trabajar,

dependiendo de las unidades de medida y del destino del modelo a crear
(vicente, 2017)



Figura 10: Programa de diseño. (Elaboración propia).

2.1.6.3 Vectri aspire. Es un programa hecho y diseñado para crear y cortar piezas en un enrutador CNC. Hay herramientas para el diseño 2D y el cálculo de trayectorias de herramientas 2D, tales como perfilado, embolsado y perforación, así como trayectorias de herramientas 2.5D que incluyen; Tallado en V, tallado en prisma, trayectorias de moldeo, acanalado e incluso una estrategia de textura decorativa.

Lo que hace de Aspire nuestro paquete Premium son las herramientas de diseño 3D adicionales que le permiten crear sus propios modelos de relieve en 3D y mecanizarlos con estrategias de mecanizado en 3D. Las exclusivas herramientas de modelado 3D de Aspire junto con el completo conjunto de herramientas de diseño y edición en 2D facilitan la creación de sus propias partes en 2D y 3D desde cero, así como la capacidad de importar y editar datos externos en 2D y 3D.



Figura 11: Interfaz de aspire (Vectric, 2016)

Según la propia página del fabricante indica que todas las herramientas de diseño se los pueden usar de manera muy fácil ya que es un software muy amigable con el usuario.

- **Configuración de trabajo y material.** En el cuadro de diálogo Configuración del trabajo, puede elegir si desea crear un trabajo de una cara, de doble cara o rotativo. Se puede cambiar eso, retrospectivamente.

Defina cómo desea voltear el material para proyectos de doble cara desde el cuadro de diálogo Configuración del trabajo. Esto influye en el posicionamiento de los vectores y modelos para que la geometría en cada lado se cree en las posiciones apropiadas en relación con el lado opuesto.

Como se muestra en la figura 11. (Vectric aspire. 2016. p 3).



Figura 12: Interfaz de aspire (Vectri, 2016)

- **Vista de varios lados.** En la vista de lados o tipo de vistas se permite observar el material a ser trabajas acorde el usuario requiera.

Según Vectric Aspire en el año 2016 menciona que se, puede ver la geometría del lado opuesto utilizando el método abreviado de teclado '=' o mediante el menú 'Ver'.

En la vista 2D, verá los vectores del lado opuesto como si los estuviera mirando a través del bloque de material.

En la vista 3D, verá todo el modelo combinado como si fuera simulado.

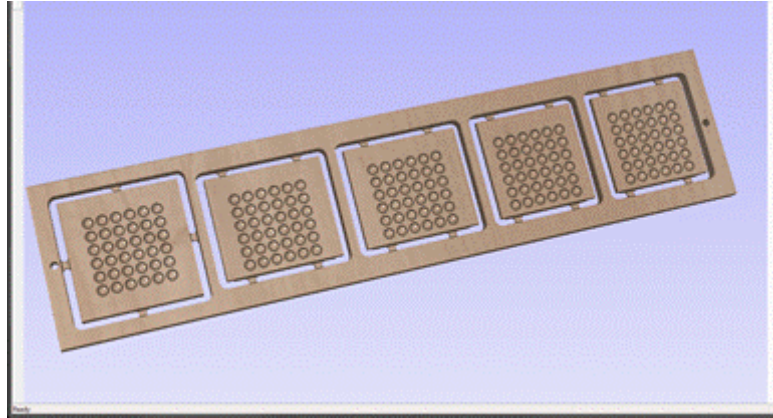


Figura 13: Interfaz de aspire (Vectri, 2016)

- **Importar modelo STL** Al importar un modelo STL (con la opción 'Importar ambos lados' habilitada) en un proyecto de doble cara, cada lado del modelo irá a un lado.

Puede importar el modelo completo en cada lado deslizando el plano de corte hasta el fondo. Esto es útil al importar modelos que contienen superficies no convexas, como una placa.

- **Envoltura de vectores.** La herramienta de desenvoltura de vectores convierte un vector en otro vector adecuado para usar con la herramienta de barrido de dos rieles para crear modelos rotativos a partir de una sección transversal deseada.

Esto es útil cuando, en lugar de modelar un perfil a lo largo del eje de rotación, es más intuitivo especificar una sección transversal deseada. La herramienta transforma un vector, que representa una sección transversal, en un vector de perfil que puede utilizarse posteriormente con la herramienta de barrido de dos rieles. (Vectric aspire .2016.p 6).

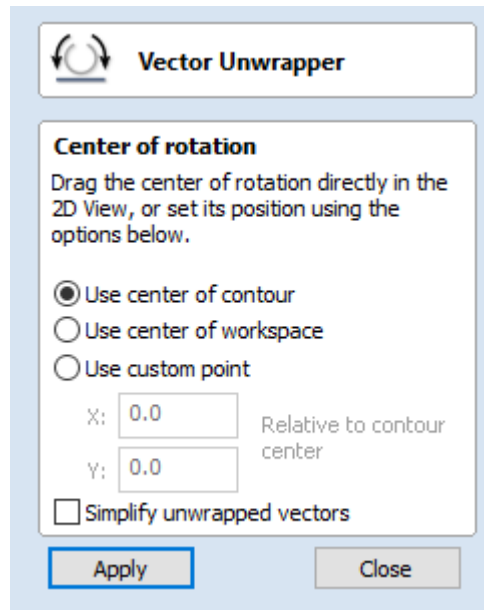


Figura 14: Interfaz de aspire (Vectri, 2016)

- **Creación de formas vectoriales.** El software tiene un conjunto integral de herramientas de dibujo que le permiten crear fácilmente vectores desde cero o agregarlos a datos importados.

Estas incluyen opciones para crear formas estándar (círculo, elipse, rectángulo, polígono y estrella) junto con herramientas de dibujo de líneas, curvas y arcos. También hay una poderosa herramienta para crear texturas vectoriales para paneles y fondos. Estas herramientas se pueden controlar mediante la entrada escrita para crear objetos de tamaño exacto o se pueden usar dinámicamente con el mouse para dibujar su obra de arte. Las herramientas también aprovechan el 'ajuste' para permitirle usar puntos en objetos existentes para 'ajustar' cuando dibuja vectores.

.(Vectric aspire .2016.p7).

- **Edición y recorte de imágenes.** Con la capacidad de importar mapas de bits en el software, puede editar aún más las imágenes importadas utilizando la herramienta 'Editar imagen', esto le permite ajustar las propiedades visuales de un mapa de bits seleccionado,

lo que le permite ajustar el contraste, el brillo y la gamma de cualquier seleccionada imagen.

También se pueden agregar bordes de diferentes tamaños y radios a los mapas de bits con fines estéticos. Los mapas de bits también se pueden hacer en blanco y negro. El software también tiene la capacidad de recortar imágenes a cualquier vector dado, lo que le permite eliminar partes de la imagen que no le interesan como se muestra en la imagen número 18. (Vectric aspire .2016. p9).



Figura 15: Interfaz de aspire (Vectri, 2016)

- **Rastreo de imagen (Vectorización).** El seguimiento de imágenes, también conocido como Vectorización, le permite tomar una imagen importada, como un dibujo escaneado, un diseño gráfico o una foto, y convertir los colores en contornos vectoriales.

Estos contornos se pueden usar como parte de su diseño para crear trayectorias de herramientas o generar formas 3D utilizando las herramientas de modelado. El software importará muchos formatos de archivo, incluidos jpeg, bitmap, gif, png, tif, y también extraerá imágenes de un archivo PDF. Como se muestra en la figura 19. (Vectric aspire. 2016. p 9).



Figura 16: Interfaz de aspire (Vectri,2016)

- **Herramientas de texto avanzadas.** Las herramientas 'Texto avanzado' le permiten acceder a fuentes de tipo verdadero o de tipo abierto en su PC para crear esquemas de texto para su diseño. Además, el software viene con una selección de fuentes especializadas de grabado de un solo trazo / barra para un mecanizado eficiente al hacer cosas como insignias o letreros pequeños. Al crear texto, puede ver comentarios en vivo del texto que crea y edita. El texto se puede controlar utilizando las opciones automáticas de tamaño y diseño.

También hay herramientas de edición para ajustar el texto a una curva y el arco y el espacio del texto interactivo (kerning) donde el texto mantiene el formato, lo que le permite realizar ediciones fácilmente una vez que se ha creado el texto. Este texto se puede arrastrar dinámicamente a lo largo de una curva para que pueda perfeccionar la ubicación de su texto. Como se muestra en la figura. (Vectric aspire. 2016.p 11).

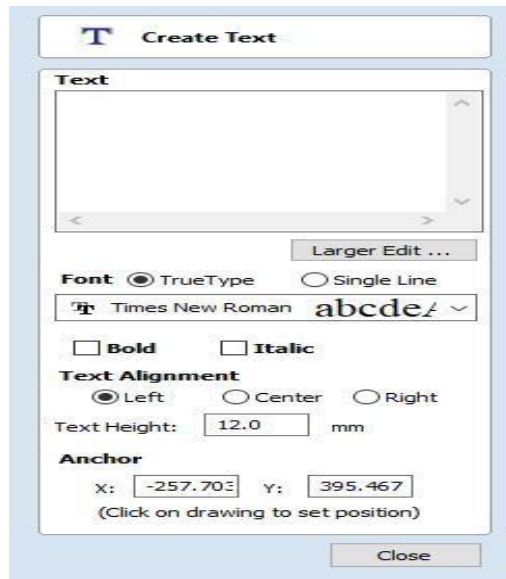


Figura 17: Interfaz de aspire (Vectri, 2016)

- **Importar datos 2D (DXF, DWG, EPS, AI, SKP, SVG, etc.).** Los datos pueden importarse desde una amplia gama de otros programas de diseño utilizando una variedad de formatos de archivo estándar de la industria. Estos incluyen DXF, EPS, AI, SVG y SKP (SketchUp), así como archivos PDF. Una vez importado, el programa tiene una amplia gama de herramientas para que trabajar con estos datos sea lo más eficiente posible.

Un conjunto muy importante de herramientas son las que se utilizan para identificar vectores duplicados e identificar y volver a unir vectores abiertos. Estas herramientas pueden ahorrar una gran cantidad de tiempo cuando se trabaja con datos de baja calidad para prepararlos para la máquina.

Además de importar vectores desde otros programas, el software también ofrece la posibilidad de exportar sus datos en formatos de archivo DXF, EPS o AI. Esta característica es muy importante si necesita compartir datos con un cliente para que puedan usarlo para planificar un diseño o instalación. Como se muestra en la figura 20. (Vectric aspire .2016.p 12).

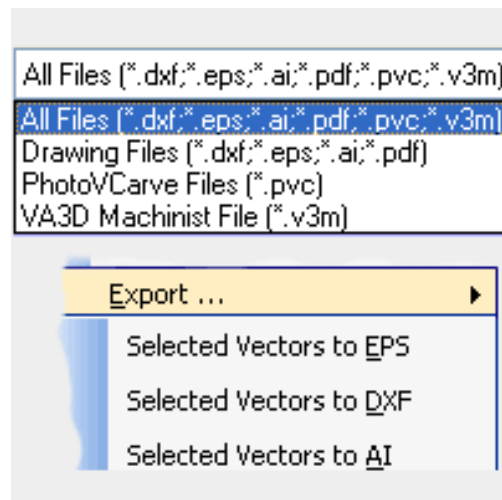


Figura 18: Interfaz de aspire (Vectri, 2016)

2.2 Procedimiento – Metodología

2.2.1 Diseño

Diseño de la estructura de la máquina CNC. Para el diseño de las partes que conforman la estructura de la maquina se utilizó el programa de dibujo SKETCHUP, se dimensionó las placas laterales donde van sujetados los rodamientos y los ejes de acero por donde se deslizar los carros de cada eje.

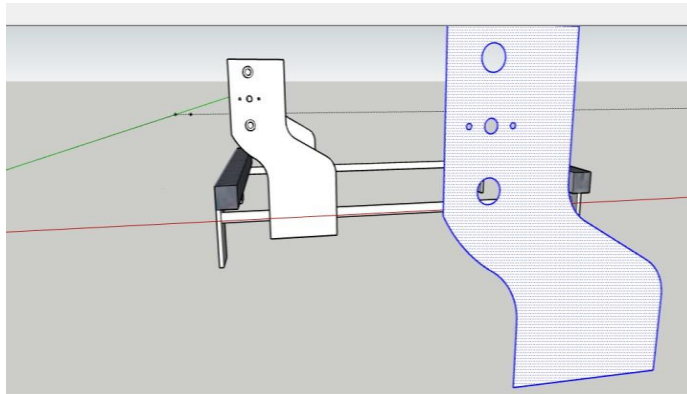


Figura 19: Diseño de las placas laterales en 3D en SKETCHUP

Fuente. Elaboración propia (2020).

1. Diseño de placas de aluminio de 6mm con perforaciones de 120mm por 120mm que sirven de soporte para los ejes Y, así mismo placas que sirven de anclajes de rodamientos en el eje X y placa de soporte de motor en el eje Z

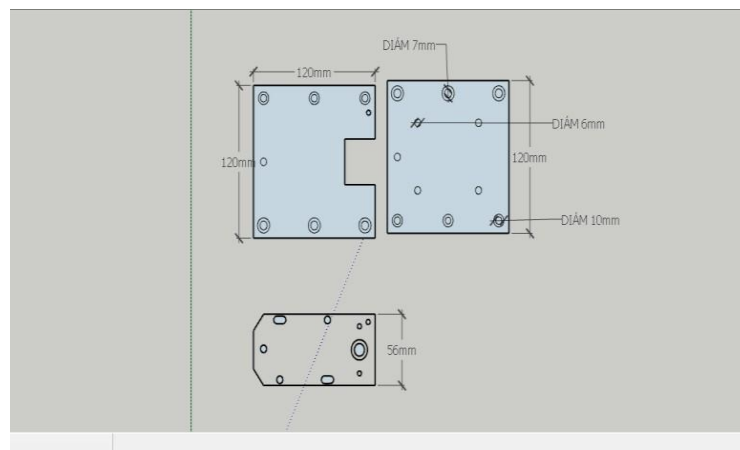


Figura 20: Diseño de las placas de soporte en 2D en SKETCHUP

Fuente. Elaboración propia (2020).

2. Diseño de soportes para la mesa de trabajo que consta de un perfil estructural de la serie 40 con una longitud de 67mm el mismo que tiene ranuras por las se instala unos pasadores que sirven para sujetar la mesa.

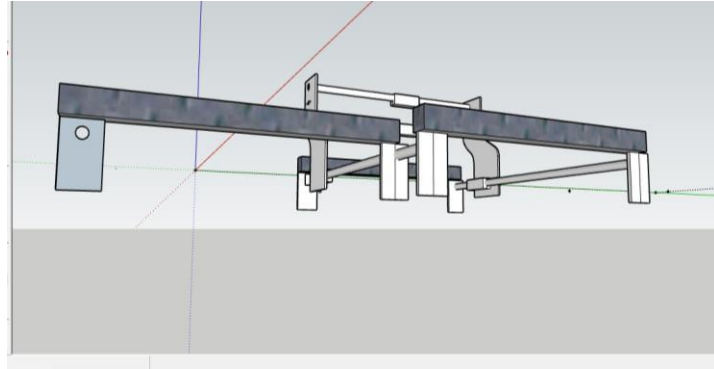


Figura 21: Diseño de perfil para soporte de la mesa de trabajo en 3D en SKETCHUP
Fuente. Elaboración propia (2020).

3. Diseño del eje X que consta de ejes de acero de 18 mm de diámetro y una longitud de 580mm para mayor resistencia, rodamientos en bloque de 90mm.

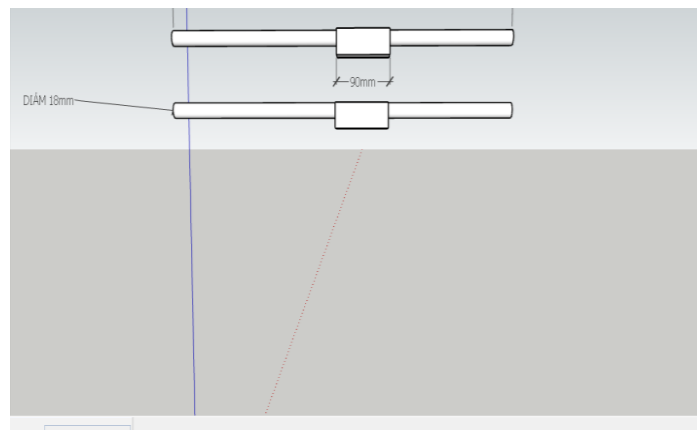


Figura 22: Diseño del eje X en 3D en SKETCHUP
Fuente. Elaboración propia (2020).

4. Diseño del eje Y con dos ejes de acero al cromo de 18mm de diámetro y una longitud de 750mm anclados a las placas laterales de aluminio de 6mm para formar el cuatro de la máquina

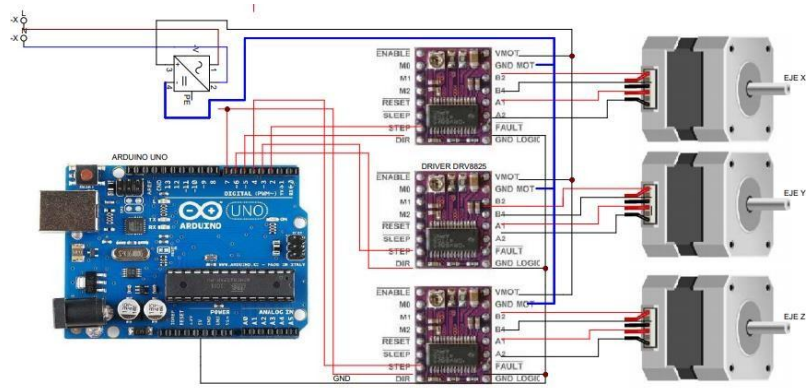


Figura 25: Diseño del sistema eléctrico en Cade SIMU
Fuente. Elaboración propia (2020).

Diseño del diagrama electrónico.

1. Identificar los puntos de conexión de sus periféricos de salida con sus respectivos nombres en el Arduino Uno para realizar la conexión entre la Shield CNC y los drivers.

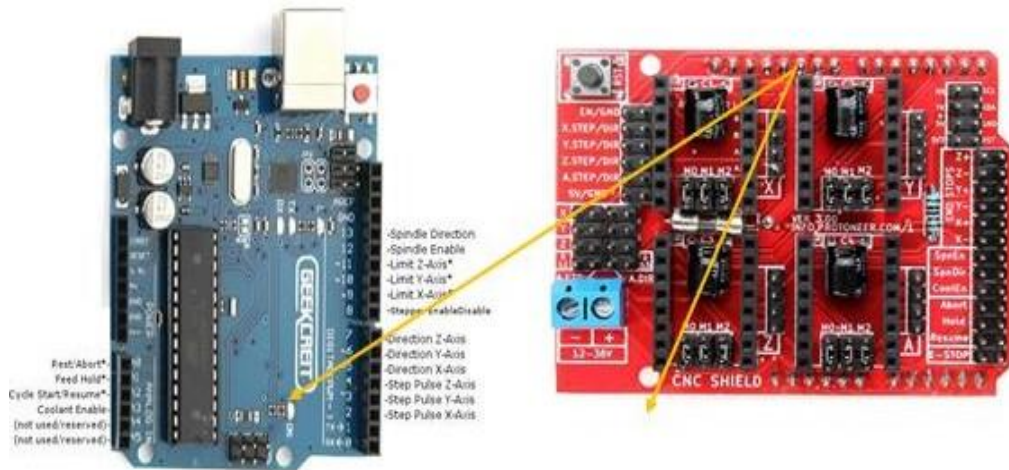


Figura 26: Diseño del sistema electrónico en Cade SIMU
Fuente. Elaboración propia (2020).

2. Realizar las conexiones entre Arduino Uno y la tarjeta shield CNC de los drivers, resolución de pasos de los motores, finales de carrera, paro de emergencia, clonar el eje Y, conexión de las bobinas de los motores como se muestra en la figura.

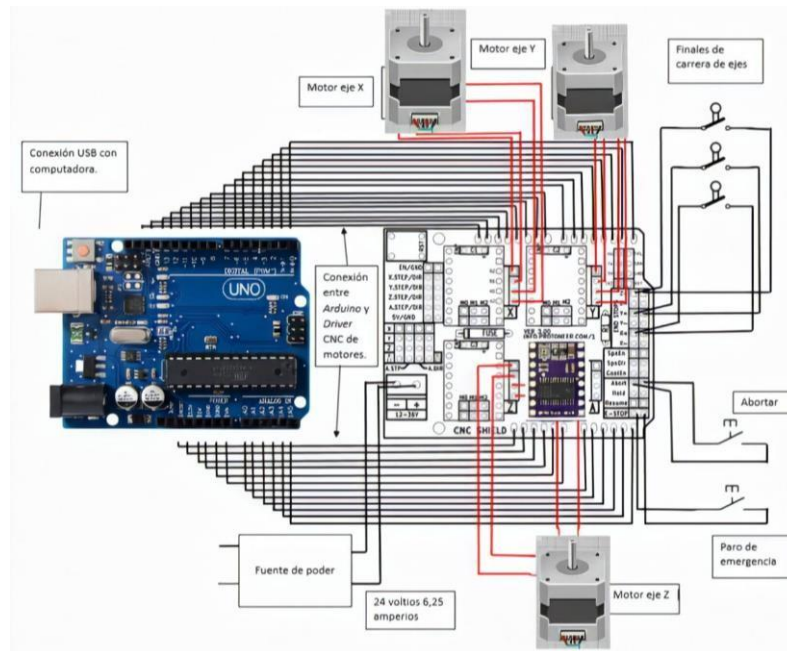


Figura 27. Diseño del sistema electrónico en Cade SIMU
Fuente. Elaboración propia (2020).

2.2.2 Construcción.

Construcción de placas que conforman la estructura de la maquina CNC

1. La fabricación de las placas de los ejes X, Y, Z del software CAD de diseño al software CAM para mecanizado, como se muestra en la figura:28

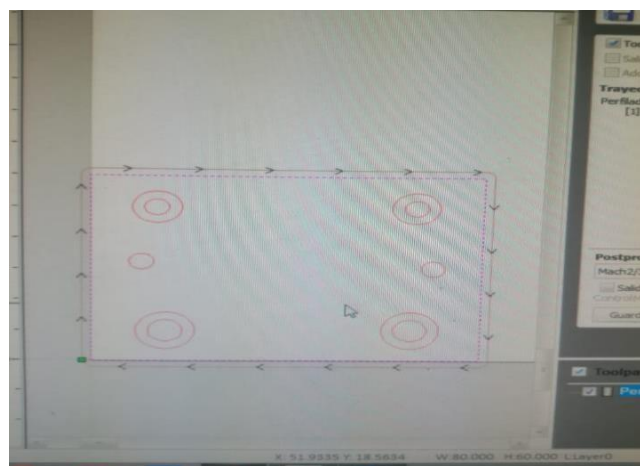


Figura 28: Diseño del mecanizado en Aspire
Fuente. Elaboración propia (2020).

2. Para la construcción de las placas de la estructura, se emplea una máquina CNC para corte y perforación y que garantiza la precisión requerida para la fabricación de placas laterales de eje Y, también la placa porta rodamientos del eje Z, todas estas placas están construidas en aluminio que favorecen en la calidad y durabilidad de la máquina.



Figura 29: Mecanizado en CNC
Fuente. Elaboración propia (2020).

Instalar el sistema eléctrico.

1. Para la construcción del sistema eléctrico se debe seleccionar todos los elementos y componentes que conforman la caja de control. Tarjeta Shield, fuente de poder de 12V, la herramienta de trabajo que en este caso es una tupa de 500w y cable apantallado para la conexión de los motores con los drivers.

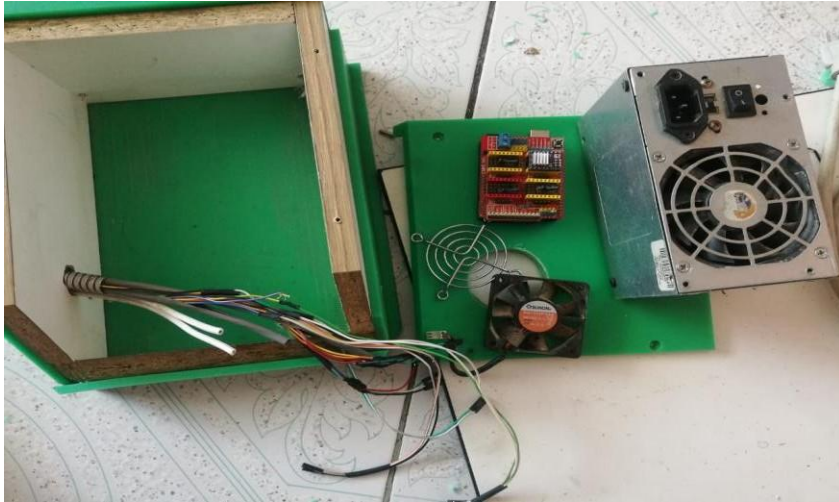


Figura 30: Caja de control
Fuente. Elaboración propia (2020).

2.2.3 Implementación.

Implementar los componentes que conforman la estructura de la máquina

1. Instalar los sistemas de rodamientos y transmisión en cada uno de las placas que conforman los ejes X,Y,Z. cómo se muestra en la figura 31

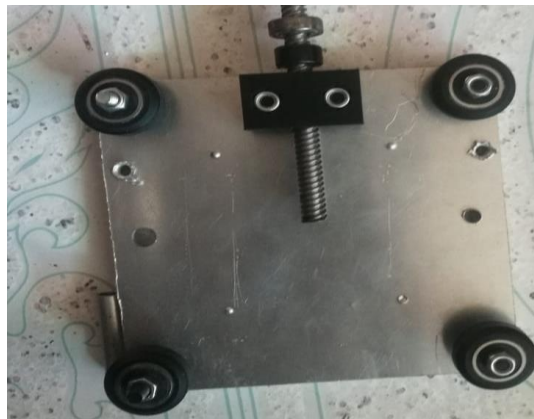


Figura 31: Instalación de rodamientos y transmisión.
Fuente. Elaboración propia (2020).

2. Construcción de las placas de sujeción en eje Y con el eje X para formar la estructura de la máquina.

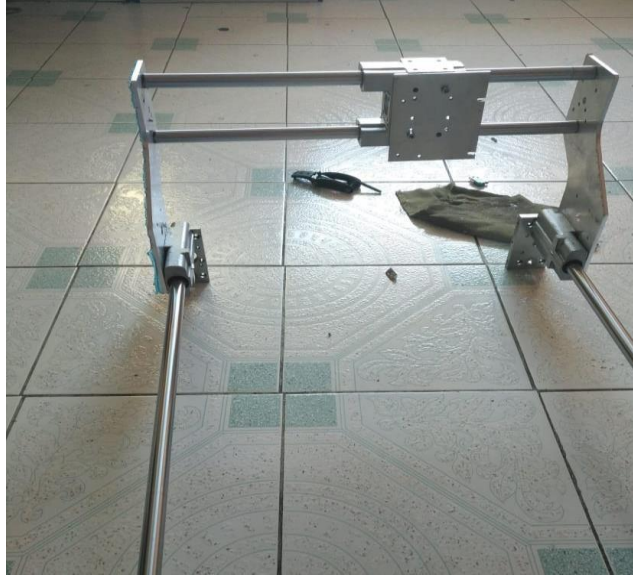


Figura 32: Placas de sujeción del eje X con el eje Y
Fuente. Elaboración propia (2020)

3. Sujeción del eje Z con la estructura de ejes X para garantizar la rigidez necesaria que debe tener para que soporte las inercias al momento de ejecutar un trabajo.



Figura 33: Guía de rodamiento del eje Z.
Fuente. Elaboración propia (2020).

4. Instalación de todos los componentes de forman la estructura. Placas de sujeción, perfiles, sistemas de rodamientos, sistemas de transmisión, mesa de trabajo etc. Como se muestra en la figura 34.

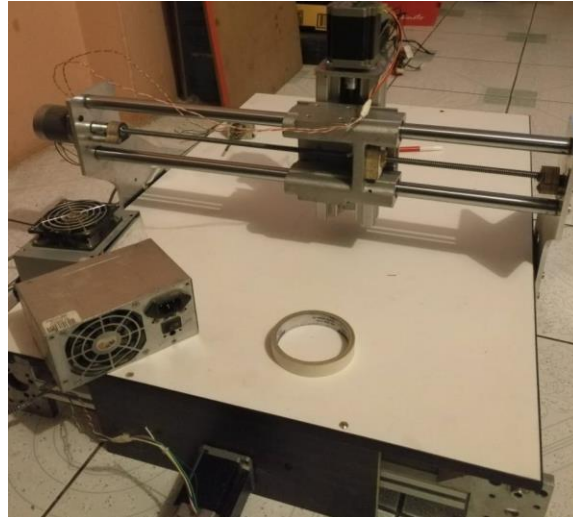


Figura 34: Estructura de la máquina CNC router.
Fuente. Elaboración propia (2020).

5. Implementación de todo el sistema eléctrico caja de control, motores, finales de carrera, cadenas portables, y todo el cableado eléctrico que van en cada uno de los ejes que controlan el movimiento en sentido positivo y negativo del espacio asignado en el software.



Figura 35: Máquina CNC terminada.
Fuente. Elaboración propia (2020).

3. PROGRAMACIÓN

3.1 Programa de control

UGS plataforma.- Una herramienta basada en java que permite a los usuarios enviar códigos G a maquinas compactibles con el CNC (Control Numérico Computarizado) es Universal Gcode Sender.

Esta aplicación se puede usar con solo dar un clic en el mouse y puede servir a todos los usuarios de todos los sistemas operativos por igual. El propósito de esta aplicación es facilitar a los principiantes en el manejo de este tipo de máquinas.

La interfaz ha sido diseñada para proporcionar detalles sobre el estado de la máquina y la conexión disponible, además la tabla de funciones cubre la mayor parte de la interfaz de la aplicación. Como se muestra en la figura 36.

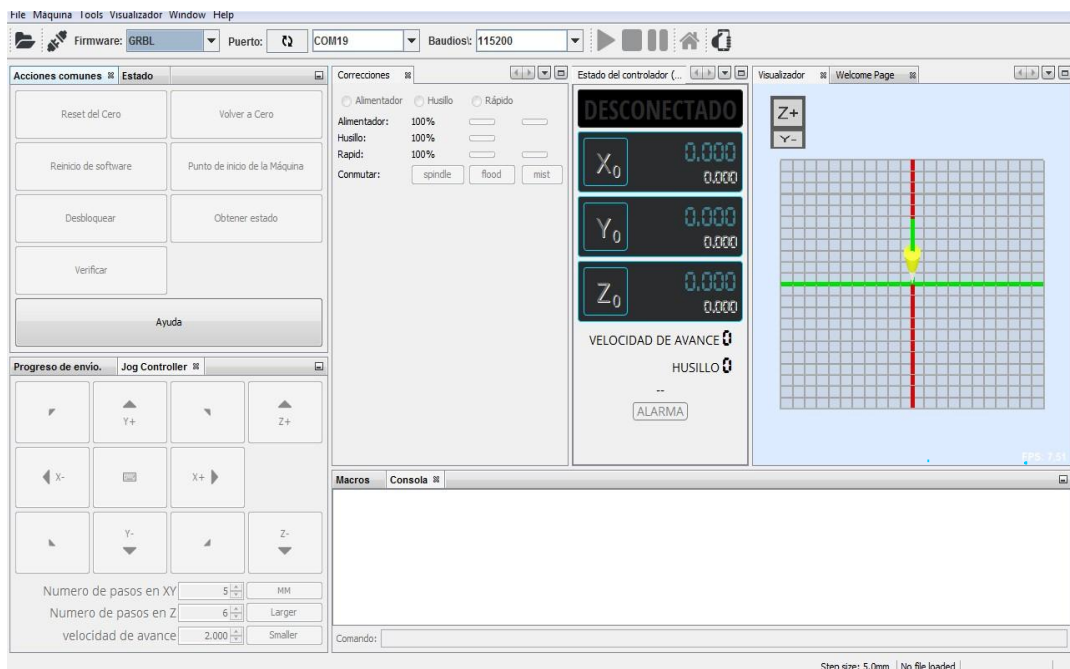


Figura 36: Interfaz de UGS
Fuente. Elaboración propia (2020).

Cargar el firmware GRBL en el Arduino Uno. Una vez que ya se haya descargado el firmware Grbl versión 1.1, debe ir a la aplicación Xloader y seleccionar el firmware de

Grbl, el tipo de Arduino al que se desea subir, el puerto de comunicación entre el Arduino y la computadora, y los baudios y por último cargarlo. Como se muestra en la figura 37.



Figura 37: Xloader para cargar el firmware Grbl.
Fuente. Elaboración propia (2020).

Conexión entre el Arduino y el software de control (UGS). Abrir el programa de control (UGS) y en la interfaz existen opciones para seleccionar el firmware que se va a utilizar, el puerto de comunicación, los baudios y después de haber seleccionado todos estos parámetros se puede hacer conexión entre el Arduino Uno y el controlador.

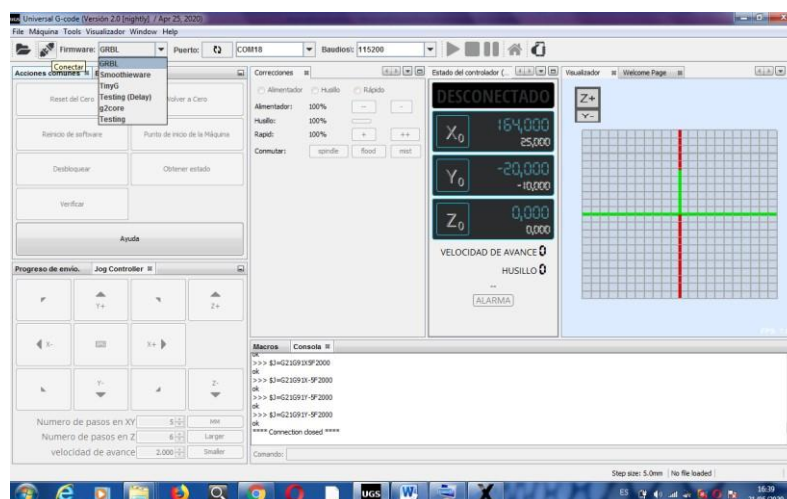


Figura 38: Conexión entre el Arduino Uno y el Controlador.
Fuente. Elaboración propia (2020).

Acceder a la programación de la máquina. Para acceder a los parámetros programables de la maquina se puede hacer de dos formas, dándole dos veces el signo \$ (\$\$) en la consola de comandos o a su vez ir a la ventana máquina y seleccionar configuración del Firmware.

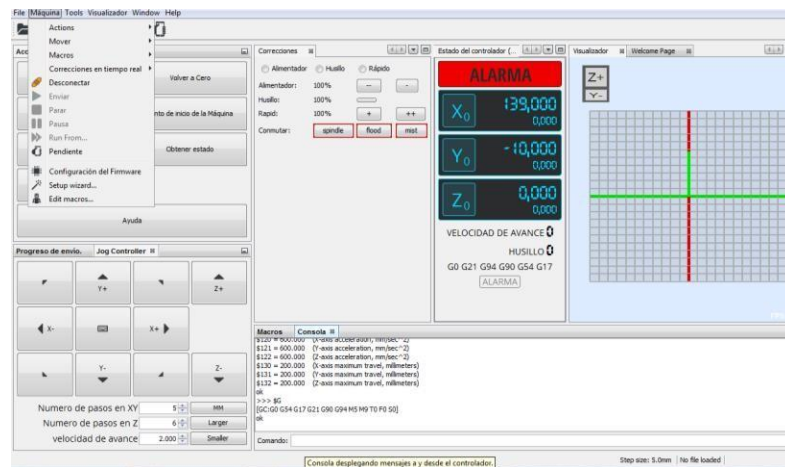


Figura 39: Acceder a la programación de la máquina.

Fuente. Elaboración propia (2020).

Configuración de los parámetros de la máquina. Una vez que ya se accedió a los parámetros de programación de la máquina se pueden programar todos los valores necesarios para que la máquina funcione de manera correcta y precisa tales como:

- Pasos por milímetros de los motores
- Aceleración de los motores
- Velocidad de movimientos rápidos en la maquina
- Área de trabajo de la máquina
- Habilitar los finales de carrera etc.

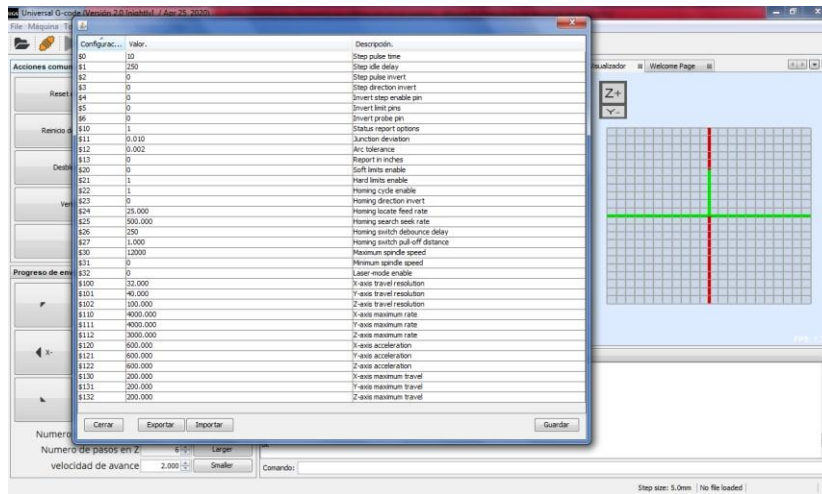


Figura 40: Acceder a la programación de la máquina.
Fuente. Elaboración propia (2020)

3.2.- Programación

La programación de la máquina es una de los pasos clave para que una maquina funcione correctamente porque es aquí donde se le da a la maquina cómo tiene que comportarse en los movimientos en alto o de trabajo y en los movimientos de trabajo, como se mencionó antes se puede programar desde el controlador o por la consola de comandos con programación C++.

Para ver la configuración, se debe escribir \$, y presione Intro después de conectarse a Grbl. Grbl debe responder con una lista de la configuración actual del sistema, como se muestra en el siguiente ejemplo. Todas estas configuraciones son persistentes y se mantienen en EEPROM, en el caso de que se apague, se cargarán nuevamente la próxima vez que encienda su Arduino.

Tabla 1. Valores de programación

Configuraciones y valores de muestra	Descripción
\$ 0 = 10	Paso de pulso, microsegundos
\$ 1 = 25	Paso inactivo retraso, milisegundos
\$ 2 = 0	Paso puerto invertido, máscara
\$ 3 = 0	Puerto de dirección invertido, máscara
\$ 4 = 0	Paso habilitar invertir, booleano
\$ 5 = 0	Pernos de límite invertidos, booleanos
\$ 6 = 0	Pin de sonda invertido, booleano
\$ 10 = 1	Informe de estado, máscara
\$ 11 = 0.010	Desviación de unión, mm
\$ 12 = 0.002	Tolerancia de arco, mm
\$ 13 = 0	Informe pulgadas, booleano
\$ 20 = 0	Límites suaves, booleanos
\$ 21 = 0	Límites duros, booleanos
\$ 22 = 1	Ciclo de referencia, booleano
\$ 23 = 0	Dirigimiento de referencia invertido, máscara
\$ 24 = 25.000	Alimentación de referencia, mm / min.
\$ 25 = 500.000	Búsqueda de referencia, mm / min.
\$ 26 = 250	Rebote de referencia, milisegundos
\$ 27 = 1.000	Extracción de referencia, mm
\$ 30 = 1000.	Velocidad máxima del husillo, RPM
\$ 31 = 0.	Velocidad mínima del husillo, RPM

\$ 32 = 0	Modo láser, booleano
\$ 100 = 250.000	X pasos / mm
\$ 101 = 250.000	Escalones Y / mm
\$ 102 = 250.000	Z pasos / mm
\$ 110 = 500.000	X velocidad máxima, mm / min
\$ 111 = 500.000	Velocidad máxima, mm / min.
\$ 112 = 500.000	Z Velocidad máxima, mm / min.
\$ 120 = 10.000	X aceleración, mm / seg ^ 2
\$ 121 = 10.000	Aceleración Y, mm / seg ^ 2
\$ 122 = 10.000	Aceleración Z, mm / seg ^ 2
\$ 130 = 200.000	X recorrido máximo, mm
\$ 131 = 200.000	Y recorrido máximo, mm
\$ 132 = 200.000	Z recorrido máximo, mm

4 CONCLUSIONES

- Se representó previamente en un software de diseño, la parte estructural de la máquina para mecanizar piezas con la medida exacta consiguiendo así que al momento de armar coincidan perfectamente todas las partes de sujeción, pernos, ángulos, sistemas de rodamientos, sistemas de transmisión etc.
- Esta tecnología versátil como lo son las máquinas CNC gracias a los desarrolladores de software libre que permite instalar en un micro controladores como lo es Arduino Uno, ya que es muy fácil de encontrar y por un costo muy bajo satisfaciendo una gran necesidad en la industria, y en la parte académica.
- Se observó que para la configuración de todos los parámetros de movimiento de la maquina es muy importante contar con los datos del motor para saber que velocidad y aceleración soportan sin que pierdan pasos, asimismo saber de cuantos grados son los motores instalados en cada eje ya que de esto dependerá que la programación sea correcta y que el resultado sea una máquina de gran precisión.
- Los motores que se utilizó son paso a paso y trabajan muy bien para controles en lazo abierto siempre y cuando trabaje por debajo de sus límites de torque y velocidad, como se implementó en este proyecto ya que responden directa y eficientemente a los pulsos de entrada, en este caso por medio de los drivers DRV8825 que controla la rampa de aceleración y posterior mente la velocidad de giro del motor, se concluyó que estos motores son ideales para la construcción de mecanismos que como en este caso requieren de movimientos muy preciso.

5 RECOMENDACIONES

- La máquina CNC router debe ser operada por personal capacitado y calificado con conocimiento en los programas de diseño y control y en las características de la máquina para evitar causar daños en la estructura de la máquina.
- No manipular las conexiones eléctricas, electrónicas y sensores de las CNC router, para evitar rupturas en los cables que pongan en riesgo el buen funcionamiento de la máquina
- Se debe tener en cuenta que los drivers drv8825 necesitan refrigeración asistida a través de un ventilador que está alimentado por la fuente de poder de la máquina y el mismo debe estar en constante funcionamiento para evitar que los drivers se recalienten.

6 REFERENCIAS

6.1 Bibliografía.

Burbano, P. (2014). *Proyectos*. Quito: Vida Nueva.

Burbano, P. (13 de Mayo de 2013). *Didactica.com*. Recuperado el 11 de Marzo de 2014, de <http://www.didactica.com/recursos/reciclaje>

Cayán Martínez, J. C. (2018). Elaboración de una CNC de 3 ejes para el ruteo de pistas y taladro de circuitos impresos (PCBs). *3C Tecnología*, 7(2), 28-47. Recuperado de <https://search.proquest.com/docview/2062817980?accountid=176817>

Comercio, E. (2015). El auge de la economía austera. Recuperado de <https://search.proquest.com/docview/1655168144?accountid=176817>

Dasammar. (17 de febrero de 2011). *AHIP CNC*. Obtenido de <https://ahipcnc.wordpress.com/2011/02/17/la-fuente-de-alimentacion/>

Díaz Felipe. (2008). Programación automática de máquinas CNC. México: Facultad de Estudios Superiores Cuatitlán.

Edición 1st Ed. Madrid. (2013, Oct 18). El País. Recuperado de <https://search.proquest.com/docview/1442524131?accountid=176817>

Eduardo, C. (12 de Abril de 2019). Robots. Obtenido de motores paso a paso: http://robots-argentina.com.ar/MotorPP_basico.htm

Gordón Andrea. Redactora (I) agordon@elcomercio.com. (2014). La electrónica en el país usa más hardware y software libre. El Comercio recuperado de <https://search.proquest.com/docview/1558410043?accountid=176817>

Nacho, M. (13 de Mayo de 2013). Cómo construir una fresadora CNC casera de 3 ejes con Arduino y A4988. Obtenido de Ikaro: <https://www.ikaro.com/como-hacer-fresadora-cnc-casera/>

SIDECO.(2016). Maquinas CNC y su impacto actual. Recuperado de <https://sideco.com.mx/breve-historia-de-las-maquinas-cnc-y-su-impacto-actual/>

Peters, j. j. (2018). Casiopea. Introducción a control numérico computarizado (CNC): Recuperado de. [.https://wiki.ead.pucv.cl/Introducci%C3%B3n_al_control_num%C3%A9rico_computarizado_\(CNC\).](https://wiki.ead.pucv.cl/Introducci%C3%B3n_al_control_num%C3%A9rico_computarizado_(CNC).)

Vicente, C. (2 de 11 de 2017). Sketchup. Obtenido de scribd:

<https://es.scribd.com/document/94310354/Conceptos-basicos-SketchUp>

7.- ANEXOS

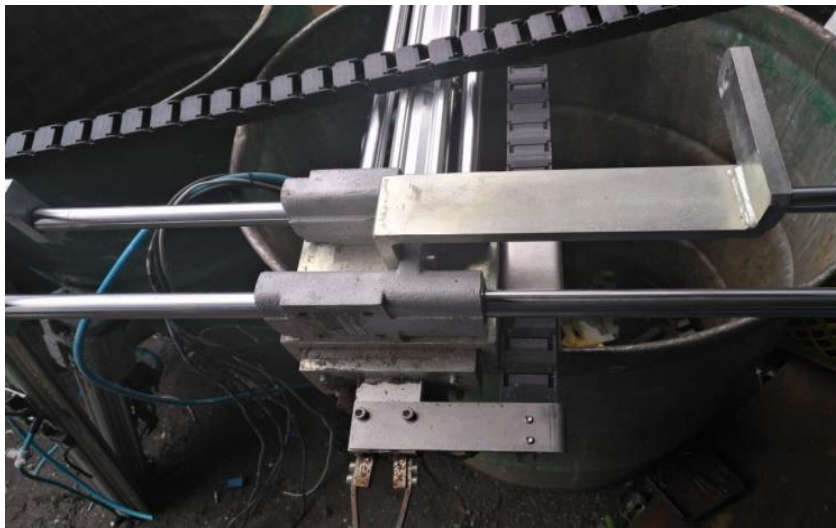
Anexo N°. 1:

Sistema de control numérico computarizado CNC



Anexo N°. 2:

Ejes de acero al cromo con sus rodamientos



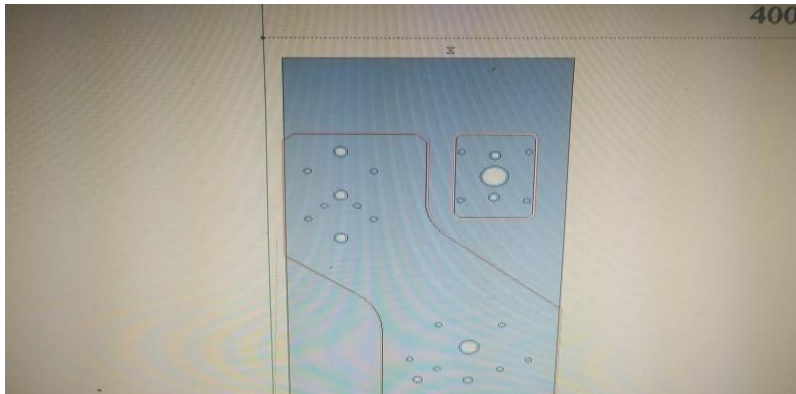
Anexo N°. 3:

Mecanizado de las placas de soporte previamente



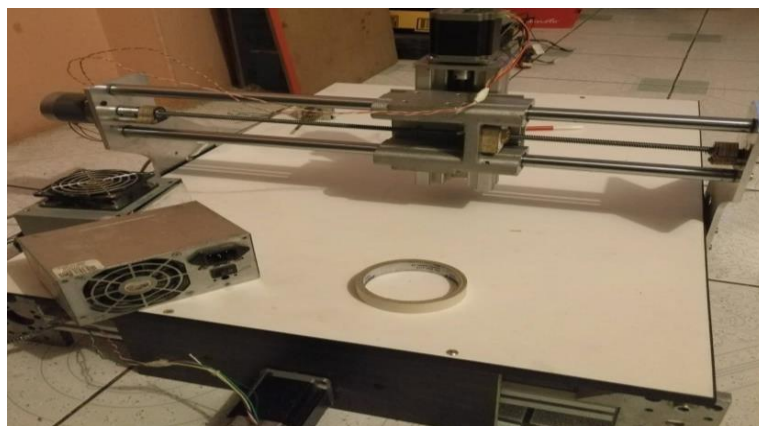
Anexo N°. 4:

Diseño de las placas de soporte del eje Y



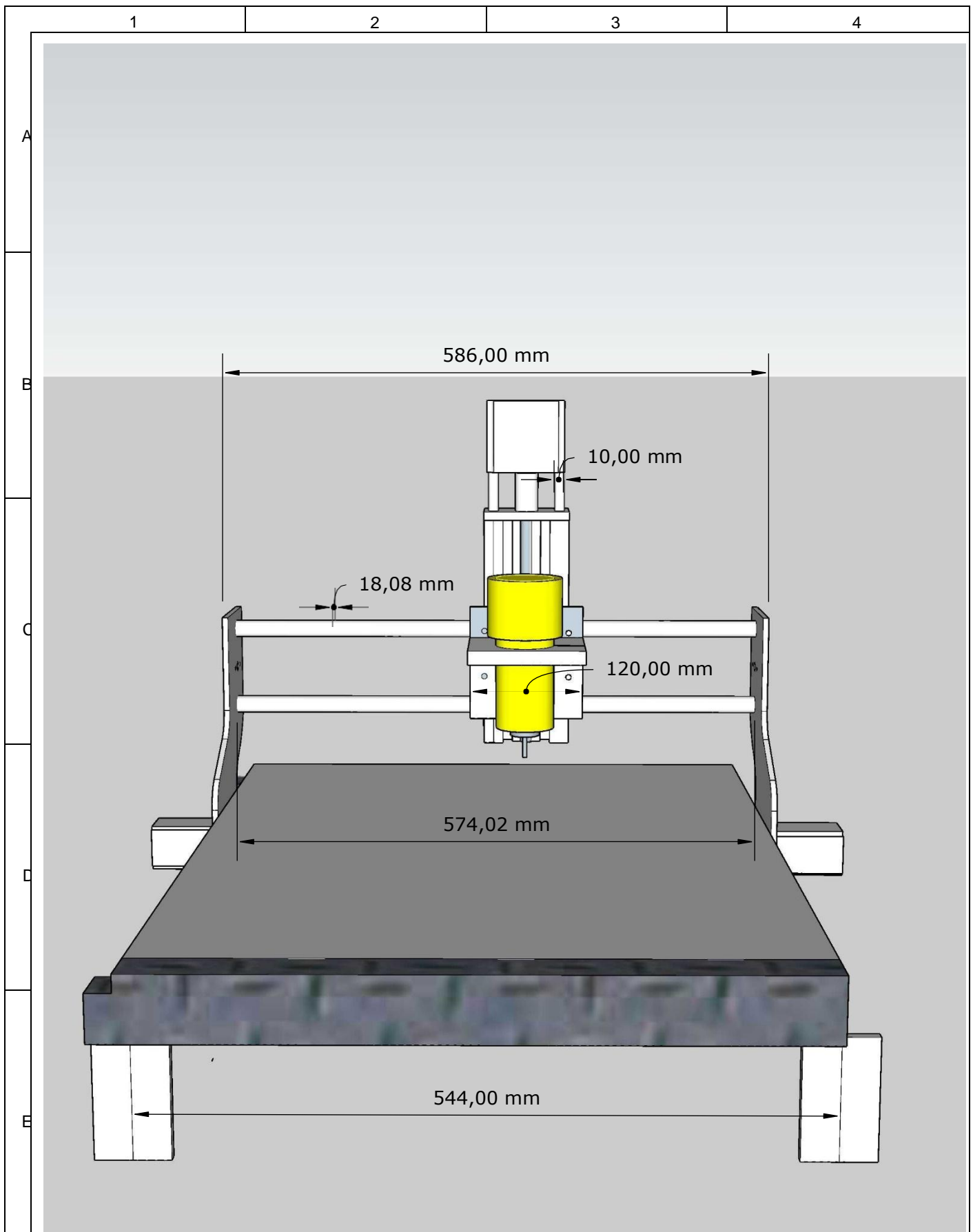
Anexo N°. 5

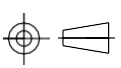
Instalación de todos los componentes de la máquina CNC

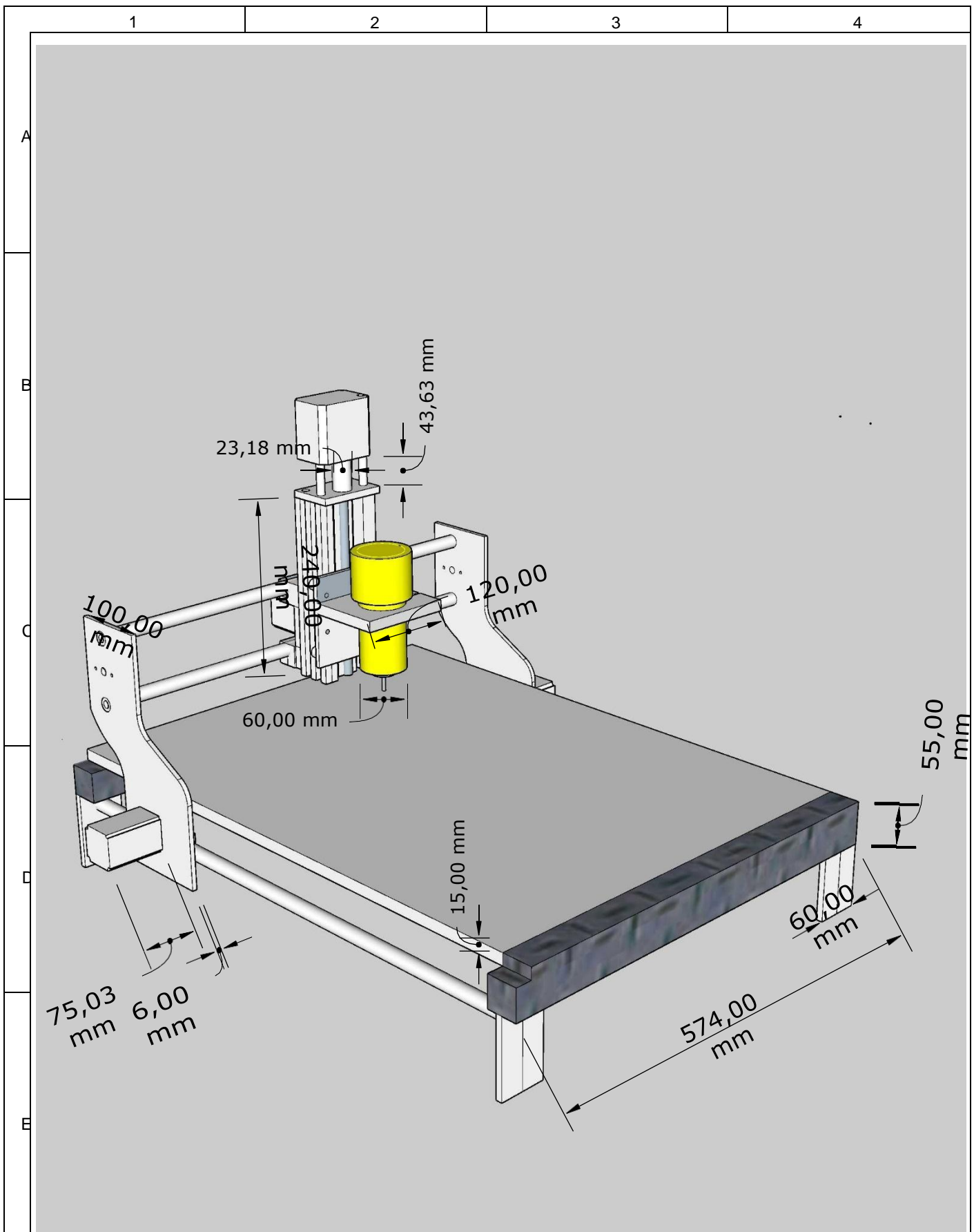


Anexo N° . 6

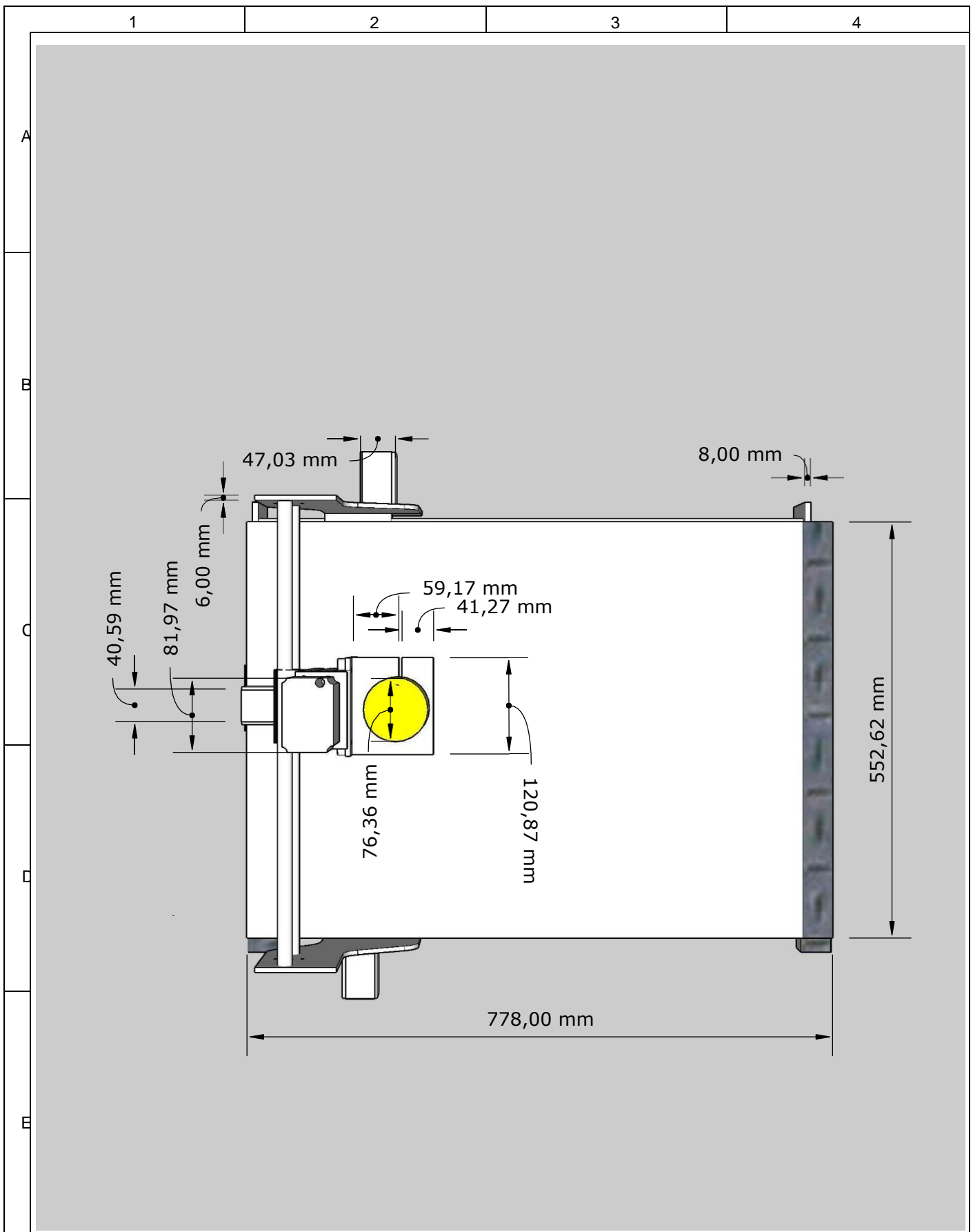
Planos

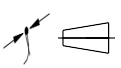


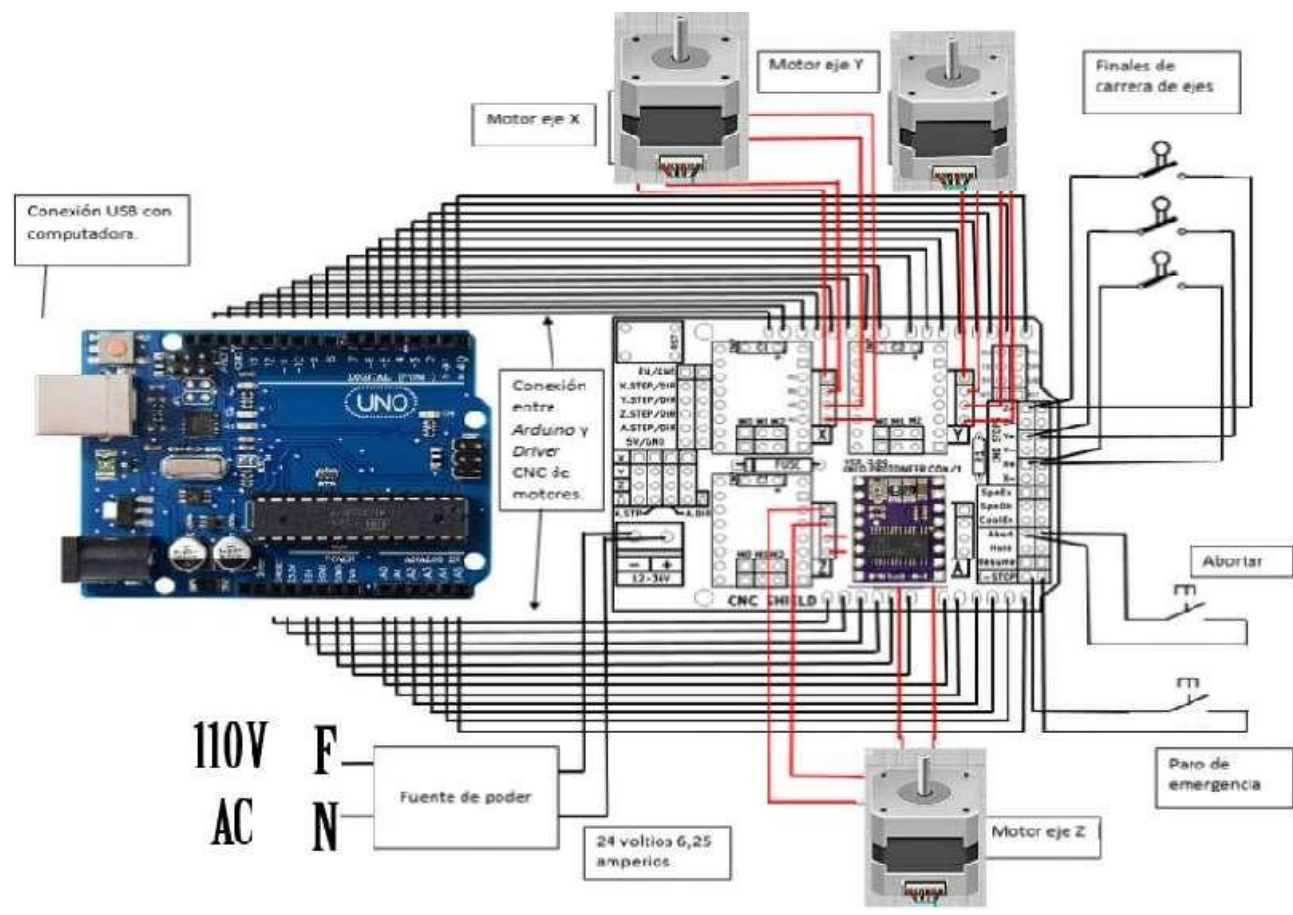
				Tolerancias:	Peso:	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLOGICO "VIDA NUEVA"			
						Formato A4	Escala: 1:1		
				Dib:	21/03/2020			Nombre	
				Rev:	21/03/2020			Ing Machay B.	
				Aprob:	21/03/2020	Ing Machay B.			
						Lámina N° : 001			
						Sustituye a:			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre						



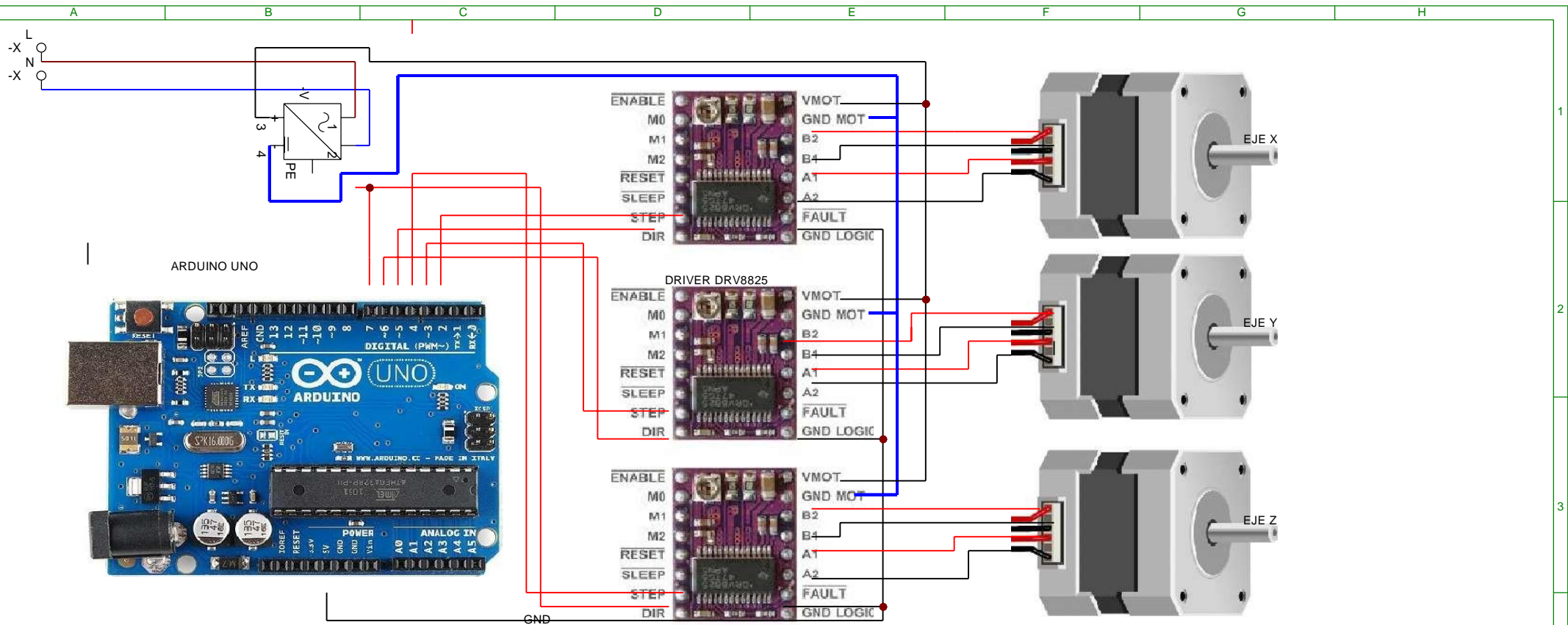
				Tolerancias:	Peso:	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLOGICO "VIDA NUEVA"	
				Dib:	Fecha	Nombre	Formato A4
				Rev:	21/03/2020	Ing Machay B.	
				Aprob:	21/03/2020	Ing Machay B.	
							Escala: 1:1
				Lámina N° :1 VISTA SUPERIOR			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



				Tolerancias:		Peso:		INSTITUTO SUPERIOR TECNOLOGICO "VIDA NUEVA"			
				Fecha		Nombre		Formato A4			
				Dib: 21/03/2020		MARCO OTO.				Escala: 1:1	
				Rev: 21/03/2020		Ing Machay B.					
				Aprob: 21/03/2020		Ing Machay B.		Lámina N° :1 VISTA SUPERIOR			
											
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					Sustituye a:			



	Fecha	Nombre	Firmas	Entidad	Título	Fecha: 21-Mar-2020	Núm: 1 de 1
Dibujado	21/03/2020	MARCO OTO		ISTVN	DIAGRAMA ELECTRÓNICO	Archivo: CADe_S2	
Comprobado	Ing.BYRON M	MARCO OTO					



	Fecha	Nombre	Firmas	Entidad	Título	Fecha: 21-Mar-2020	1 de 1
Dibujado	21/03/2020	MARCO.OTO		ISTVN	DIAGRAMA ELECTRICO CNC	Archivo: CADe_S1	
Comprobado	Ing_BYRON.M	MARCO.OTO					