



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento de Eléctrica y Electrónica Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

Trabajo de integración curricular previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Electromecánica

Tema:

“Implementación de una máquina Router CNC, para el grabado y corte en madera, mediante el uso de elementos electrónicos y electromecánicos.”

Autor:

Checa Araque, Juan Sebastián

Tutor:

ING. Bustillos Escola, Diego Israel Msc.

Latacunga, Julio 2023



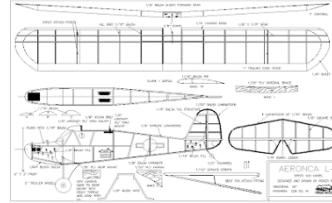
Planteamiento del problema

Producción de piezas para de
aviones de
Aeromodelismo
De forma manual

Problemas del procedimiento de
forma manual.

- Errores en el dibujo
- Mal manejo del estilete o bisturí
- Depende de la habilidad del constructor
- Tiempos de producción mas elevados
- Menor precisión
- Riesgo de cortaduras en los dedos

1. Lectura de planos



2. Adquisición de material



3. Dibujo de la pieza en el
material



4. Corte de la pieza



4. Perfeccionamiento de
errores



Aeromodelismo en el Ecuador

El aeromodelismo es una disciplina que consiste en el vuelo y exhibición de aviones no tripulados

Exhibición de modelos a escala



Competencia de acrobacia

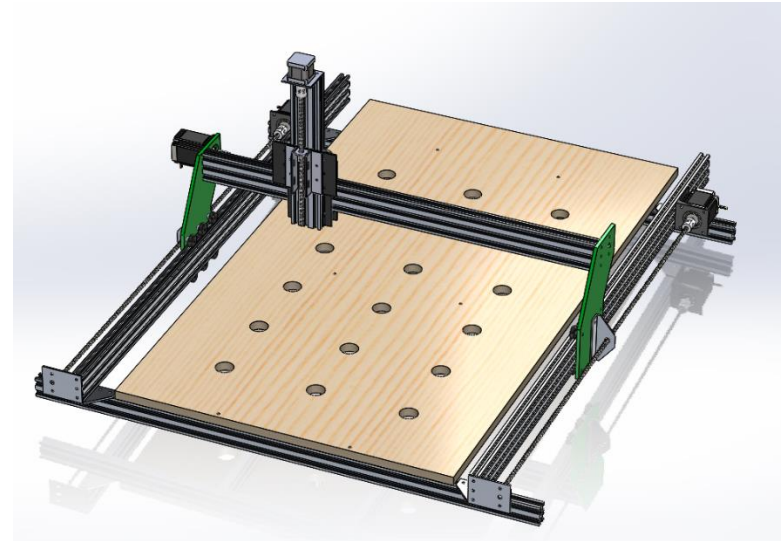


El aeromodelismo en el país esta en aumento, con una gran cantidad de novatos y aficionados la demanda de aviones aumenta, por lo que es necesario la implementación de medios alternativos a los tradicionales para obtener piezas de aviones de aeromodelismo en un menor tiempo y con mejores acabados



Justificación

Implementación de una máquina Router CNC para el corte y tallado de piezas de Aeromodelismo



Implementar una Máquina CNC Router para el corte y tallado en madera para piezas de aeromodelismo resulta una opción viable para sustituir el esfuerzo del ser humano y poder mecanizar las piezas en el menor tiempo posible, con mayor calidad y precisión gracias al control de la herramienta por medio de sus ejes X, Y, Z



Objetivos

General:

- Implementar una máquina Router CNC, para el grabado y corte en madera, mediante el uso de elementos electrónicos y electromecánicos.

Específicos:

- Analizar proyectos similares para el entendimiento del estado del arte y plantear marco teórico con los elementos que intervienen en la implementación de la máquina.
- Seleccionar y describir las características de los elementos del sistema mecánico y el sistema de control.
- Implementar la máquina Router CNC integrando sus sistemas
- Resultados y conclusiones del proyecto



Alcance

La Implementación de la Máquina CNC Router para corte y tallado en madera realizará trabajos de mecanizado para piezas de aeromodelismo, la presente máquina contará con ejes X,Y,Z.

Tiene un software interactivo y fácil de manejar para que el operario no tenga complicaciones al momento de ejecutar una labor de mecanizado.

Posee un área Efectiva de corte en el eje X de 600 mm y en el Eje Y de 800mm, cuenta con las protecciones necesarias como finales de carrera para no sobrepasar los límites .

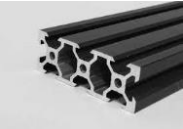


Desarrollo del proyecto
Análisis y selección de materiales
Validación Mecánica



Selección de la estructura

Especificaciones	Perfil de Aluminio tipo V 20x60	Eje Acerado Cromado de alta frecuencia D12mm	Riel EGR SERIE EG
Disponibilidad en el mercado	X	X	
Bajo Precio	X	X	
Precisión	X	X	X
Guía Funcional	X	X	X
Estructura funcional	X		
Tendencia a deformarse (Pandeo)		X	
Bajo peso	X	X	X
Resistente a condiciones climáticas	X		X
Lubricación	X	X	X
Maquinabilidad	X		



Análisis del perfil de Aluminio V 20x60

El perfil de aluminio tipo V, 20 centímetros de alto por 60 centímetros de ancho cumple con los requerimientos solicitados, puede soportar un peso considerable, posee una ventaja importante respecto a las otras y es que funciona guía para que los ejes se puedan desplazar por el mismo y también como estructura para la máquina

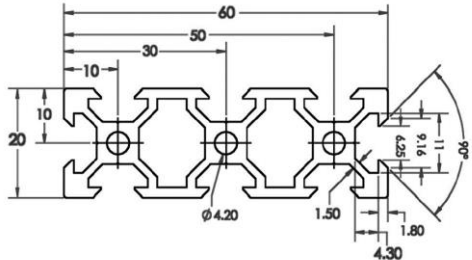
Características del Perfil de Aluminio Tipo V 20x60

- Material: Aluminio 6063 T5
- Serie 2060 V-slot
- Superficie anodizada
- Color: Gris/Negro
- Longitud: 1.20m

Características del mecánicas

Tabla de propiedades Mecánicas del Aluminio 6063-T5

Carga	Límite	Alarga	Resist	Durez
rotura Rm	elástico Rp	miento 5,65 V	encia de la	a
N/mm2	0.2 N/mm2	So	Cizalladura	Brinell
				(HB)
220	145	14	140	65



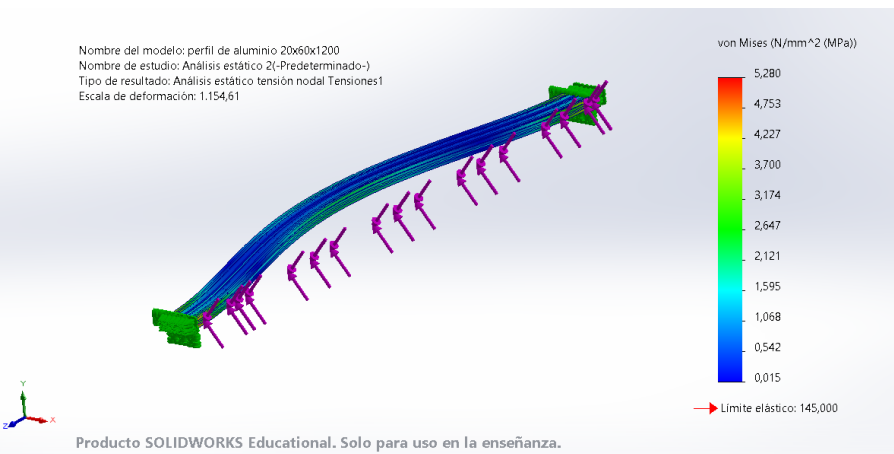
Análisis de Tensiones

- Análisis de Tensiones en los rieles del Perfil de Aluminio tipo V.
- Análisis de Tensiones en la parte lateral del Perfil de Aluminio tipo V.
- Análisis de Torsión del perfil de Aluminio tipo V.

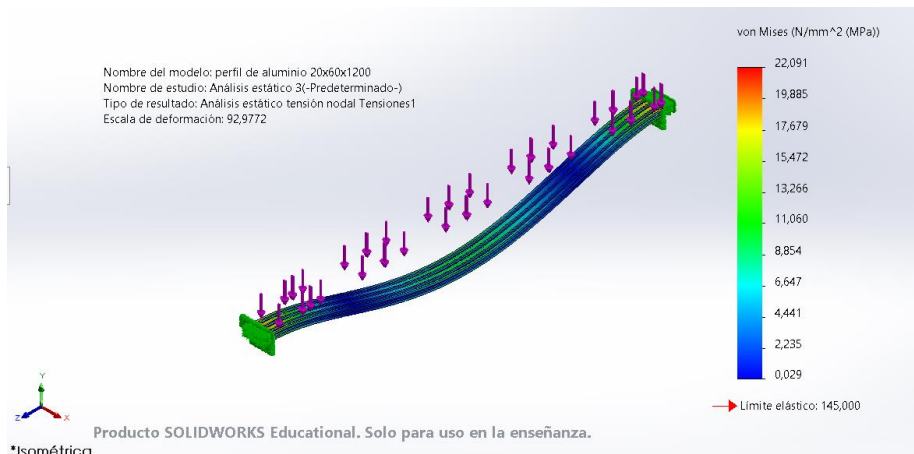


Análisis de tensiones aplicada al perfil

- Rieles del Perfil

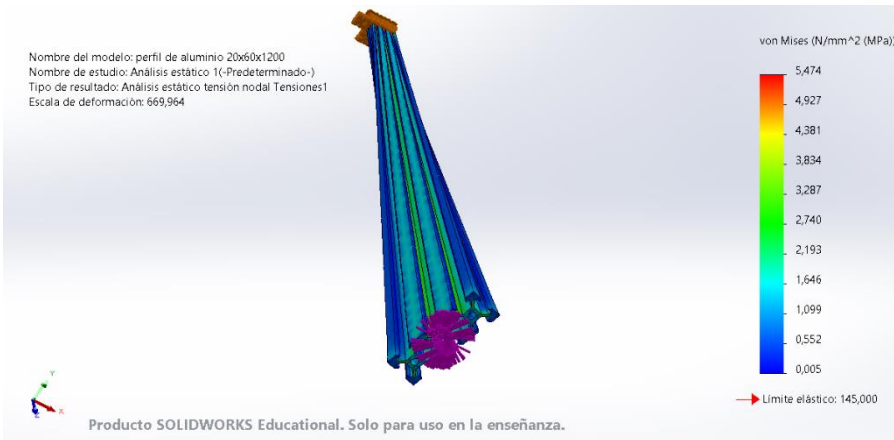


- Parte Lateral del Perfil



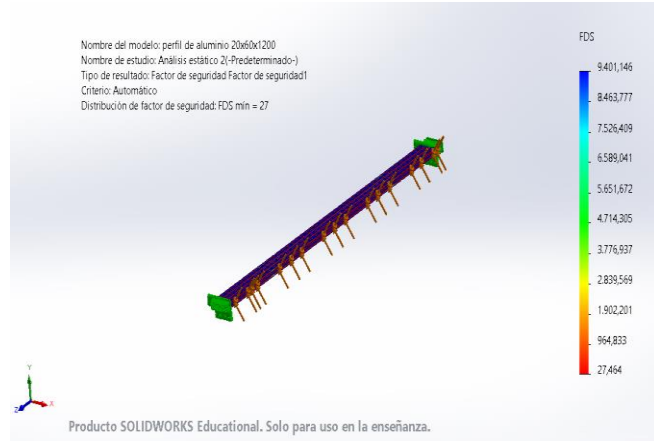
- Torsión Aplicada al Perfil

- Carga sometida: 165,88N
- Carga Torsión: 1.8 Nm



Factor de Seguridad al Perfil

- FS Rieles del Perfil



$$F_s = \frac{\text{Estres Maximo}}{\text{Estres de Trabajo o diseño}}$$

$$F_s = \frac{145.000 \text{ MPa}}{5.280 \text{ MPa}}$$

$$F_s = 27.46$$

- FS Torsión del Perfil

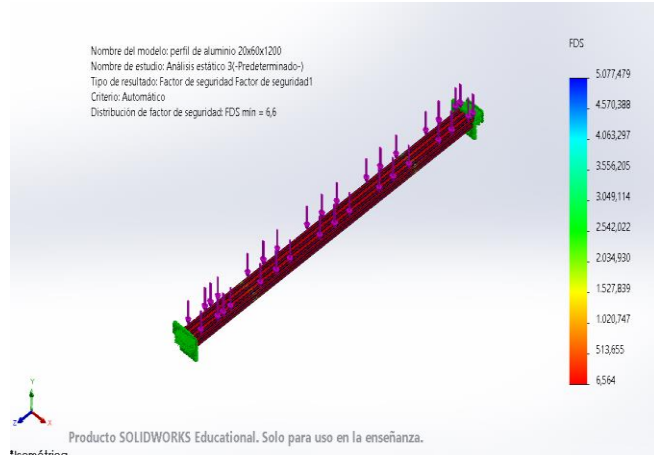


$$F_s = \frac{\text{Estres Maximo}}{\text{Estres de Trabajo o diseño}}$$

$$F_s = \frac{145.000 \text{ MPa}}{5.474 \text{ MPa}}$$

$$F_s = 26.48$$

- FS Lateral del Perfil



$$F_s = \frac{\text{Estres Maximo}}{\text{Estres de Trabajo o diseño}}$$

$$F_s = \frac{145.000 \text{ MPa}}{22.091 \text{ MPa}}$$

$$F_s = 6.56$$

Selección de Materiales para las placas y bases

Material Nylon Pa Tipo 6

El nylon 6,6 está constituido por monómeros, con 6 átomos de carbono cada uno, se trata de un polímero semicristalino con excelentes propiedades que lo hacen un material ideal para la construcción de placas, en la industria es muy utilizada gracias a su dureza, resistencia y alta maquinabilidad.

Las características del Nylon 66 son las siguientes:

- Resistencia mecánica
- Alta Dureza
- Resistencia a la fatiga
- Excelente amortiguamiento
- Resistente a las condiciones climáticas
- Excelente Maquinabilidad
- Resistente a Impactos y golpes

Aluminio 6061-T6

El aluminio 6061-T6 Es una aleación endurecida y contiene elementos como Aluminio, magnesio y silicio. Posee buenas características mecánicas, se utiliza en aplicaciones estructurales por lo que es una buena opción para la creación de las bases y piezas restantes



Propiedades Mecánicas de los materiales

Tabla de propiedades mecánicas del Nylon Pa Tipo 6

Modulo Elástico	Coefficient e de Poisson	Modulo Cortante	Densidad de masa	Límite de Tracción	Limite Elástico
2620 N/mm ²	0.34	970.4 N/mm ²	1120 Kg/m ³	90 N/mm ²	103.64 N/mm ²

Tabla de propiedades mecánicas del Aluminio 6061-T6

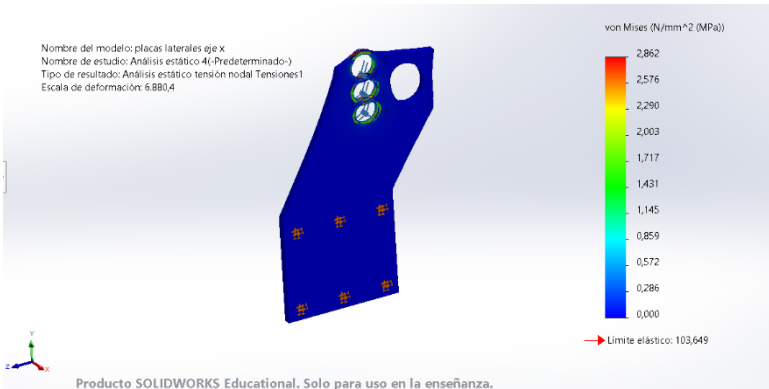
Limite Elástico	Resistencia a la Tracción	Estiramiento	Dureza Brinell
275 MPa	290 MPa	8%	100-120 HB



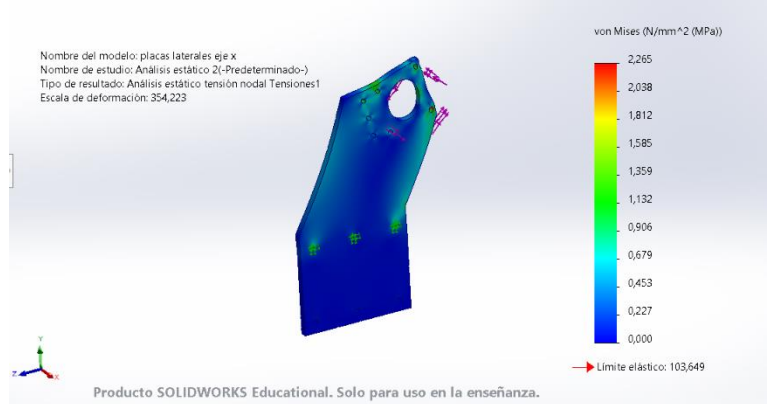
Análisis de Tensiones Aplicadas a las placas portadoras del eje X

Material: Nylon Pa tipo 6

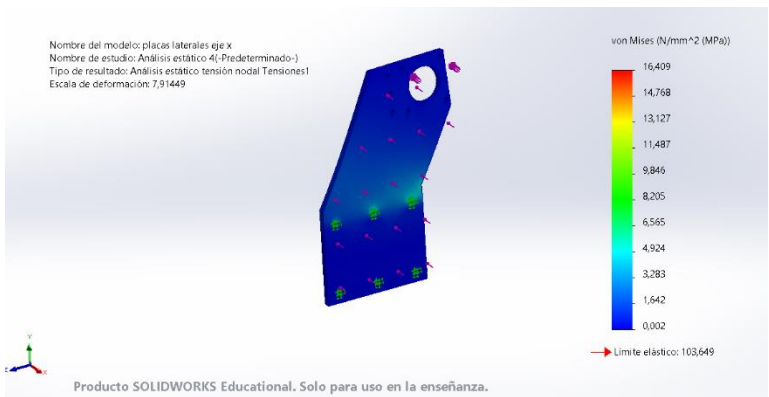
- Base Del Perfil Placa F= 165,88N



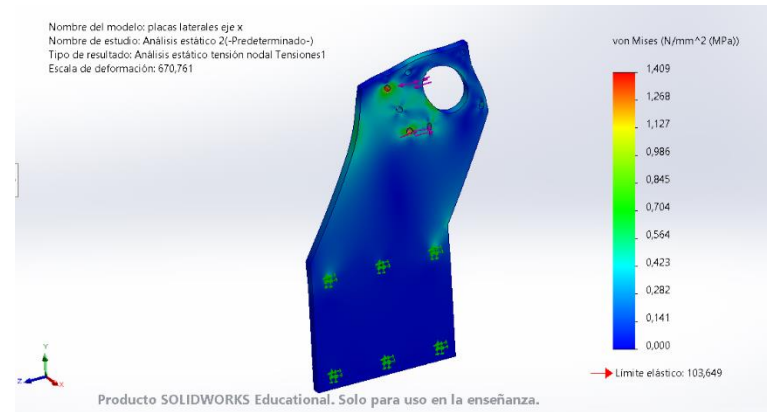
- Torsión a la Base del Motor 1.8Nm



- Lateral de la placa F= 86,88N

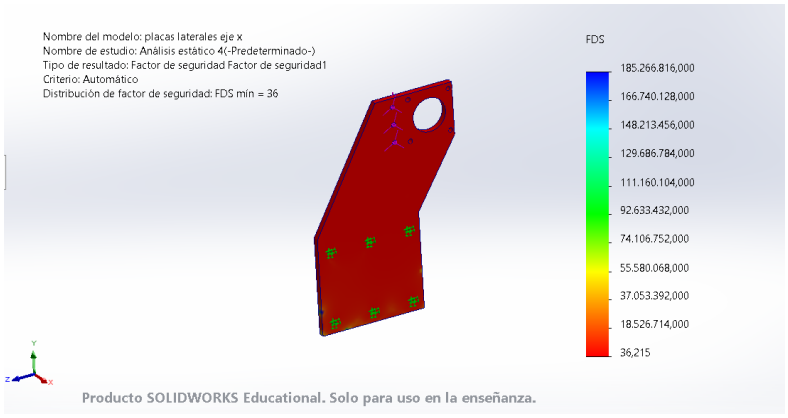


- Torsión a la Base Del Perfil 1.8Nm



Factor de Seguridad Aplicadas a las placas portadoras del eje X

- FS Base Del Perfil Placa

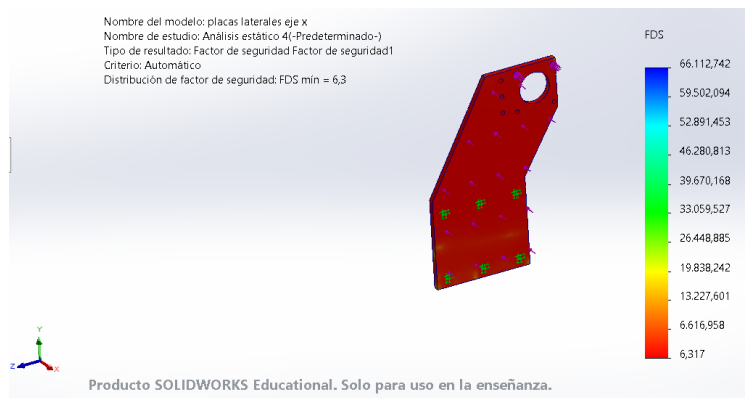


$$F_s = \frac{\text{Estres Maximo}}{\text{Estres de Trabajo o diseño}}$$

$$F_s = \frac{103,649 \text{ MPa}}{2.862 \text{ Mpa}}$$

$$F_s = 36.21$$

- FS Lateral de la Placa



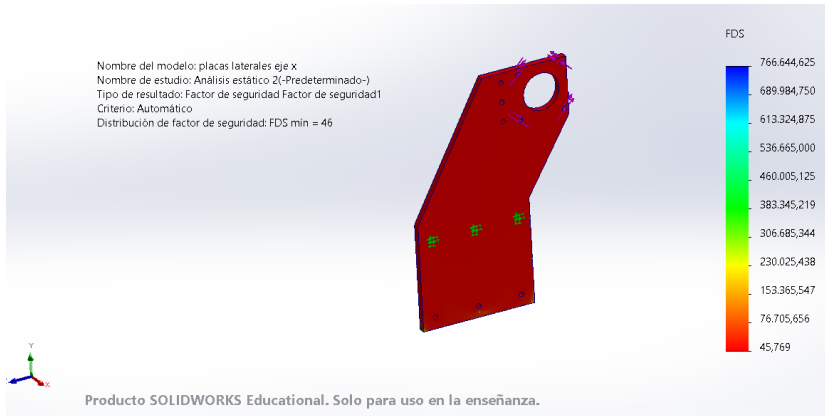
$$F_s = \frac{\text{Estres Maximo}}{\text{Estres de Trabajo o diseño}}$$

$$F_s = \frac{103,649 \text{ MPa}}{16.409 \text{ Mpa}}$$

$$F_s = 6.31$$

Factor de Seguridad Aplicadas a las placas portadoras del eje X

- FS Torsión Base del Motor

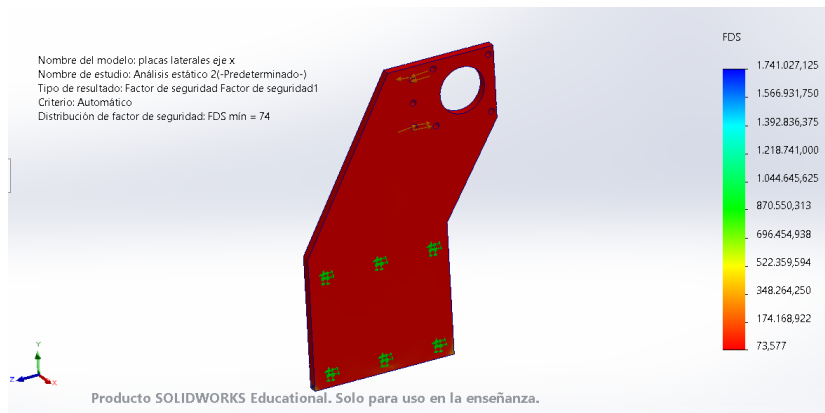


$$F_s = \frac{\text{Estres Maximo}}{\text{Estres de Trabajo o diseño}}$$

$$F_s = \frac{103,649 \text{ MPa}}{2.265 \text{ Mpa}}$$

$$F_s = 45.76$$

- FS Torsión Base del Perfil



$$F_s = \frac{\text{Estres Maximo}}{\text{Estres de Trabajo o diseño}}$$

$$F_s = \frac{103,649 \text{ MPa}}{1.409 \text{ Mpa}}$$

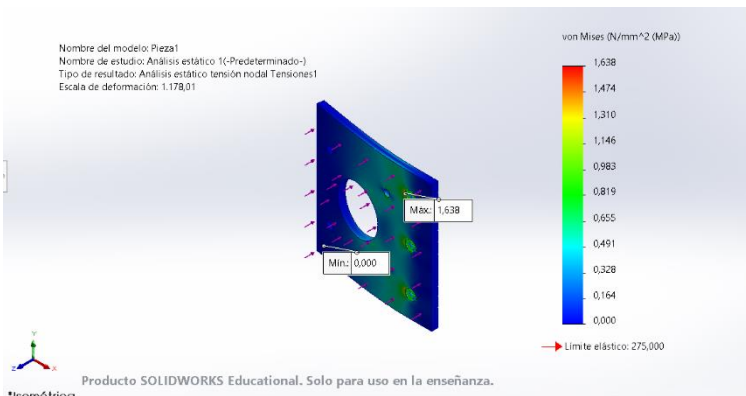
$$F_s = 73.562$$



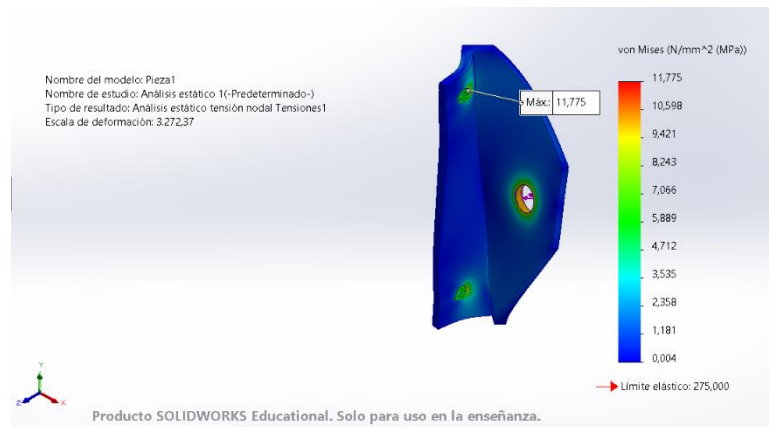
Análisis de Tensiones Aplicadas a los Elementos Adicionales

Aluminio 6061-T6

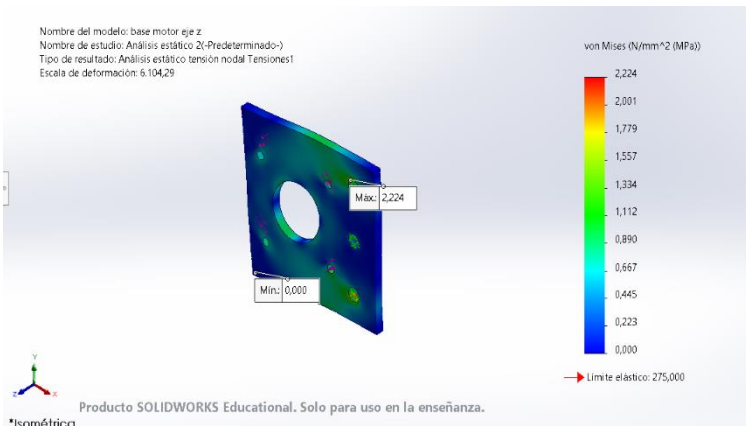
- Base Del Motor Eje Z F= 3,43N



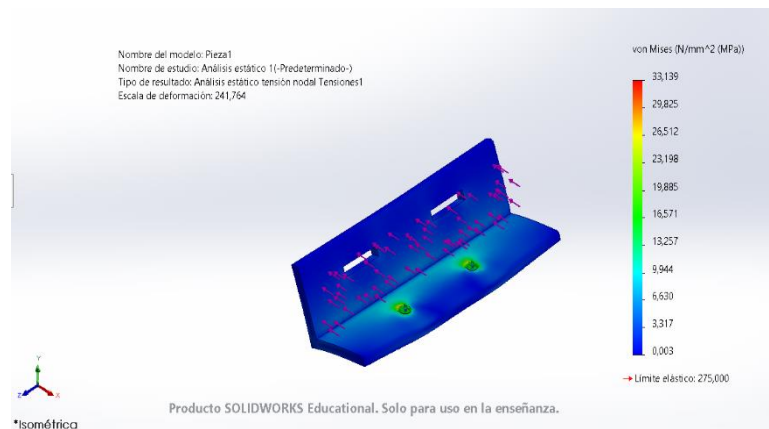
- Torsión Base Tuerca Tornillo 1.8Nm



- Torsión Eje Z 1.8Nm

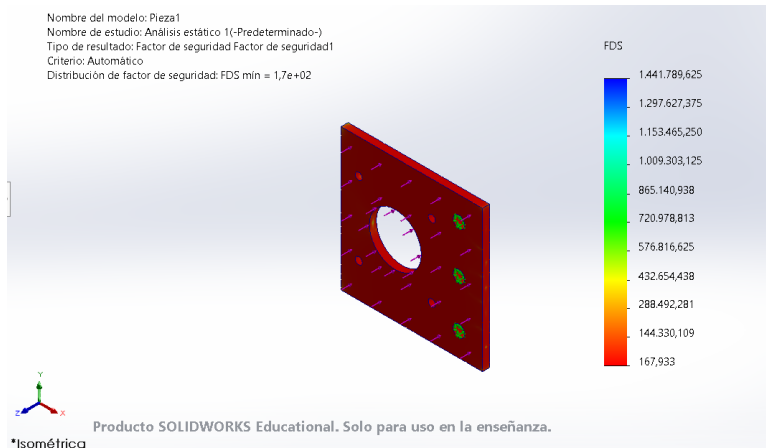


- Placa Portaherramientas F= 86,88N



Factor de Seguridad Aplicadas a los elementos adicionales

- FS Base del Motor eje Z

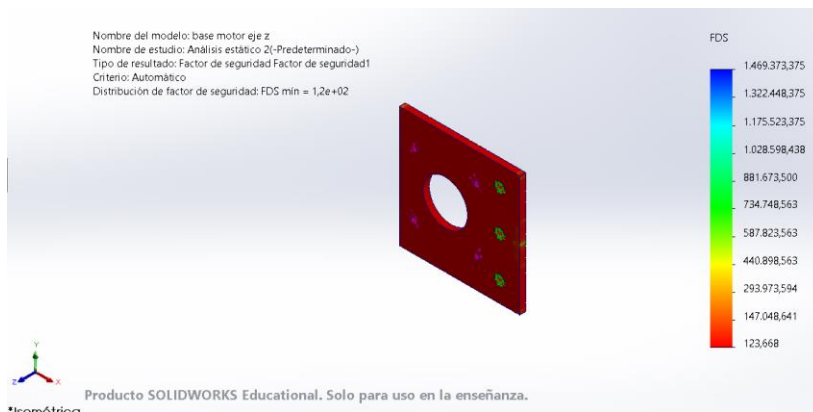


$$F_s = \frac{\text{Estres Maximo}}{\text{Estres de Trabajo o diseño}}$$

$$F_s = \frac{275 \text{ MPa}}{1.638 \text{ MPa}}$$

$$F_s = 167.88$$

- FS Torsión Base del Motor Eje Z



$$F_s = \frac{\text{Estres Maximo}}{\text{Estres de Trabajo o diseño}}$$

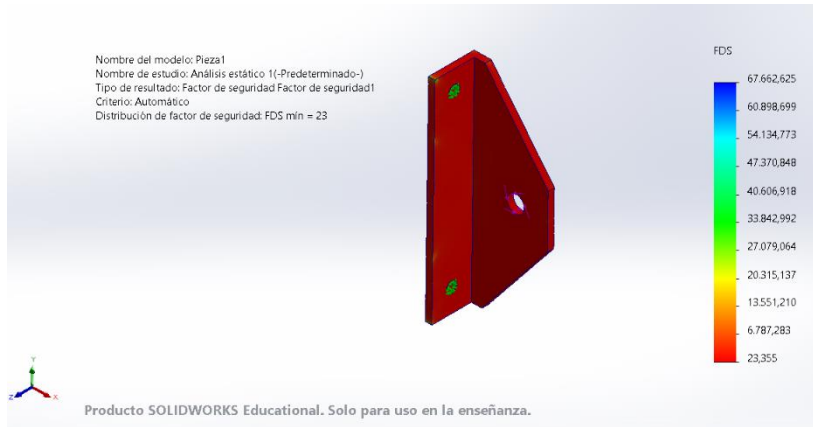
$$F_s = \frac{275 \text{ MPa}}{2.224 \text{ MPa}}$$

$$F_s = 123.65$$



Factor de Seguridad Aplicadas a los elementos adicionales

- FS Torsión Base del Motor eje Z

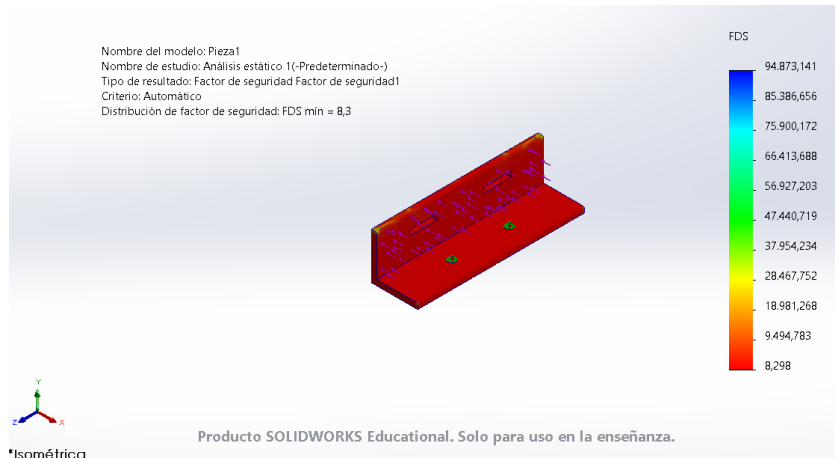


$$F_s = \frac{\text{Estres Maximo}}{\text{Estres de Trabajo o diseño}}$$

$$F_s = \frac{275 \text{ MPa}}{11.775 \text{ MPa}}$$

$$F_s = 23.35$$

- FS Base Portaherramientas



$$F_s = \frac{\text{Estres Maximo}}{\text{Estres de Trabajo o diseño}}$$

$$F_s = \frac{275 \text{ MPa}}{33.139 \text{ MPa}}$$

$$F_s = 8.29$$

*Isométrico



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Kit de placas universales – Set V3 para el eje Z

los kits de placas universales que están disponibles en el mercado nacional, son compatibles con el perfil de aluminio tipo V 20x60 que se usará como guía y estructura para el movimiento de los ejes X, Y, Z.

Las placas universales son capaces de desplazarse por todo el perfil y los kits constan de los siguientes elementos.

Set V3- carro ranura V Universal 4 ruedas

- 4 ruedas de policarbonato
- Tornillos de acero M5 x 45mm
- Espaciadores de $\frac{1}{4}$
- Espaciadores excéntricos $\frac{1}{4}$
- Arandelas
- Tuercas Hexagonales de seguridad.

Especificaciones técnicas del set V3 carro universal

- Carga máxima directo por rueda: 3.059 kg / 30 N
- Carga máxima torsión XYZ: 20.0Nm
- Material: 6063-T6 Aluminio
- Grosor placa: 2.93mm \pm 0.2
- Acabado: Anodizado negro
- Dimensiones de la placa: 127.01x88mm \pm 0.2
- Peso: 163g \pm 5%



Selección del Método de Transmisión de Potencia

Características	Transmisión por banda dentada	Tornillo Sin Fin 8mm/rev	Husillo de Bolas Tuerca
	GT2	4H	
Disponibilidad en el mercado	Alta	Alta	Media
Precio	Bajo	Media	Alta
Dureza	Media	Alta	Alta
Resistencia	Media	Alta	Alta
Tiempo de Vida	Baja	Alta	Alta
Precisión	Medio	Media	Alta
Lubricación	No	Si/no	Si
Espacio	Reducido	Mediando	Alta
Capacidad de carga	Media	Alta	Alta
Rijidez	Baja	Alta	Alta



Tornillo sin Fin D8mm 4H

El tornillo sin fin es un método de transmisión de movimiento lineal, es utilizado generalmente en máquinas CNC e Impresoras 3D, está constituido por acero inoxidable, su tuerca es de bronce y posee buena adaptabilidad



Ventajas que posee el Tornillo sin Fin 8mm 4H

Entre las principales ventajas del uso del tornillo sin fin destacan.

- Buena Capacidad de carga
- Movimiento Lineal Preciso
- No requiere de lubricación
- Precisión milimétrica
- Elevado tiempo de vida
- Alta resistencia

Características del tornillo sin fin 8mm 4H

- Dentro de sus características destaca según (Orgone, 2016).
- Material: Acero Inoxidable
- Rosca: Métrica
- Longitud: 1000mm
- Diámetro 8mm
- Entradas: 4
- Paso: 8mm/Rev.
- Tuerca de bronce



Parámetros de Corte

Aplicación de material		Taladrado	Fresado		Roscado
		K	Kc1	Kc	Kc
		Factor de material	N/mm2	Factor de corrección	N/mm2
Materiales sintéticos	Termoplásticos	0.6	1400	0.15	400
	Plásticos endurecidos por calor	0.6	1400	0.20	600
	Materiales plásticos reforzados	1.0	1600	0.30	800



Parámetros de Corte

Tablas de avance por diente o carga de viruta, en mm

D fresa (mm)	Madera dura	Madera blanda/ Contrachapados	DM/MDF	Aglomerado s/ Laminados HPL	Fenólicos duros
3	0,06-0,13	0,10-0,15	0,09-0,18	0,07-0,13	NA
6	0,14-0,28	0,2-0,33	0,18-0,41	0,16-0,30	0,12-0,30
9	0,29-0,46	0,4-0,51	0,35-0,58	0,31-0,46	0,17-0,45
12 y +	0,4-0,54	0,53-0,59	0,5-0,69	0,42-0,64	0,27-0,56

Descripción	Parametrización	Valor / unidad
Diámetro de la fresa	Dcap	3.175 mm
Velocidad de la herramienta	<i>n</i>	15000 RPM
Dientes de la fresa	<i>zc</i>	1
Avance por diente	Fz	0.06mm
Profundidad corte radial	ae	3.175
Profundidad corte axial	<i>ap</i>	1 mm
Fuerza específica de corte para espesor de viruta de 1mm	kc	1400 N/mm ²
Compensación del grosor de viruta	mc	0.15



Cálculo De Parámetros de Corte

Cálculo de la Velocidad de Corte

$$v_c = \frac{D_{cap} * \pi * n}{1000}$$

$$v_c = \frac{3.175\text{mm} * \pi * 15.000 \text{ rpm}}{1000}$$

$$v_c = 149.61 \text{ m/min}$$

Cálculo de la Velocidad de Avance

$$v_f = f_z * n * z_c$$

$$v_f = 0.06\text{mm} * 15,000 \text{ rpm} * 1 = 900 \text{ mm/min}$$

Cálculo de Avance por Diente

$$f_z = \frac{v_f}{n * z_c}$$

$$f_z = \frac{900 \text{ mm/min}}{15000 * 1}$$

$$f_z = 0.06\text{mm}$$

Cálculo de Par de Corte

$$M_c = \frac{P_c * 30 * 10^3}{\pi * n}$$

$$M_c = \frac{0.1088\text{kW} * 30 * 10^3}{\pi * n}$$

$$M_c = 0.692 \text{ Nm}$$

Cálculo de Espesor Medio de Viruta

$$h_m = \frac{360 * a_e * f_z}{\pi * D_{cap} * \arccos\left(1 - \frac{2 * a_e}{D_{cap}}\right)}$$

$$h_m = \frac{360 * 3.175\text{mm} * 0.06\text{mm}}{\pi * 3.175\text{mm} * \arccos\left(1 - \frac{2 * 3.175\text{mm}}{3.175\text{mm}}\right)}$$

$$h_m = 0.038 \text{ mm}$$

Cálculo de Fuerza de Corte Especifica

$$k_c = k_{c1} * h_m^{-m_c}$$

$$k_c = 1,400\text{N/mm}^2 * 0.038\text{mm}^{-0.15} = 2286.44 \text{ N/mm}^2$$

Cálculo de Espesor Medio de Viruta

$$f_c = k_c * h_m * a_p$$

$$f_c = 2286.44 \text{ N/mm}^2 * 0.038 \text{ mm} * 1 \text{ mm}$$

$$f_c = 86.88 \text{ N}$$

Cálculo de la potencia neta de corte

$$P_c = \frac{a_p * a_e * v_f * k_c}{60 * 10^6}$$

$$P_c = \frac{1\text{mm} * 3.175\text{mm} * 900\text{mm/min} * 2286.44 \text{ N/mm}^2}{60 * 10^6}$$

$$P_c = 0.1088\text{kW} \text{ o } 100\text{W}$$



Cálculo torque necesario para los ejes X, Y, Z

Parametrización	Valor / unidad
Fuerza de corte	86.88 N
Peso de la estructura eje Z	14.7 N
Peso de la estructura eje X	79N
Peso de la estructura eje Y	79N
<i>PB</i> Longitud de paso del husillo	8mm
<i>dp</i> Diámetro de paso	7 mm
μ_0 C. Fricción Acero - Bronce	0.15
μ Coeficiente de fricción superficie deslizante	0.5
<i>l</i> = Relación de transmisión	1
θ Angulo	90 eje Z 0 eje XY
Fo Precarga, solo para husillo	0

Cálculo coeficiente de fricción Acero-Bronce

$$\tan(\lambda) = \frac{PB}{\pi * dp}$$

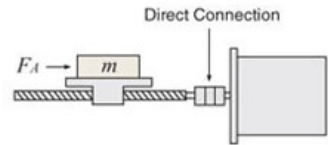
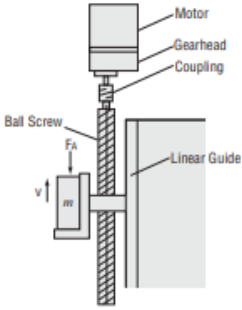
$$\lambda = \text{atan} \frac{8}{7 * \pi}$$

$$\lambda = 19.991$$

$$\eta = \frac{1 - \mu_0 * \tan(\lambda)}{1 + \mu_0 * \tan(\lambda)}$$

$$\eta = \frac{1 - 0.15 * \tan(19.991)}{1 + 0.15 * \cot(19.991)}$$

$$\eta = 0.669$$



Cálculo torque necesario para los ejes X, Y, Z

Cálculo para determinar el torque necesario para el eje Z.

$$F = FA + m * g(\sin(\theta) + \mu * \cos(\theta))$$

$$F = 86.88\text{N} + 14.7\text{N}(\sin(90) + 0.5 * \cos(90))$$

$$F = 101.58\text{N}$$

$$TZ = \left(\frac{F * PB}{2 * \pi * \eta} + \frac{\mu_0 * F_0 * PB}{2 * \pi} \right) \frac{1}{i}$$

$$TZ = \left(\frac{101.58 * 8\text{mm}}{2 * \pi * 0.6} + \frac{0.15 * 0 * 8\text{mm}}{2 * \pi} \right) \frac{1}{1}$$

$$TZ = 217.14 \text{ N.mm o } 0.21714 \text{ Nm}$$

Cálculo para determinar el torque necesario para el eje X, Y

$$F = FA + m * g(\sin(\theta) + \mu * \cos(\theta))$$

$$F = 86.88\text{N} + 79\text{N}(\sin(0) + 0.5 * \cos(0))$$

$$F = 126.38\text{N}$$

$$TZ = \left(\frac{F * PB}{2 * \pi * \eta} + \frac{\mu_0 * F_0 * PB}{2 * \pi} \right) \frac{1}{i}$$

$$TZ = \left(\frac{126.38 * 8\text{mm}}{2 * \pi * 0.6} + \frac{0.15 * 0 * 8\text{mm}}{2 * \pi} \right) \frac{1}{1}$$

$$TZ = 268.18 \text{ N.mm o } 0.26818 \text{ Nm}$$

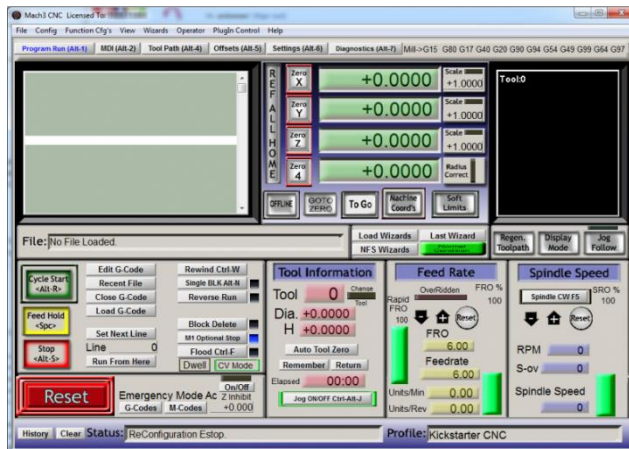
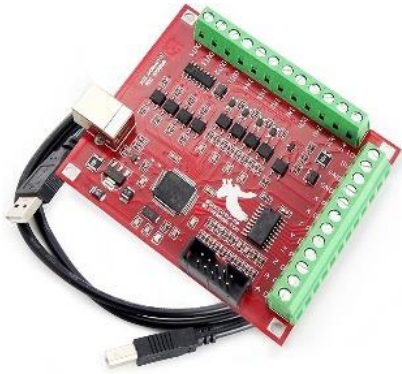
- TZ (N. mm) : Par motor resultante
- $F(N)$: Fuerza de avance y peso del soporte del motor
- FA (N) : Fuerza externa
- PB (mm) : Longitud de avance del husillo
- η : Eficiencia del husillo
- μ_0 : Coeficiente de fricción acero – bronce
- $F_0(N)$: Precarga (solo husillo de bolas)
- i : Relación de transmisión
- m (Kg) : Masa total de mesa y carga.
- g (m/s²) : Aceleración de la gravedad (9.81m/s²)
- θ (°) : Angulo de inclinacion del husillo.



Desarrollo del proyecto
Análisis y selección de materiales
Validación Eléctrica



Selección de la Unidad de control de la máquina CNC



Características de la Tarjeta CNC Mach 3

- Dimensiones 69x52mm
- Voltaje de trabajo 5 y 24VDC
- Control de hasta 4 Ejes
- Pulso de salida 100 KHz
- Voltaje de trabajo
- 4 señales de entrada
- 4 señales de salida
- Compatible con Windows 8/10/11
- Lenguaje de Programación (Códigos G y M)
- Control de Home Limits
- Control PWM



Motores a pasos para el movimiento de los ejes X,Y,Z

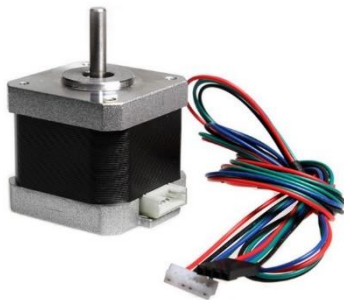
Motor a pasos para el Eje Z

- Modelo: 3A012 Nema 17
- Dimensiones: 42mm x 42 mm x 40 mm
- Angulo de paso: 1.8 Grados
- Corriente nominal: 1.2 A
- Resistencia: 1.7 Ohm
- Torque: 0.4 Nm

$$F_s = \frac{\text{Estres Final}}{\text{Estres de diseño}}$$

$$F_s = \frac{0.4 \text{ Nm}}{0.21714 \text{ Nm}}$$

$$F_s = 1.84$$



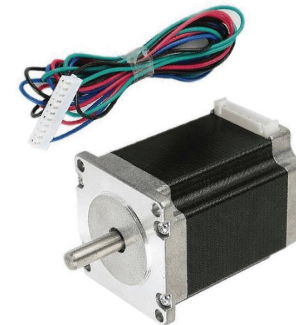
Motor a Pasos para el Eje Y

- Modelo: 57HD6013-03 Nema 23
- Dimensiones: 76mm
- Angulo de paso: 1.8 Grados
- Corriente nominal: 3 A
- Resistencia de fase: 0.9 Ohm
- Torque: 1.8 Nm

$$F_s = \frac{\text{Estres Final}}{\text{Estres de diseño}}$$

$$F_s = \frac{1.8 \text{ Nm}}{0.26818 \text{ Nm}}$$

$$F_s = 6.71$$



Driver HY-DIV268N-5A para el control de motores a pasos.



HY-DIV268N-5A:

Este driver basado en el chip TB6600 es un módulo controlador de motor paso a paso de tipo bipolar que permite varios modos micro paso (1,1/2, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16 paso)

CARACTERISTICAS TECNICAS:

- Compatible con motores de 12V a 48V DC
 - Corriente de excitación máxima 5A
 - Baja velocidad de funcionamiento muy suave
 - Protección contra sobre voltaje, bajo voltaje, sobre corriente y cortocircuitos
 - Temperatura de funcionamiento: -10 a 45 °C
- Control PUL: Cada pulso a su entrada corresponde a un paso del motor
- DIR: Activa el sentido de giro del motor dependiendo del estado



Dremel 4000 como herramienta de corte para la Máquina CNC

El Dremel 4000 tiene una potencia de 175 W y su voltaje de entrada es de 110VAC, su velocidad es regulable manualmente y varia desde los 5000 RPM hasta los 35000 RPM.



$$Fs = \frac{\text{Estres Final}}{\text{Estres de diseño}}$$

$$Fs = \frac{175W}{108 W}$$

$$Fs = 1.62$$

las características del Dremel 4000 son las siguientes:

Potencia de salida: 175 W

Voltaje de trabajo: 110/240 VAC

Peso: 660gr

Velocidad: 5000 – 35000 PRM



Fuente de Alimentación para la Máquina CNC

Son 4 motores a pasos, Nema 23 y 17

3 Motores a pasos Nema 23 – 3 A

1 Motor a pasos Nema 17- 1.2 A

Para calcular la potencia requerida

$$P = (V) (I1 + I2 + I3 + I4)$$

$$P = (36V) (3 A + 3 A + 3 A + 1.2 A)$$

$$P = 367,2W$$

Disponibilidad en el mercado

36V 16.7A 600W



Alimentación CNC MACH 3

$$V = (24 VDC) (1 A)$$

$$V = 24W$$

Disponibilidad en el mercado



Meishile Power Supply
S-360-24
Input Voltage: AC110/220V+-15%V
DC Output: 24V 15A
Made In China

BENEFICIOS DE UN VOLTAJE MAYOR

Mayor rendimiento en los motores a pasos

Mejor rendimiento Par del motor o Torque

Mejor Disipación del calor generado



Sensores Utilizados – Dispositivos de protección

1 PARO DE EMERGENCIA NC



Previene accidentes laborales y daños ocasionados

Accionamiento Mecánico - Manual

5 Finales de Carrera NA-COMUN-NC



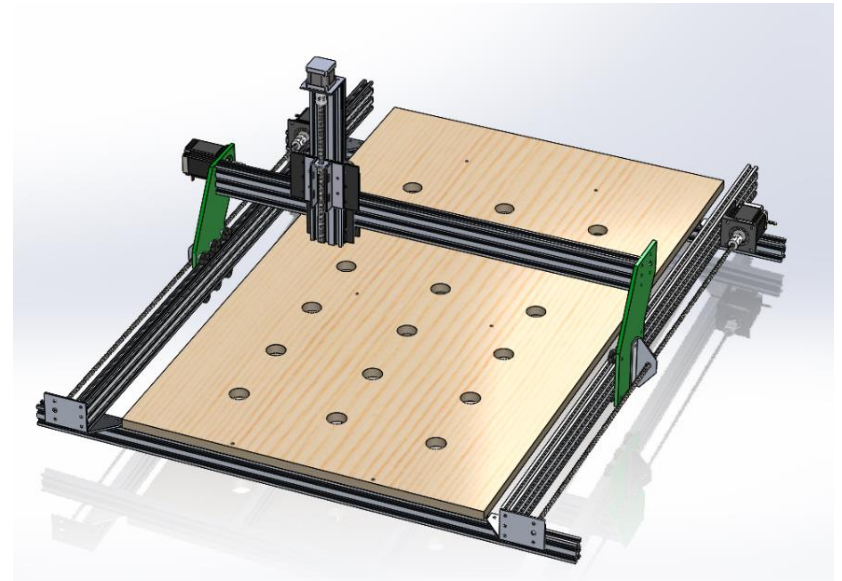
Previene accidentes laborales y daños ocasionados

Accionamiento Mecánico – Lim Eje



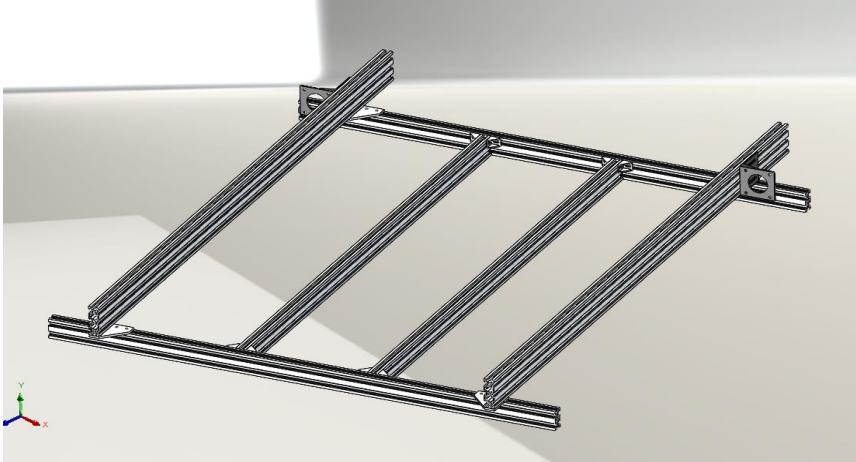
Desarrollo del proyecto

Implementación de la parte Mecánica

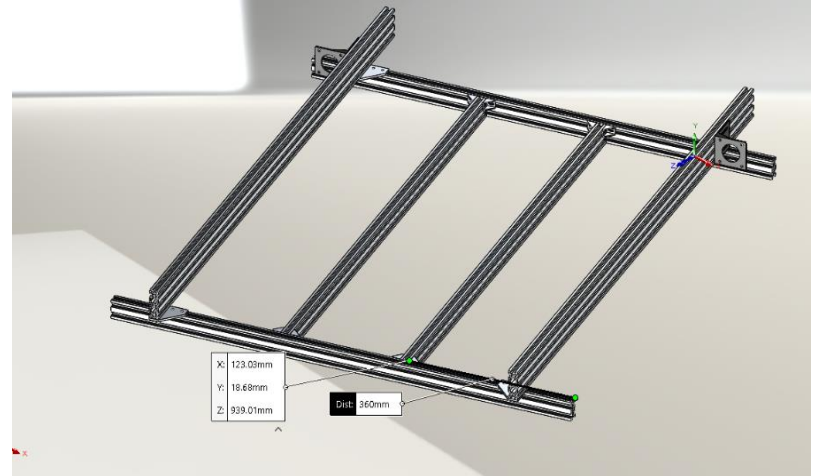


Implementación del Chasis

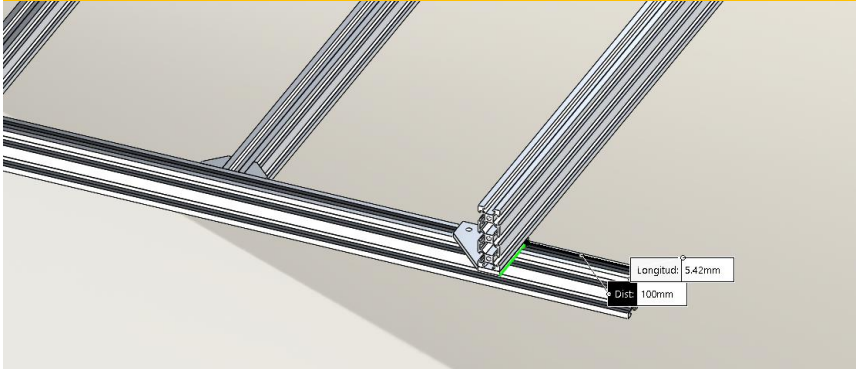
Chasis Completo



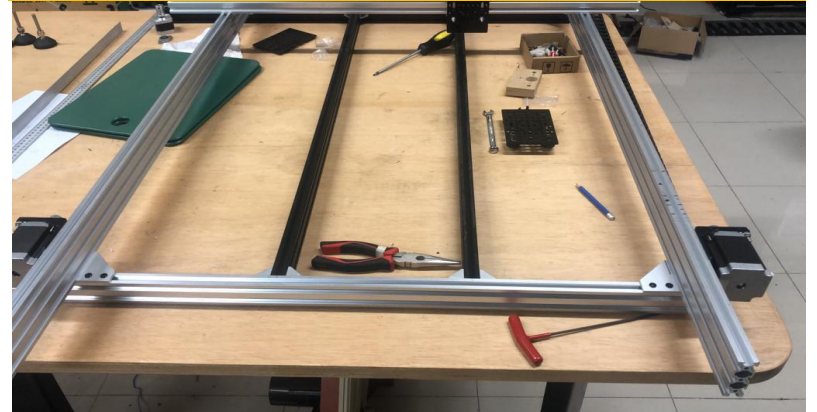
Distancia Perfil 20x40



Distancia Perfil 20x60



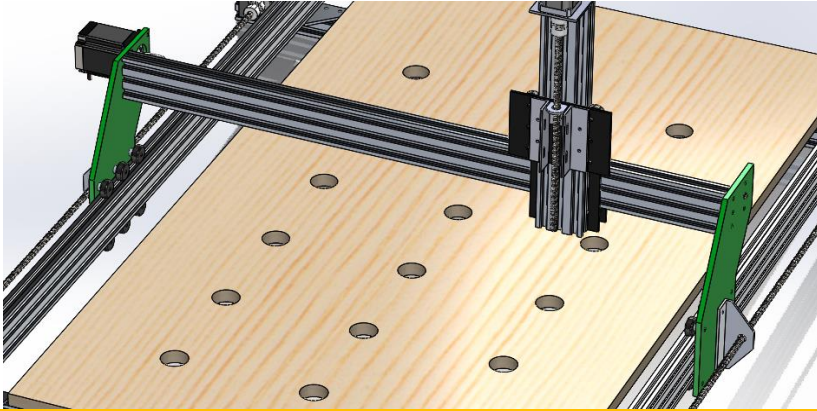
Chasis Completo



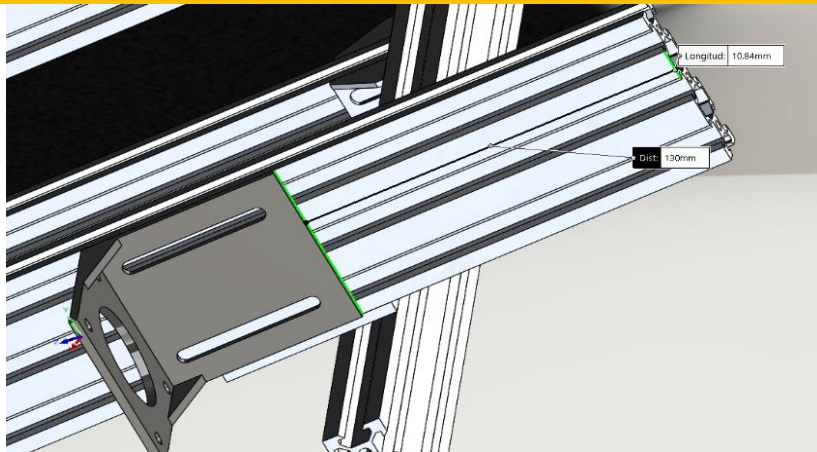
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Implementación del eje Y

Eje Y Completo



Distancia Base del Motor



Fijación de las Ruedas

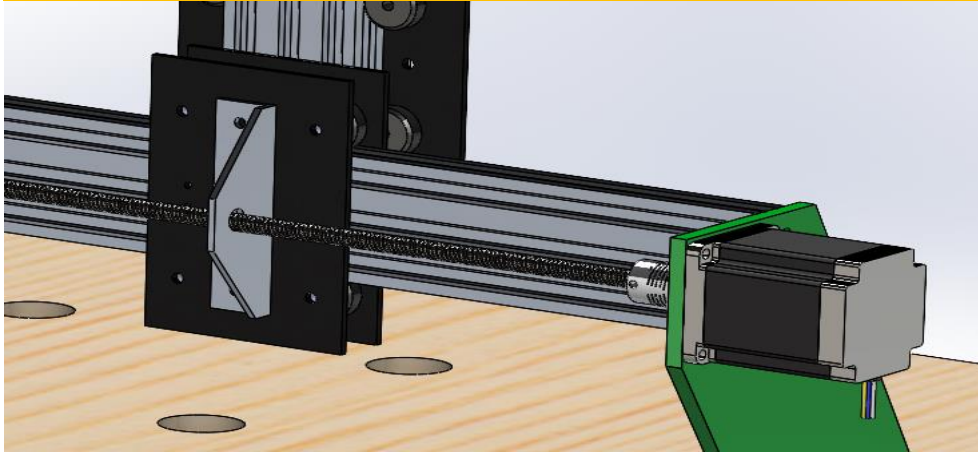


Instalación Base y Motor

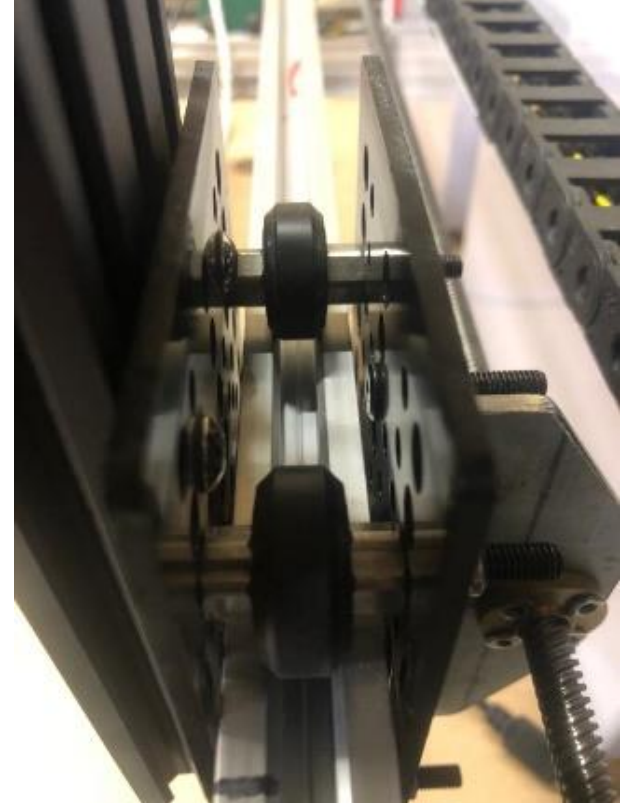


Implementación del eje X

Eje X Completo



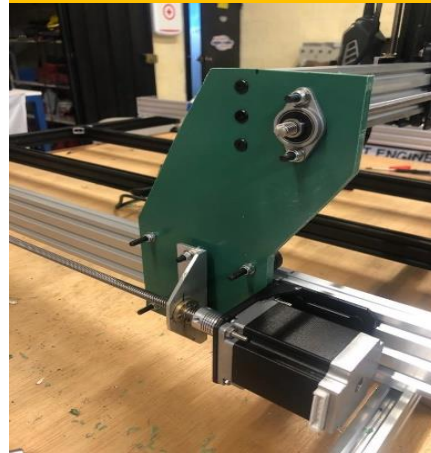
Fijación Placas Universales



Base Tuerca T

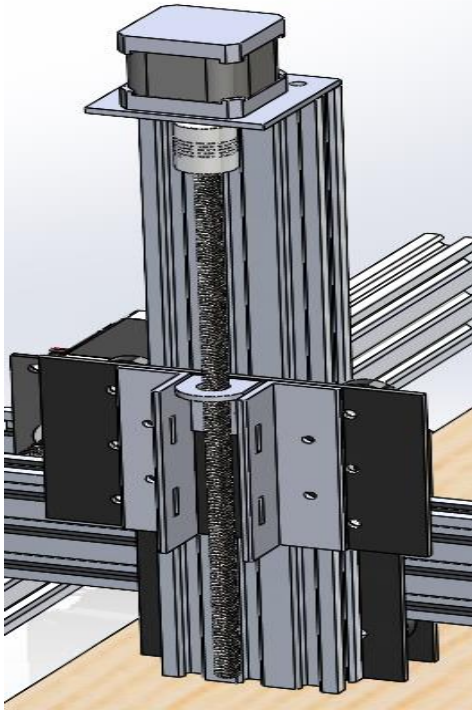


Placa Eje X y Y



Implementación del eje Z

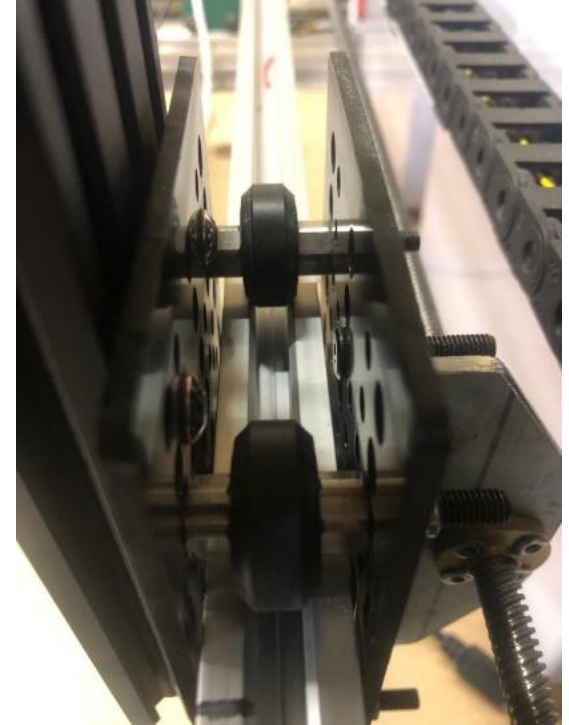
Eje Z Completo



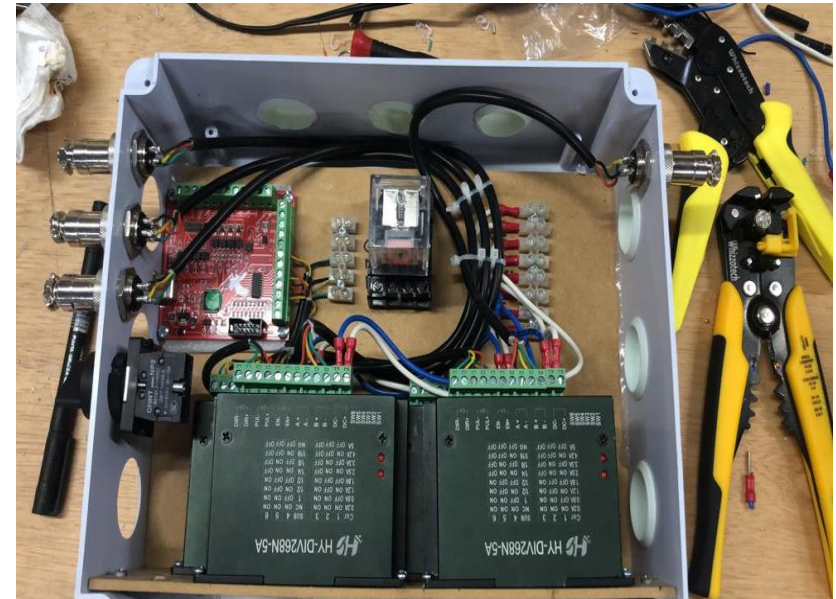
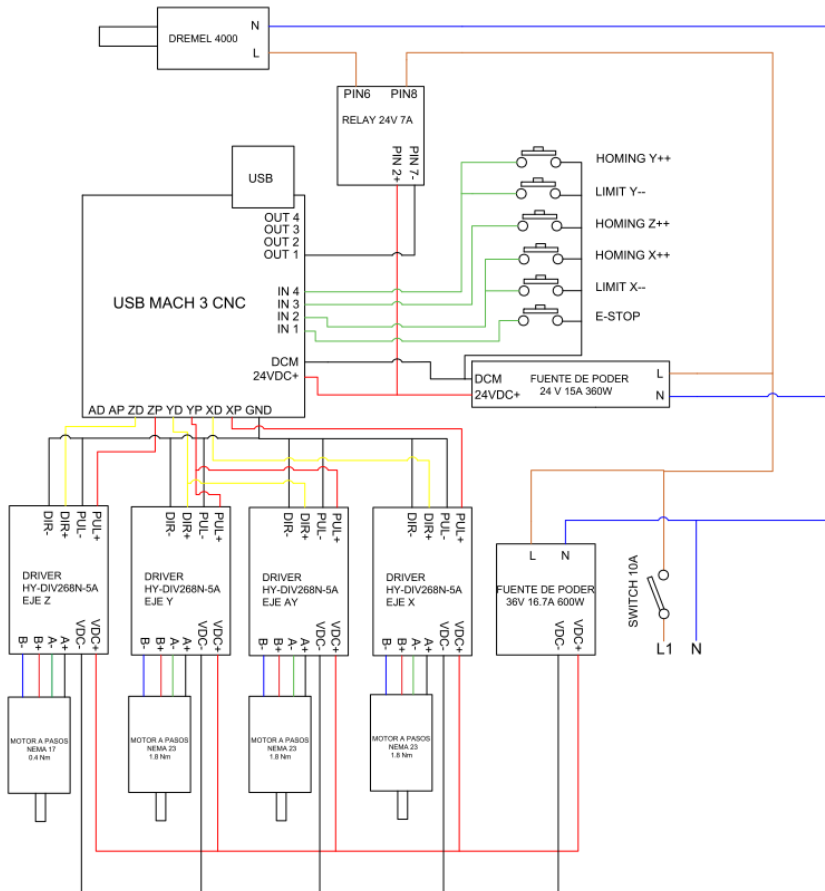
Fijación Acople- Tornillo



Fijación del Eje Z al X



Desarrollo del proyecto Implementación Eléctrica

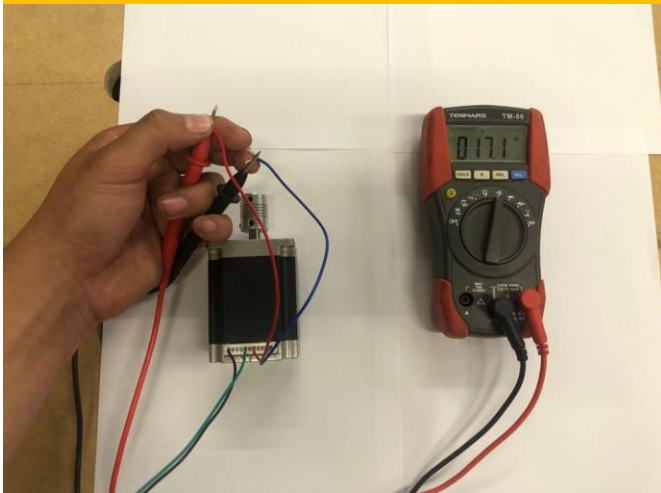


Implementación Eléctrica

Diagrama Driver



Prueba Bobinado Motor



Configuración Drivers para los motores a pasos 1,8 Nm

Amperaje 3A			Pasos Medios 0.9 Grados		
SW1	SW2	SW3	SW4	SW5	SW6
ON	ON	OFF	ON	OFF	ON

Configuración Drivers para los motores a pasos 0.4 Nm

Amperaje 1.2A			Pasos Medios 0.9 Grados		
SW1	SW2	SW3	SW4	SW5	SW6
ON	OFF	ON	ON	OFF	ON



Implementación Eléctrica

Relé Control Herramienta



Final Eje Y--



Final Eje X++



Final Eje Z++



Parametrización de la Máquina CNC

Habilitación Puertos para Motores

Engine Configuration... Ports & Pins

Port Setup and Axis Selection | Motor Outputs | Input Signals | Output Signals | Encoder/MPG's | Spindle Setup | Mill Options

Signal	Enabled	Step Pin#	Dir Pin#	Dir LowActi...	Step Low A...	Step Port	Dir Port
X Axis		1	2			1	1
Y Axis		3	4			1	1
Z Axis		5	6			1	1
A Axis		7	8			1	1
B Axis		0	0			0	0
C Axis		0	0			0	0
Spindle		0	0			0	0

Aceptar Cancelar Aplicar

Habilitación puertos para señales de entrada

Engine Configuration... Ports & Pins

Port Setup and Axis Selection | Motor Outputs | Input Signals | Output Signals | Encoder/MPG's | Spindle Setup | Mill Options

Signal	Enabled	Port #	Pin Number	Active Low	Emulated	HotKey
X ++		3	2			0
X --		3	2			0
X Home		3	2			0
Y ++		3	4			0
Y --		3	4			0
Y Home		3	4			0
Z ++		3	3			0
Z --		1	0			0
Z Home		3	3			0

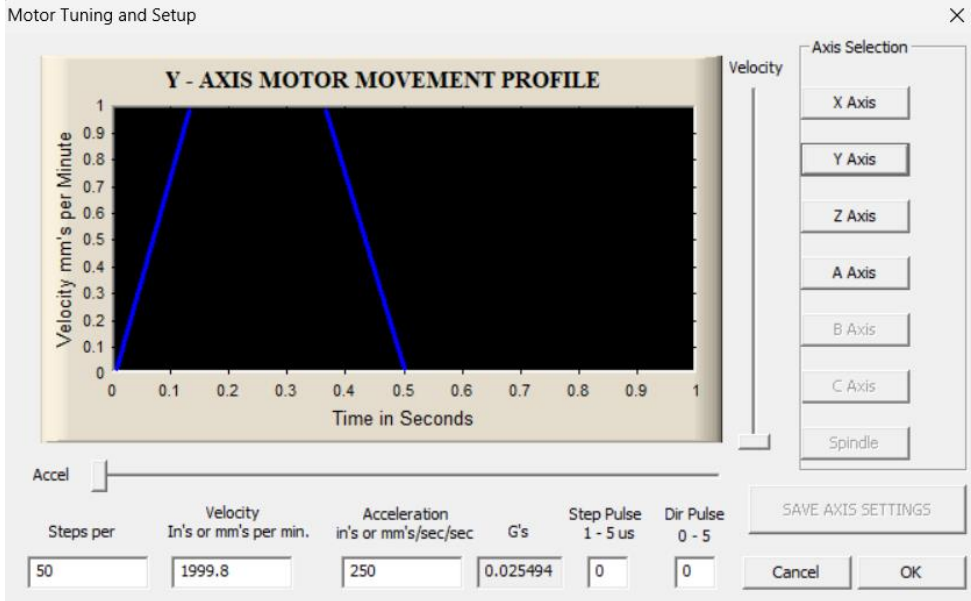
Pins 10-13 and 15 are inputs. Only these 5 pin numbers may be used on this screen

Automated Setup of Inputs

Aceptar Cancelar Aplicar



Parametrización de la Máquina CNC



Parametrización de los motores

$$\text{Pasos} = \frac{\text{Pasos del motor}}{\text{Pasos del tornillo sin fin}}$$

$$\text{Pasos} = \frac{200}{8}$$

$$\text{Pasos} = 25$$

$$\text{Pasos} = 25 \times 2$$

$$\text{Pasos} = 50$$

Motor Home/SoftLimits

Entries are in setup units.

Axis	Reversed	Soft Max	Soft Min	Slow Zone	Home Off.	Home N...	Auto Zero	Speed %
X		658.00	-658.00	1.00	0.0000			100
Y		820.00	-820.00	1.00	0.0000			100
Z		139.00	-139.00	1.00	0.0000			100
A		100.00	-100.00	1.00	0.0000			20
B		100.00	-100.00	1.00	0.0000			20
C		100.00	-100.00	1.00	0.0000			20

G28 home location coordinates

X: [0] A: [0]
 Y: [0] B: [0]
 Z: [0] C: [0]

Parametrización de los Homing Limits

Parametrización de la Máquina CNC

Engine Configuration... Ports & Pins

Port Setup and Axis Selection | Motor Outputs | Input Signals | Output Signals | Encoder/MPG's | Spindle Setup | Mill Options

Signal	Enabled	Port #	Pin Number	Active Low
Enable3	<input type="checkbox"/>	1	0	<input checked="" type="checkbox"/>
Enable4	<input type="checkbox"/>	1	0	<input checked="" type="checkbox"/>
Enable5	<input type="checkbox"/>	1	0	<input checked="" type="checkbox"/>
Enable6	<input type="checkbox"/>	1	0	<input checked="" type="checkbox"/>
Output #1	<input checked="" type="checkbox"/>	3	1	<input checked="" type="checkbox"/>
Output #2	<input type="checkbox"/>	1	0	<input checked="" type="checkbox"/>
Output #3	<input type="checkbox"/>	1	0	<input checked="" type="checkbox"/>
Output #4	<input type="checkbox"/>	1	0	<input checked="" type="checkbox"/>
Output #5	<input type="checkbox"/>	1	0	<input checked="" type="checkbox"/>
Output #6	<input type="checkbox"/>	1	0	<input checked="" type="checkbox"/>

Pins 2 - 9 , 1, 14, 16, and 17 are output pins. No other pin numbers should be used.

Aceptar Cancelar Aplicar

Habilitación Control de la Herramienta de Corte

Engine Configuration... Ports & Pins

Port Setup and Axis Selection | Motor Outputs | Input Signals | Output Signals | Encoder/MPG's | Spindle Setup | Mill Options

Relay Control

Disable Spindle Relays

Clockwise (M3) Output # 1

CCW (M4) Output # 1

Output Signal #s 1-6

Flood Mist Control

Disable Flood/Mist relays Delay

Mist M7 Output # 4 0

Flood M8 Output # 3 0

Output Signal #s 1-6

ModBus Spindle - Use Step/Dir as well

Enabled Reg 64 64 - 127

Max ADC Count 16380

Motor Control

Use Spindle Motor Output

PWM Control

Step/Dir Motor

PWMBase Freq: 5

Minimum PWM 0 %

General Parameters

CW Delay Spin UP 1 Seconds

CCW Delay Spin UP 1 Seconds

CW Delay Spind DOWN 1 Seconds

CCW Delay Spin DOWN 1 Seconds

Immediate Relay off before delay

Special Functions

Use Spindle Feedback in Sync Modes

Closed Loop Spindle Control

P 0.25 I 1 D 0.3

Spindle Speed Averaging

Special Options, Usually Off

HotWire Heat for Jog

Laser Mode. freq 1

Torch Volts Control

Torch Auto Off

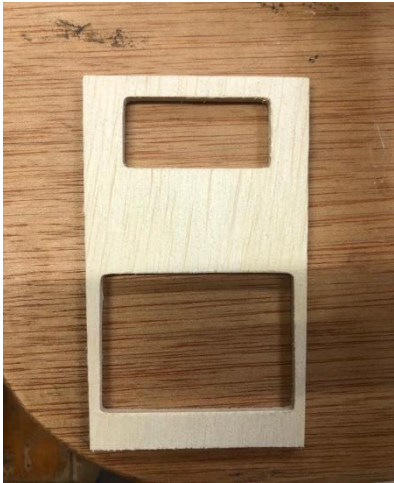
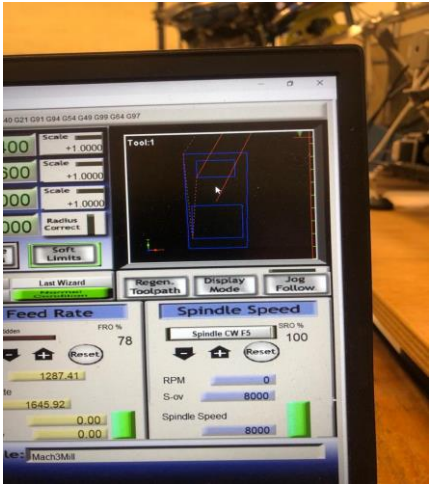
Aceptar Cancelar Aplicar



Resultados, Conclusiones, Recomendaciones



Resultados Obtenidos en la Prueba – Tiempo 2:43 Minutos



Dimensionamiento obtenidas para la base servomotores.			
Descripción	Dimensiones de diseño	Dimensiones obtenidas	Margen de error
Longitud de la pieza	109mm	109.11mm	0.11mm
Ancho inferior	57mm	57.11mm	0.11mm
Ancho Superior	62mm	61.99mm	0.01mm
Ancho de porta servomotores	40mm	39.94mm	0.06mm



Presupuesto Del proyecto

Presupuesto de la máquina CNC Router	
Descripción	Costo Total
Implementación del chasis	113.69\$
Implementación del eje Y	352.16\$
Implementación del eje X	177.58\$
Implementación del eje Z	89.69\$
Implementación de la mesa	26.38\$
Implementación del sistema eléctrico	463.68\$
Presupuesto Total:	1223.18\$

SAVE \$50 FOR EVERY \$800 WITH CODE **BM3D20230731** [See all eligible items and terms](#)

750x750mm QueenBee PRO CNC Router Machine Full Kit 4 Axis Wood Router Engraver -
mostrar título original

Estado: Nuevo

Controller:

Option:

Spindle:

Option:

Cantidad: Último

Precio: **US \$1 890.00**
(US \$1 890.00 /unit)

[¡Cómpralo ahora!](#)

[Agregar al carro de compras](#)

[Agregar a la Lista de favoritos](#)

En Relación a una Máquina CNC Similar

Costo Beneficio

Precio de un Kit de Aeromodelismo



Precio: 170\$

Incluye Solo Balsa y Tríplex

Material: 70 \$

Mano de Obra: 100\$

Conclusión: Se necesita la venta de 8 Kits para Recuperar la Inversión Realizada



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Conclusiones

- Se obtuvo una máquina capaz de cortar y tallar en madera para la fabricación de piezas de aeromodelismo con dimensiones de corte de 800mm x 600mm x 80mm.
- Es fundamental la realización de análisis estructurales y análisis de torsión para validar si la máquina resistirá los esfuerzos a las que se le someterá.
- Los parámetros de fresado y mecanizado son necesarios en las máquinas CNC Router para la selección de materiales, de esto depende cálculos como la fuerza de corte o la potencia neta de corte para la selección de una herramienta de fresado.
- Los materiales para la implementación de la máquina se escogieron en base a los cálculos obtenidos y a la disponibilidad existente en el mercado nacional.



Conclusiones

- Los perfiles de Aluminio Tipo V son excelentes para el sistema de movimiento de los ejes y como cuerpo y estructura para la máquina.
- El torque de los motores a pasos se seleccionó en base a la fuerza de corte obtenida de 86.88N y los pesos estructurales de los ejes X, Y, Z mediante un cálculo específico para tornillos sin fin.
- La tarjeta CNC Mach 3 se escogió basado en las comparaciones realizadas a las otras tarjetas disponibles en el mercado nacional y por su compatibilidad con el postprocesador del software SolidWorks.
- Para la selección de los controladores para los motores a pasos se tomó en consideración los amperajes máximos que estos pueden soportar, 3 amperios para el eje X, Y, 1.2 amperios para el eje Z.
- Toda la implementación de la máquina se basó en un diseño realizado en el software SolidWorks como guía para el ensamblado.
- Tener una buena parametrización en el software CNC Mach 3 puede aumentar la eficiencia de la máquina y sus características de seguridad.



Recomendaciones

- Emplear buenas estrategias de diseño y mecanizado para obtener una mejor calidad en la elaboración de piezas de aeromodelismo.
- Emplear softwares de diseño que sean compatibles con la tarjeta controladora CNC Mach3.
- Realizar los mecanizados con herramientas especializadas para los distintos materiales, por ejemplo, utilizar fresas especializadas en madera.
- Realizar pruebas de funcionamiento de la máquina a distintas velocidades de avance y con distintas revoluciones de la herramienta de corte, evaluar cual es la más efectiva en relación a la calidad – Tiempo.



Gracias Por la Atención prestada



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA