



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CORTADORA
POR PLASMA DE TRES EJES CON CAMA DE AGUA
MEDIANTE CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO
PARA EL LABORATORIO CNC. ”**

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

Sandra Molina

Carlos Terán

Latacunga 2017

AGENDA

1. OBJETIVOS
2. HIPÓTESIS
3. ESTADO DEL ARTE
4. EL PLASMA Y SUS APLICACIONES
5. DISEÑO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA MECATRÓNICO
6. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA MECATRÓNICO
7. PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

OBJETIVO GENERAL

- ▶ Diseñar y construir una cortadora por plasma de tres ejes con cama de agua mediante control numérico computarizado para el Laboratorio CNC.

Objetivos específicos

- ▶ Investigar los principales sistemas de corte por plasma.
- ▶ Determinar los parámetros de corte en función del material, área y espesor de corte.
- ▶ Diseñar una estructura resistente para la cortadora por plasma.
- ▶ Validar el diseño mediante software CAE.
- ▶ Construir la estructura con cama de agua y el sistema de control CNC para los tres ejes “X”, “Y”, “Z”.
- ▶ Ensamblar el sistema mecatrónico de la máquina.
- ▶ Realizar pruebas de operación de todo el sistema.

HIPÓTESIS

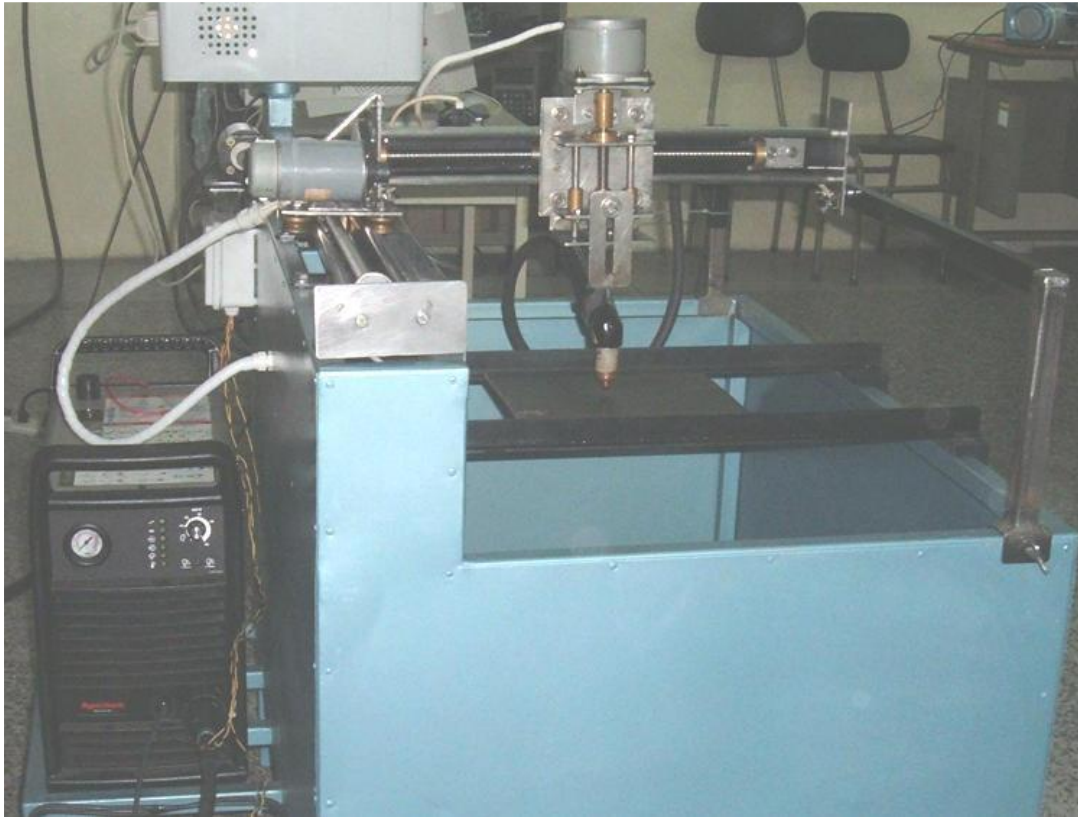
¿Con el diseño y la construcción de una cortadora por plasma de tres ejes con estructura tipo cama de agua, se logrará realizar cortes mediante control numérico computarizado?

ESTADO DEL ARTE

- ▶ “MESA DE CORTE TÉRMICO MEGACORD, WELD-RAF, Buenos Aires - Argentina, 2013.”

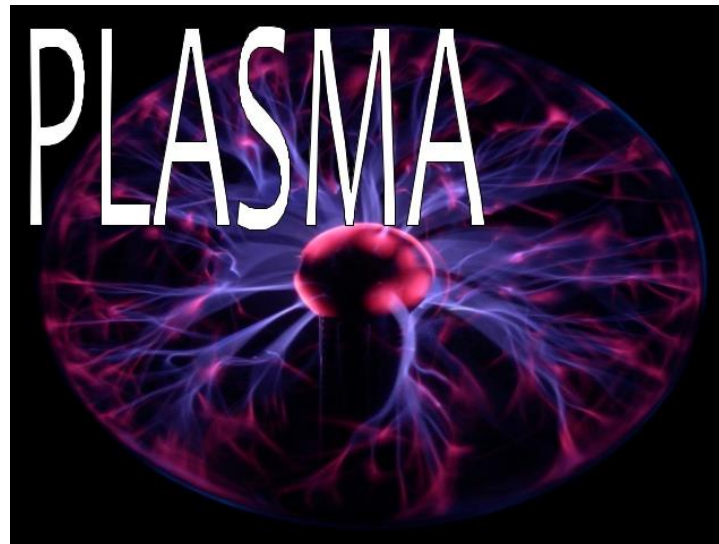


- ▶ DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE CORTE POR PLASMA MEDIANTE CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO CNC. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L, Latacunga, 2007.

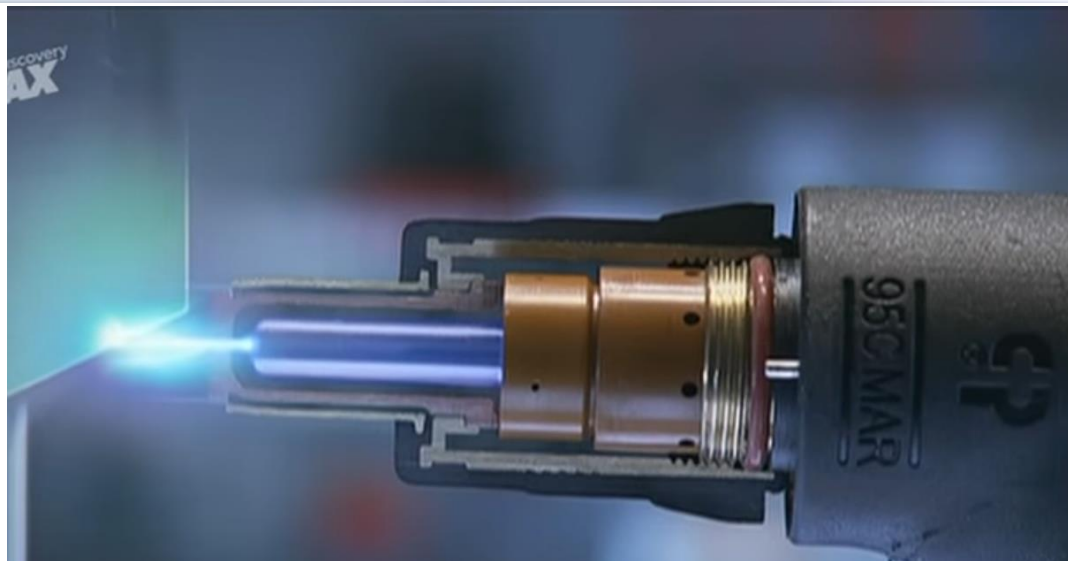
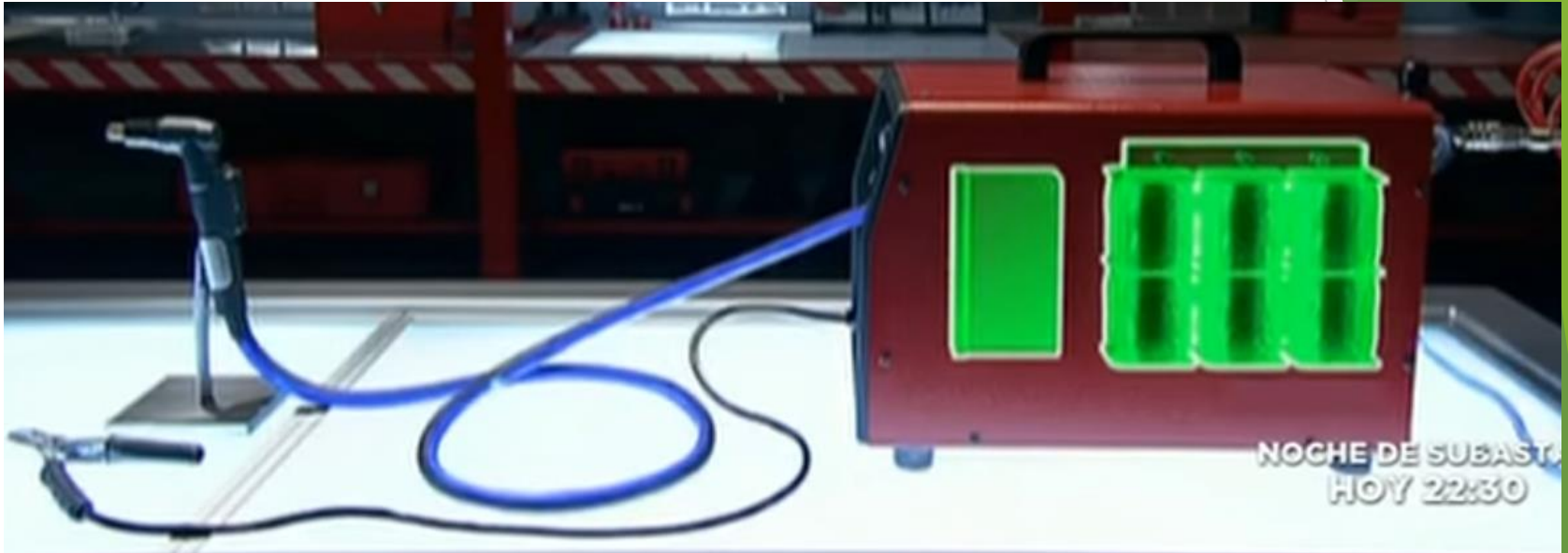


EL PLASMA

- ▶ Es un gas ionizado. Formado con partículas con cargas positivas (iones positivos) y negativas (electrones), en una proporción tal que la carga total es nula.
- ▶ Los electrones que se mueven libremente, pueden ser portadores de corriente eléctrica, el plasma es un gas buen conductor de la corriente eléctrica.



Formación del chorro de plasma



APLICACIONES



- ▶ Construcciones de edificios y puentes.
- ▶ Construcción de buques comerciales.
- ▶ Fabricación de remolques.

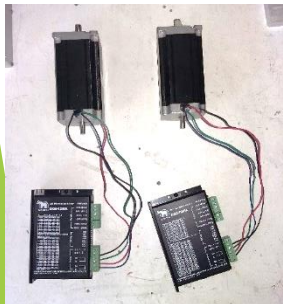
DISEÑO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA MECATRÓNICO

PARÁMETROS DE DISEÑO

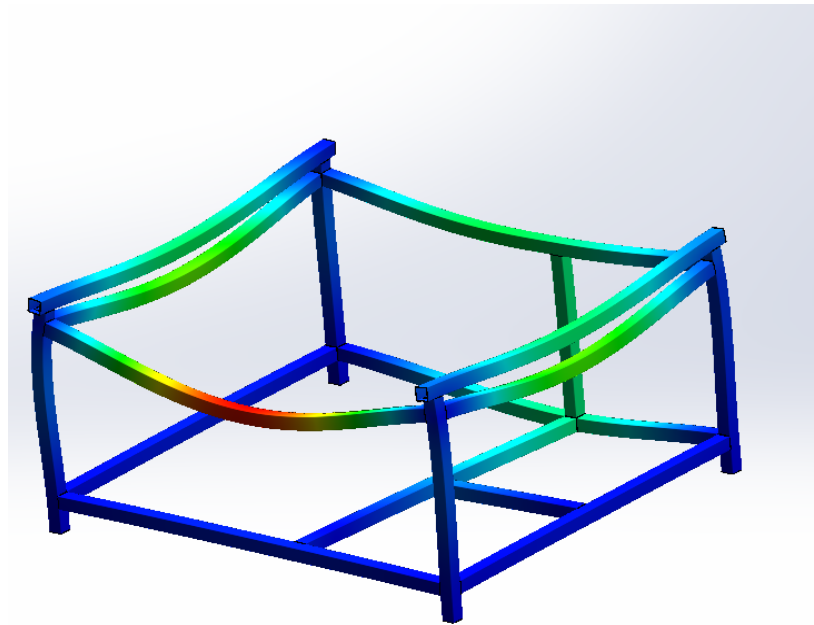
- ▶ Dimensiones de la plancha a cortar: 1,22 x 1,22 m.
- ▶ Se toma en consideración el equipo de corte Hypertherm Powermax 1000
- ▶ Espesores en Acero al Carbono: 1,9 - 9,5 mm.
- ▶ Velocidad de corte: para espesores de 1,9 mm. corriente de 40 A. la velocidad de corte recomendada es 5613mm/min y para un espesor de 9,5 con corriente de 60A la velocidad es 1014 mm/min.

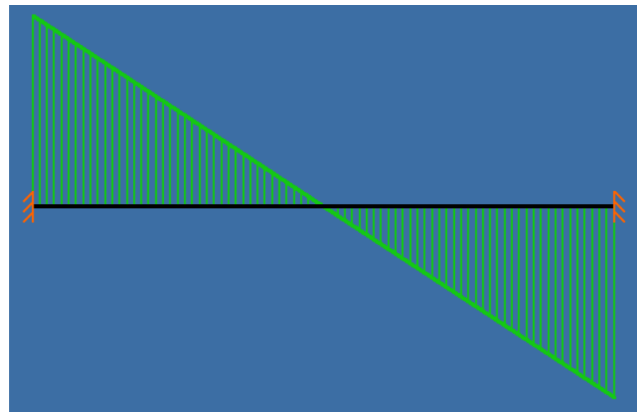
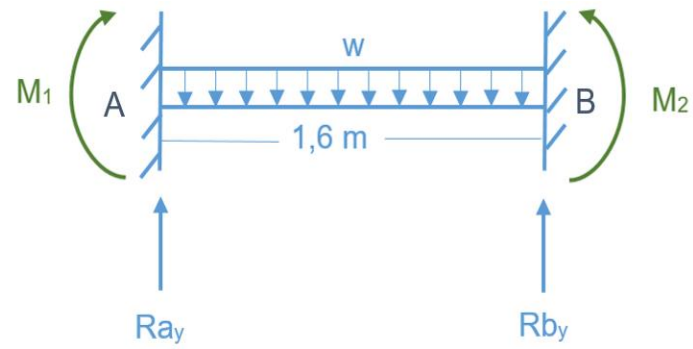
SELECCIÓN DE ALTERNATIVA

- ▶ Sistema de transmisión: Cadena
- ▶ Tipo de mesa de corte: mesa fija y pórtico móvil
- ▶ Sistema para reducción de polución: Basado en agua
- ▶ Tipo de motor: Motor a paso
- ▶ Equipo de corte Hypertherm Powermax 1000
- ▶ Controlador CNC: ADTECH HC-4500
- ▶ THC: Microstep SH-HC30
- ▶ Finales de carrera: Sensores inductivos
- ▶ Antorcha: DURAMAX

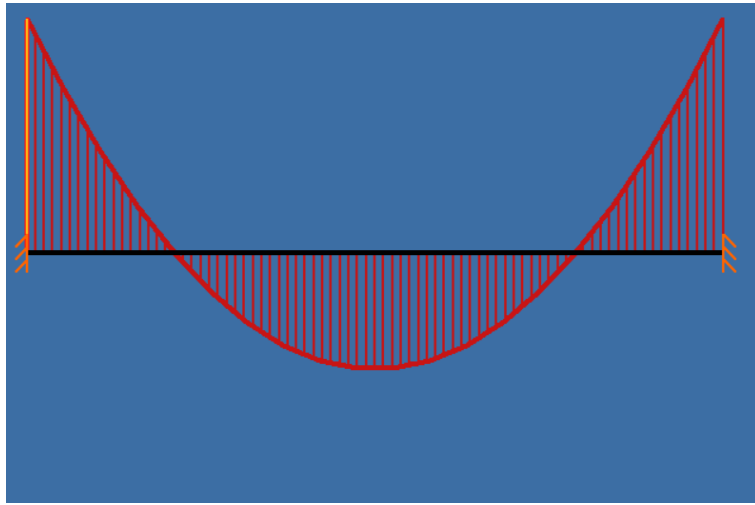


DISEÑO DEL SISTEMA MECÁNICO





$$V = 724,85 \text{ N}$$



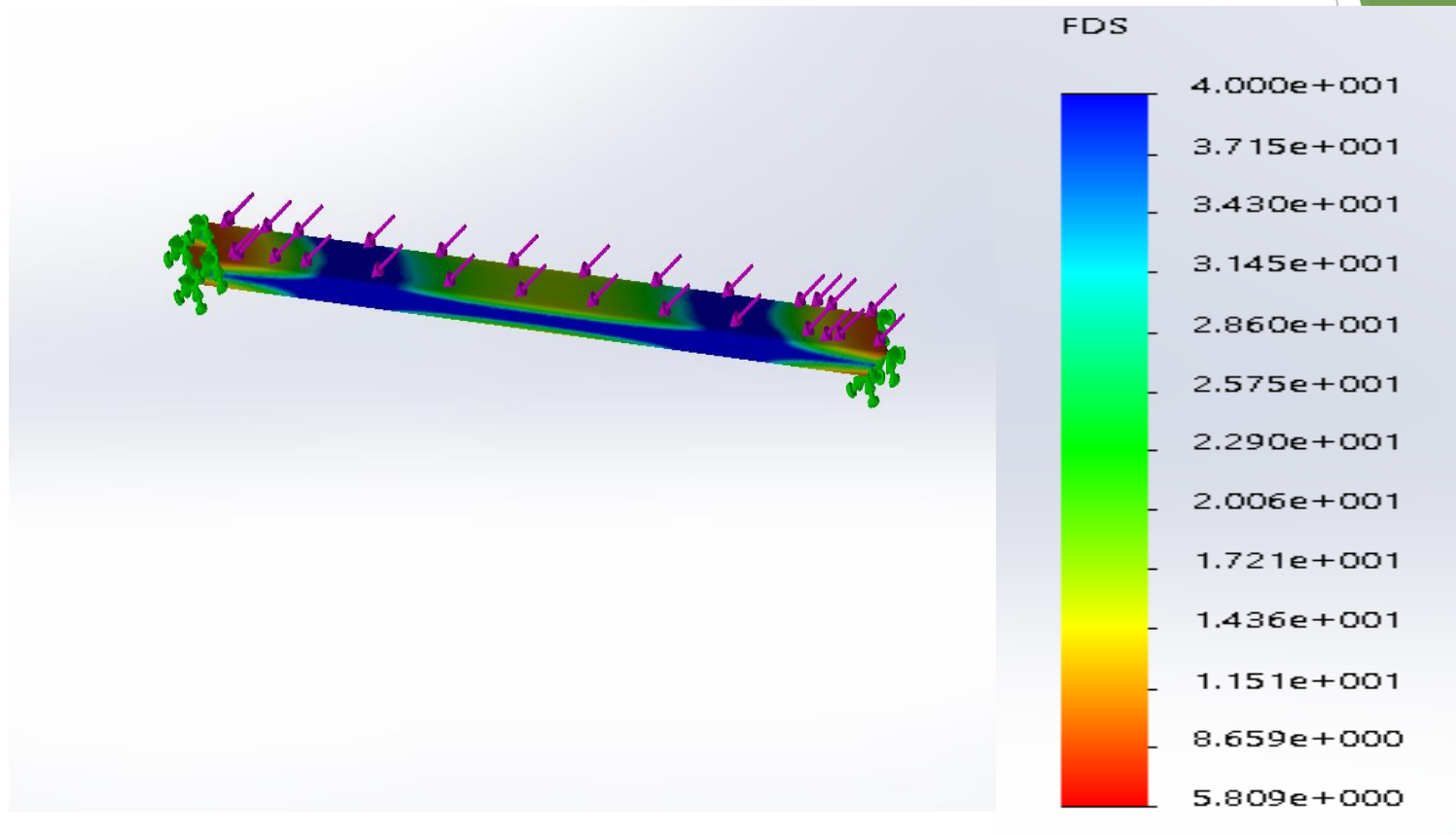
$$M = 193,293 \text{ N} - \text{m}$$

$$n = \frac{\sigma_{perm}}{\sigma_{von\ mises}} = 5,6$$

ANÁLISIS CAE

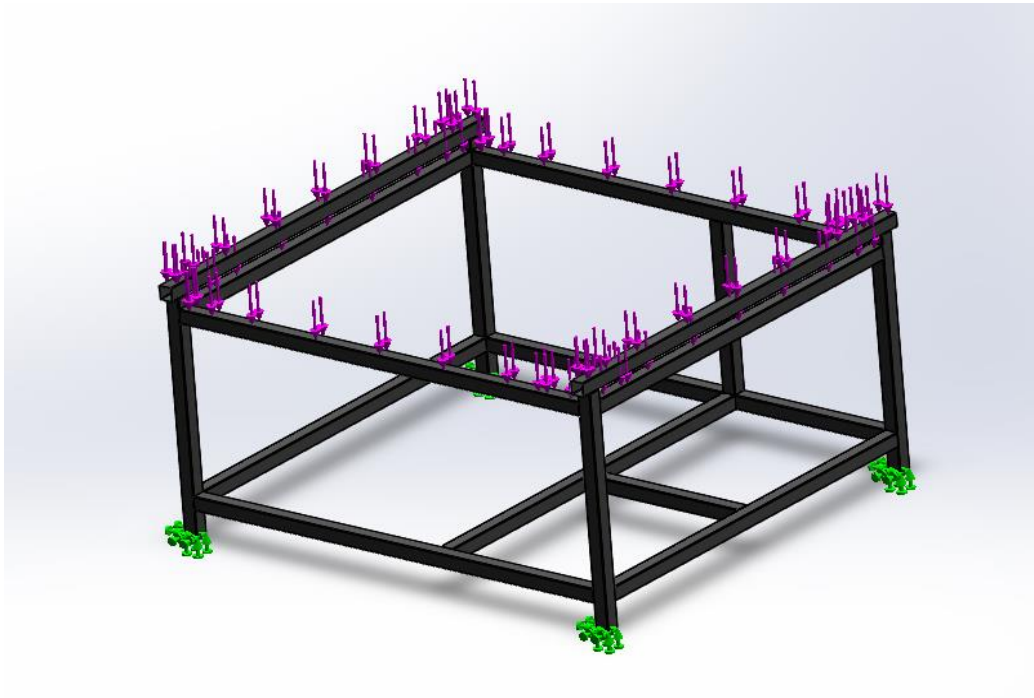


Factor de seguridad

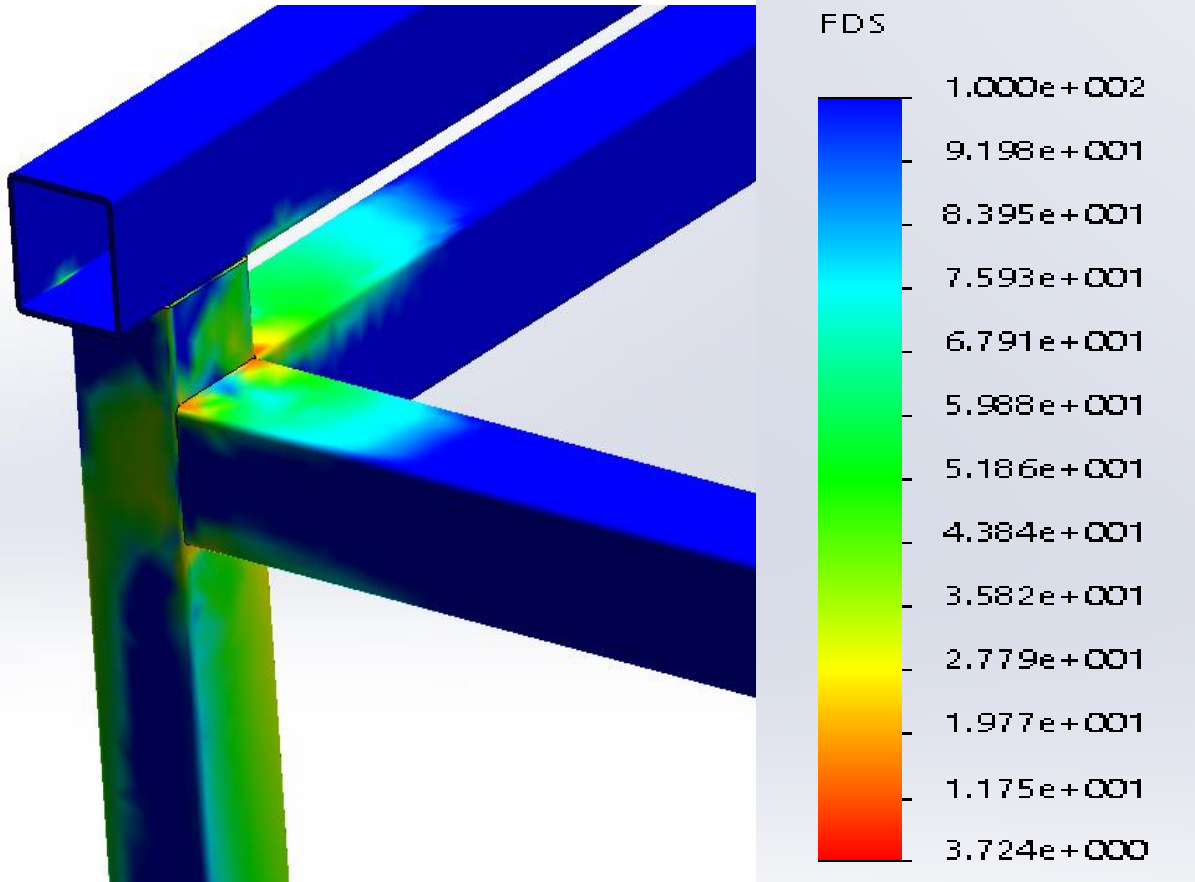


Valor calculado: 5,6
Valor simulado: 5,8

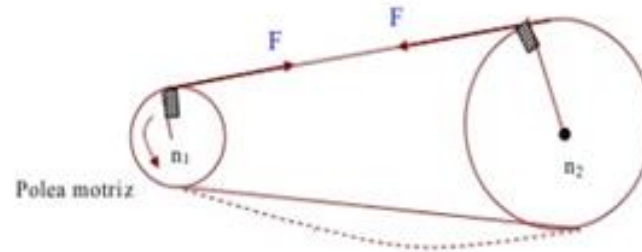
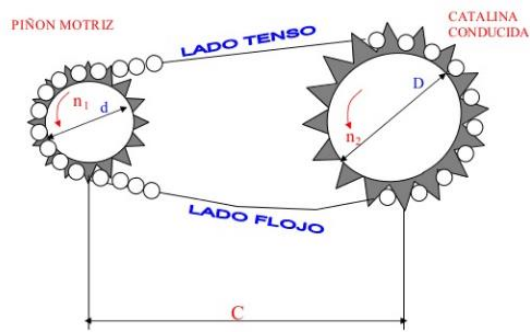
Análisis en la estructura principal



Factor de seguridad

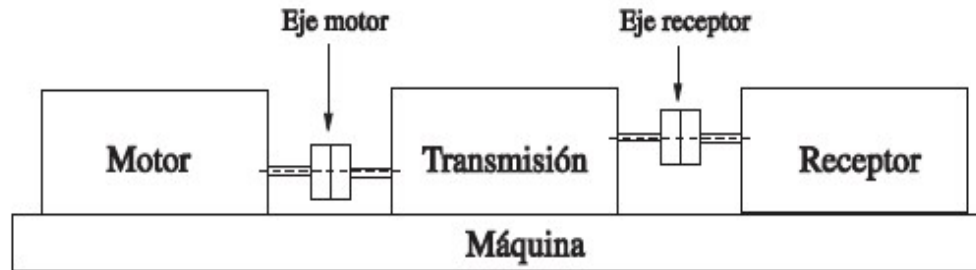


Transmisión por cadena



- ▶ *Relación de transmisión=1*
- ▶ $F = 112,4 \text{ lbf}$
- ▶ $\sigma = 7,78932 \text{ lbf}$
- ▶ Cadena ANSI N°35 → Soporta 2100 lb.
- ▶ Paso= $3/8 \text{ in}$
- ▶ Diámetro: $2,593 \text{ in}$

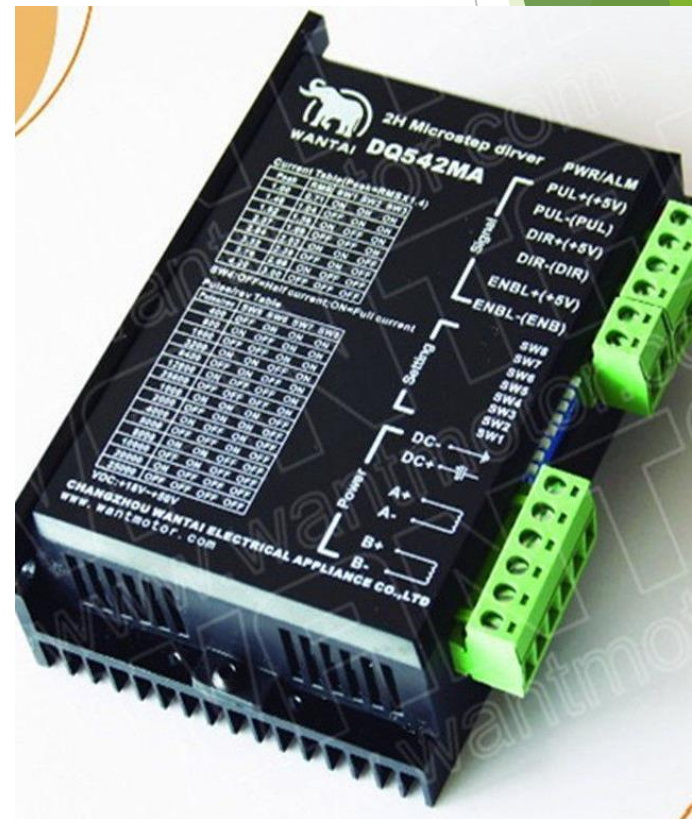
Cálculos motores



- ▶ $F = F_T + F_r + T_c$
- ▶ $T = F * r$
- ▶ $T_c = 57,97 \text{ lbf}$
- ▶ $F_T = 6.134 \text{ lbf}$
- ▶ $F_r = 0,01 \text{ lbf}$
- ▶ $F = 10,232 \text{ lbf}$
- ▶ $T_x = 318,48 \text{ Oz} - in$
- ▶ $T_y = 1599.36 \text{ Oz} - in$

Motor eje “X”

- ▶ $T = 318,48 \text{ Oz} - \text{in}$
- ▶ Motor De Pasos 57BYGH115-003b
- ▶ $T=425 \text{ oz-in}$
- ▶ Driver: DQ542MA

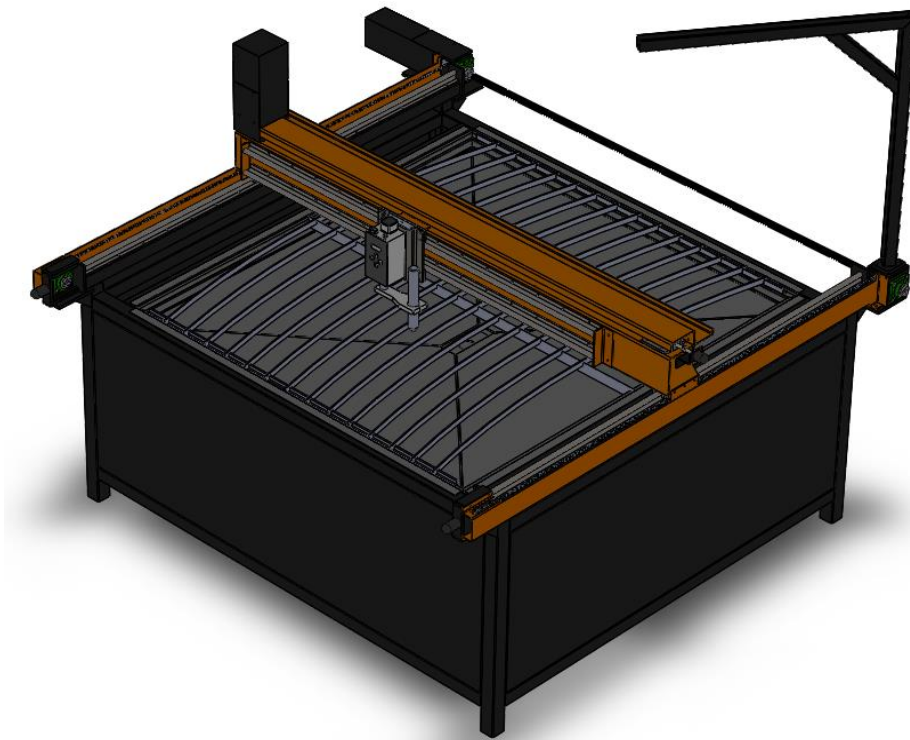


Motor eje “Y”

- ▶ $T = 1599.36 \text{ Oz} - \text{in}$
- ▶ Motor De Pasos 85BYGH450C-012B
- ▶ $T=1600 \text{ oz-in}$
- ▶ Driver: DQ860MA



DISEÑO FINAL



The background of the slide is a faded, grayscale image of a large industrial machine, likely a CNC lathe or mill, with various mechanical components and a control panel visible. On the right side, there is a prominent graphic overlay consisting of several overlapping, semi-transparent green shapes in various shades, creating a modern, geometric design. The text is centered in the lower half of the image.

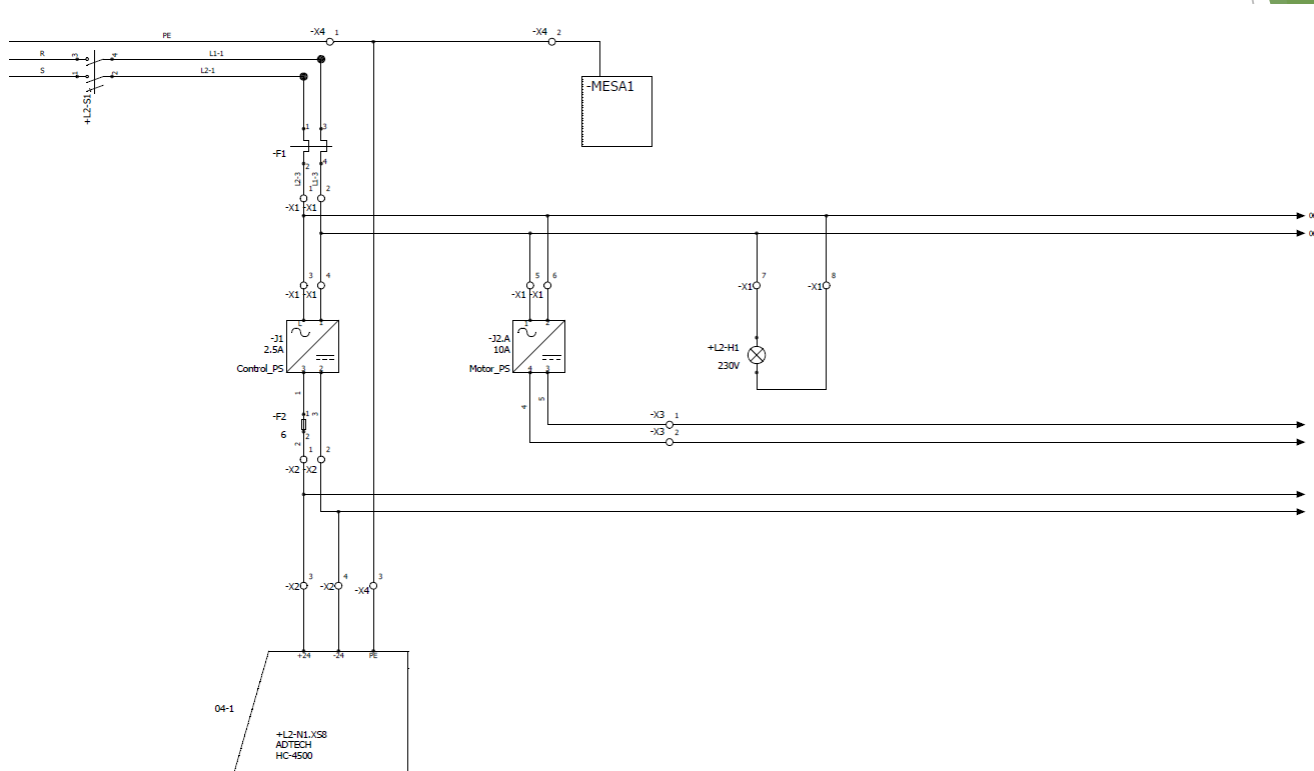
► **IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA
MECATRÓNICO**

Construcción Mecánica

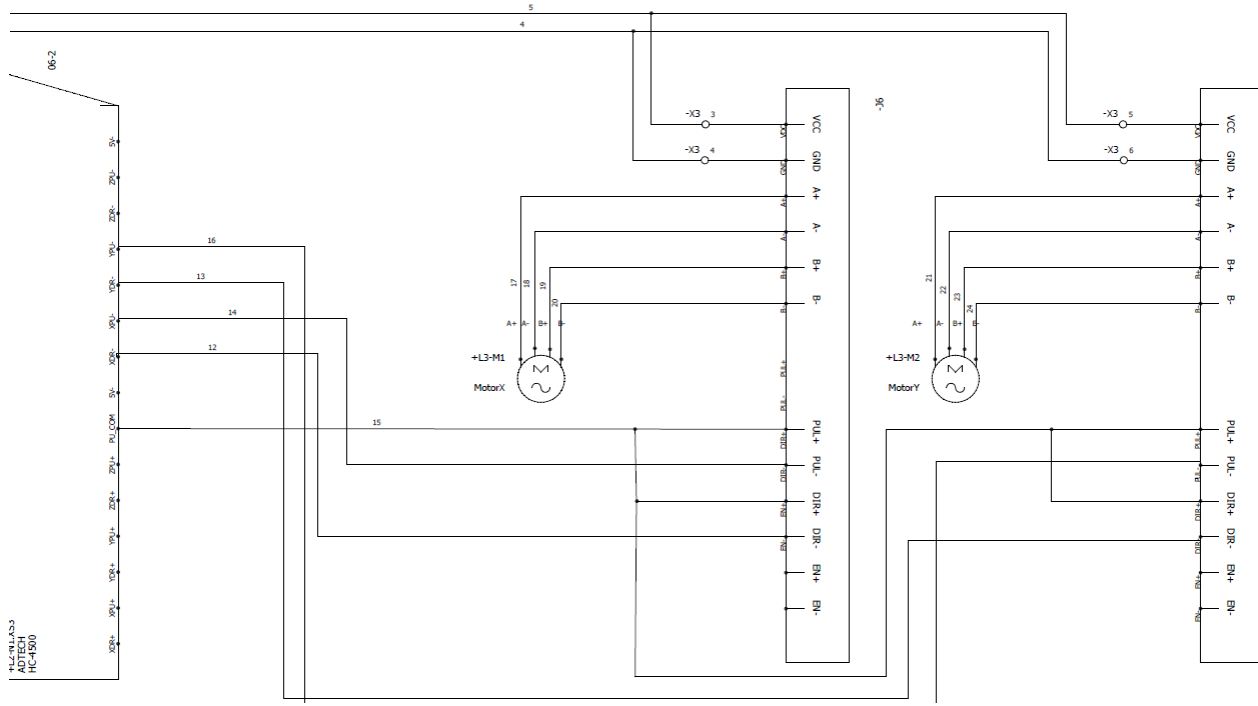




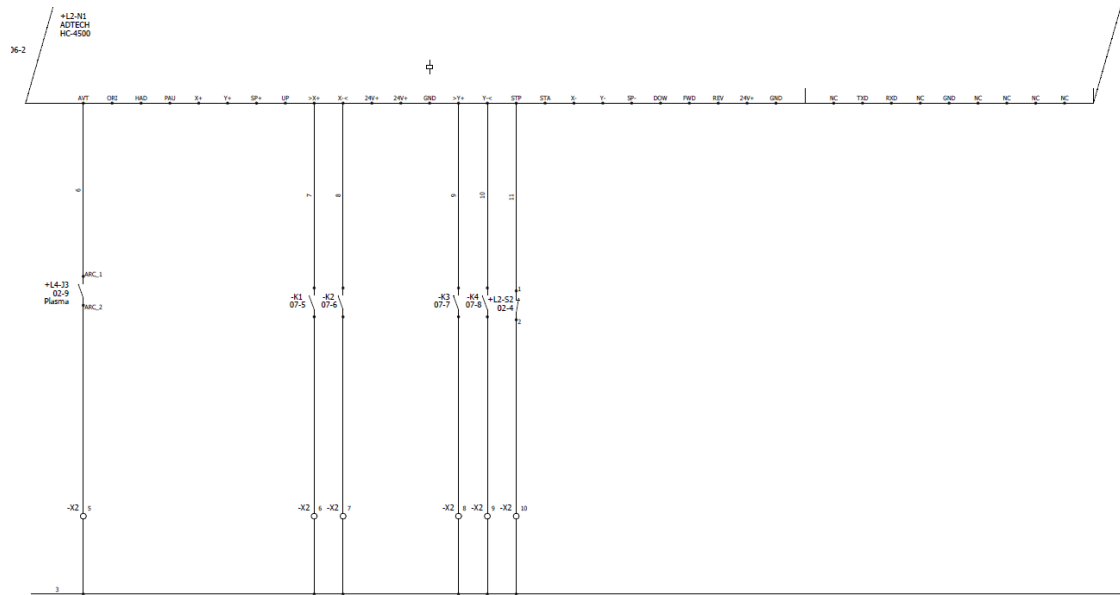
Implementación sistema de control



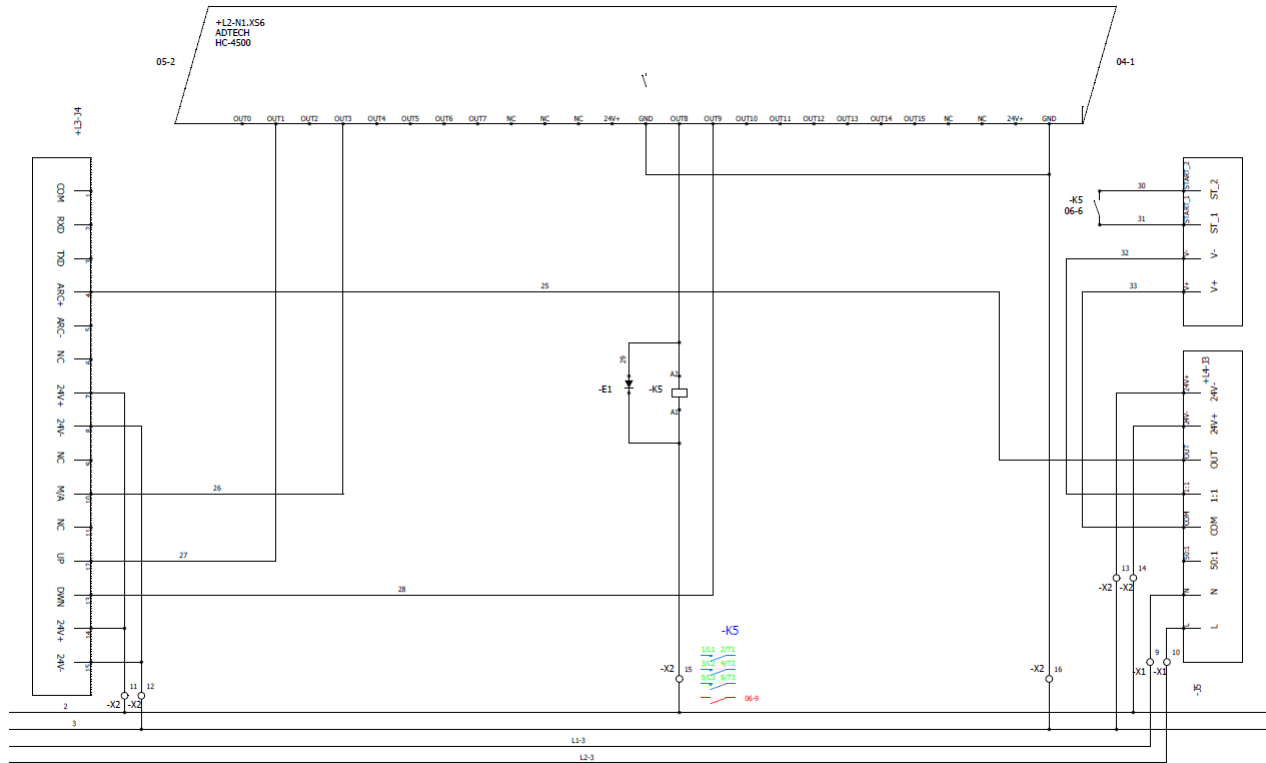
POTENCIA



MOTORES Y DRIVERS

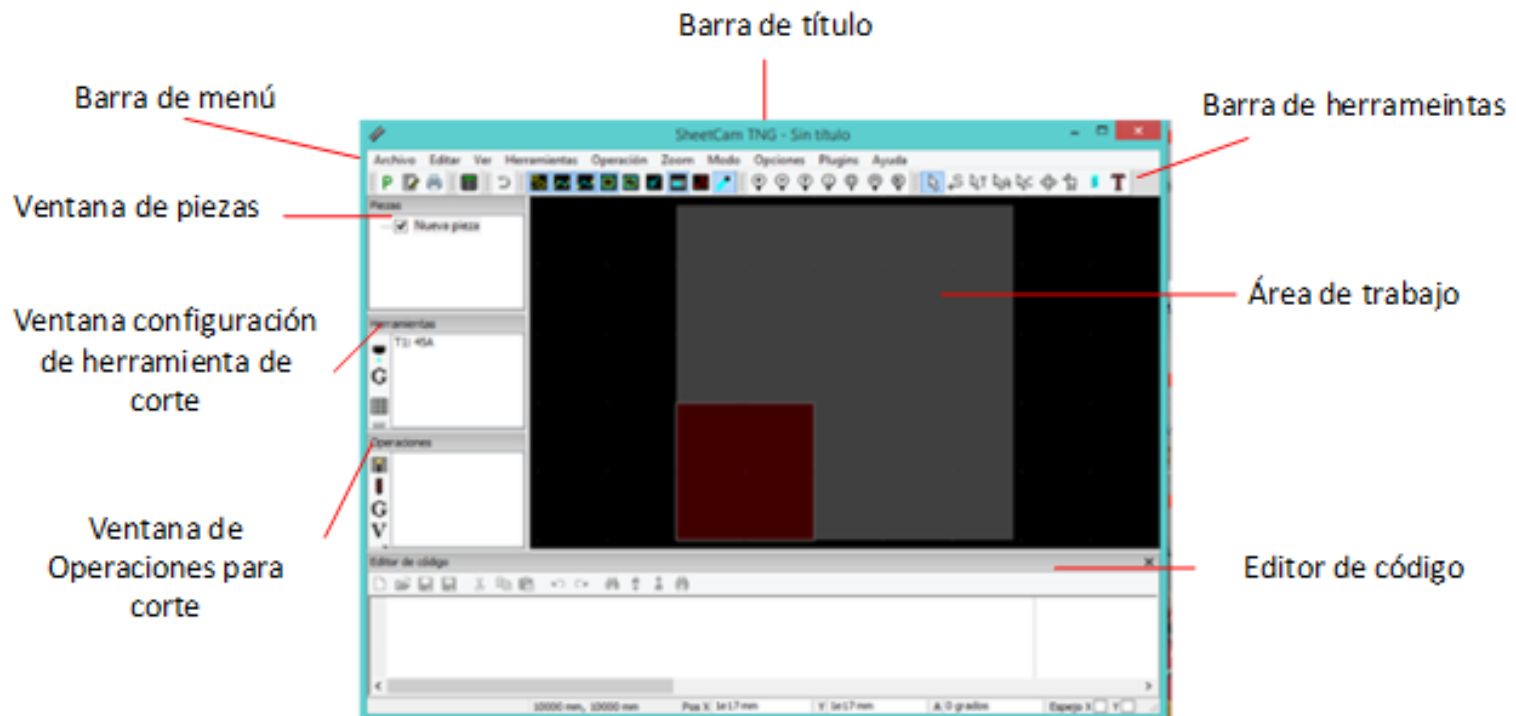


ENTRADAS



SALIDAS

GENERACIÓN DE CÓDIGO G



CORTADORA POR PLASMA DE 3 EJES





▶ **PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Pruebas

- ▶ Norma ISO 10360-2 2009,
- ▶ 5 diferentes longitudes de prueba
- ▶ Medidas 3 veces
- ▶ 5 diferentes posiciones en el volumen de medición de la máquina
- ▶ 75 mediciones



1



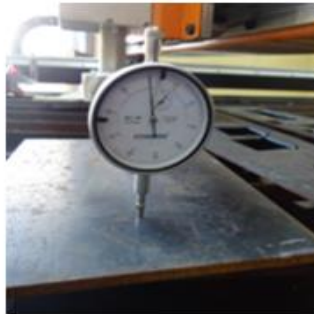
2



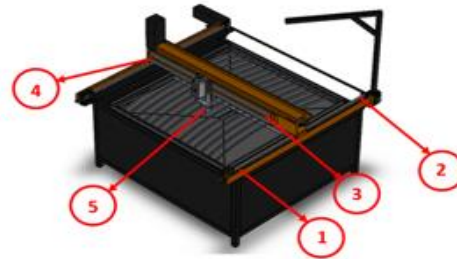
3



4



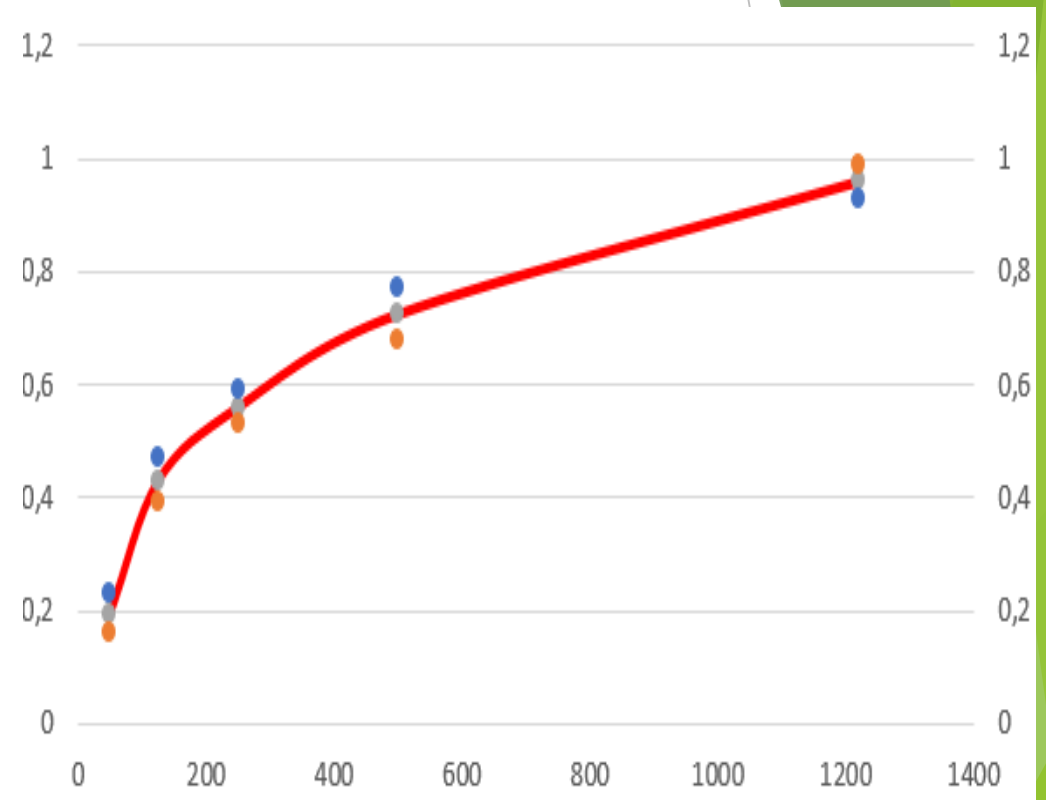
5



1-2 Eje "Y"
3-4 Eje "X"
5 Eje "Z"

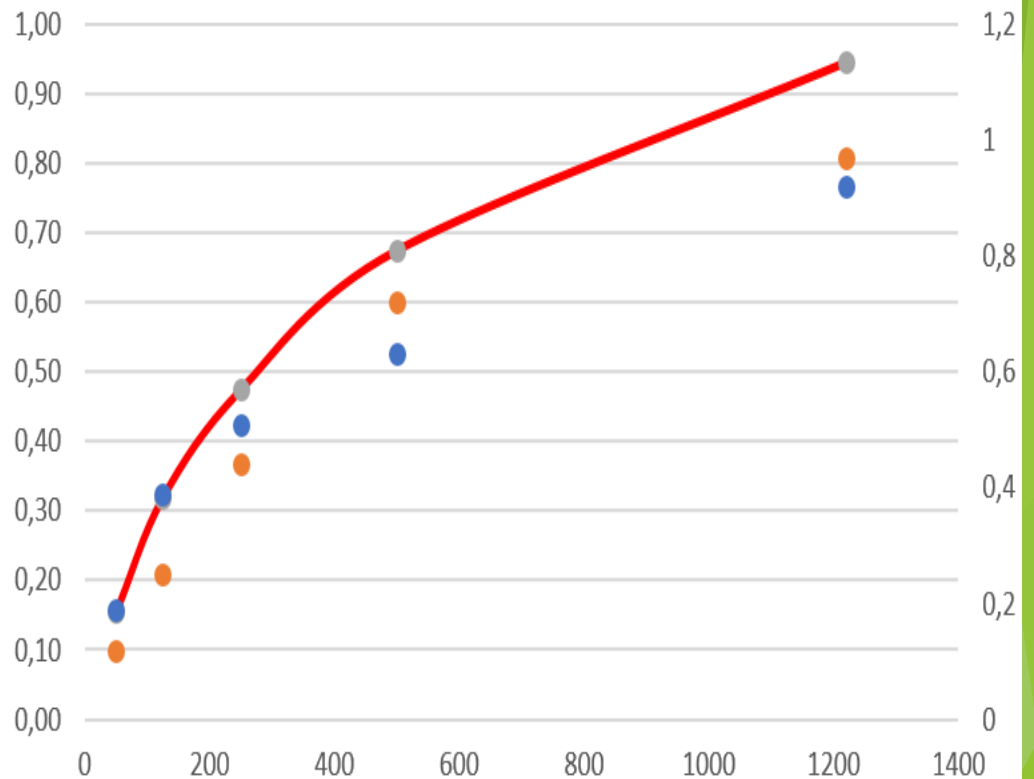
EJE “Y”

- ▶ El error máximo=0,99 mm.
- ▶ Repetibilidad=0,23 mm.



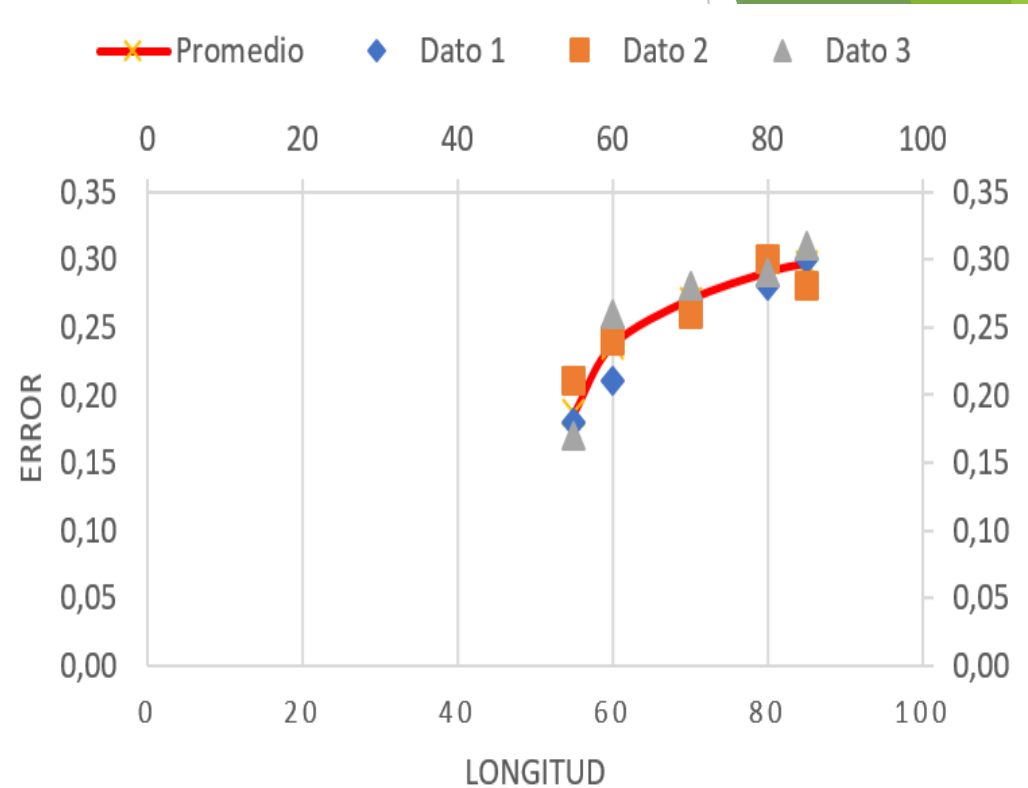
EJE "X"

- ▶ El error máximo= 0,97 mm.
- ▶ Repetibilidad=0.16mm



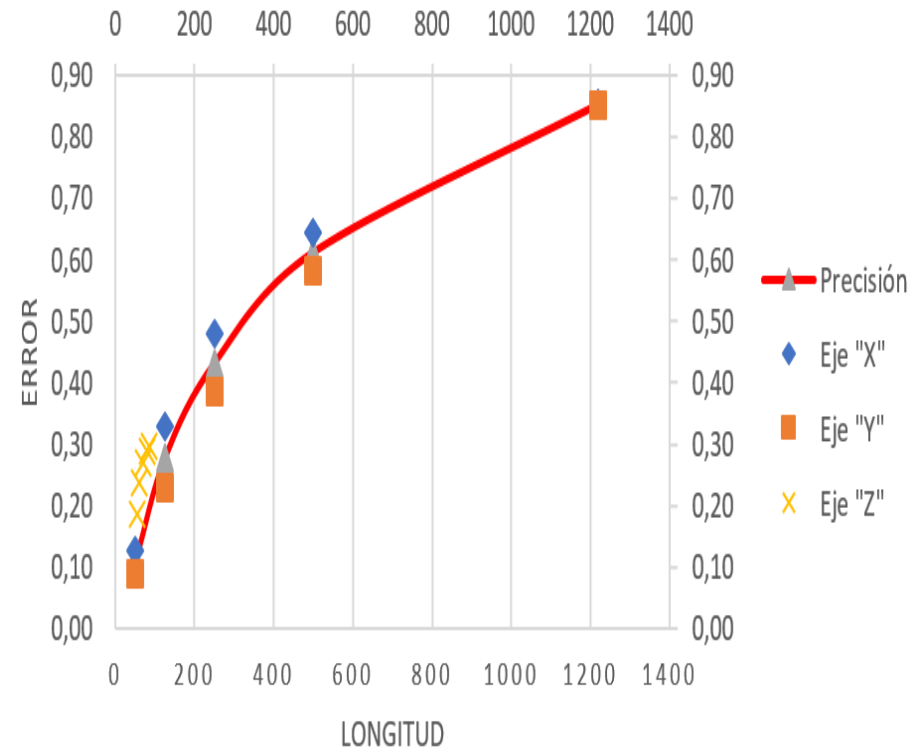
EJE “Z”

- ▶ Error máximo= 0,31 mm.
- ▶ Repetibilidad=0,03 mm.



ANÁLISIS MÁQUINA

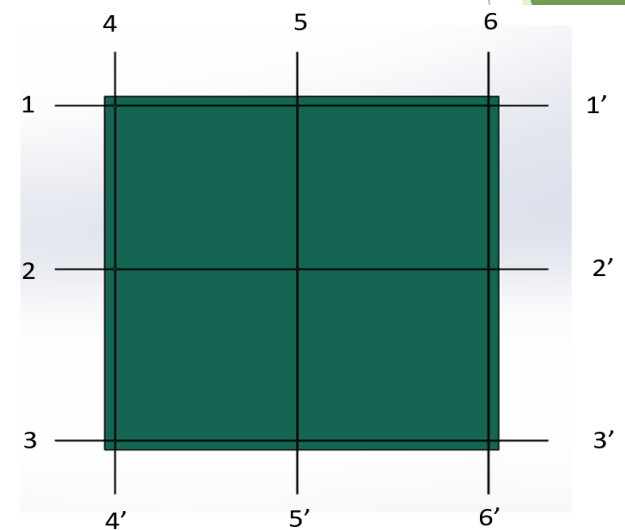
- ▶ Precisión mínima = 0,12 mm.
- ▶ Repetibilidad= 0,11 mm.
- ▶ Precisión máxima = 0,99 mm.
- ▶ Repetibilidad= 0.23mm.
- ▶ Precisión promedio = 0,49 mm.
- ▶ Repetibilidad= 0,15mm.



Pruebas de corte en Acero al Carbono

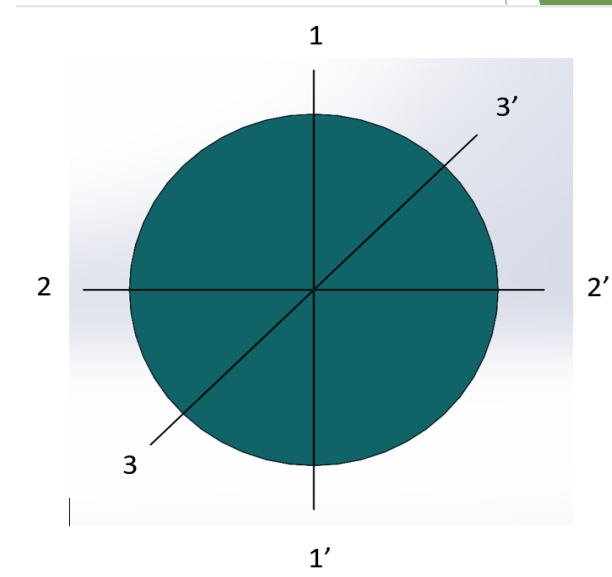
CUADRADOS:

- ▶ Dimensión mínima: 10 mm.
- ▶ Longitud media: 600 mm.
- ▶ Corte máximo: 1150 mm.
- ▶ Error Promedio= 0,16 mm.
- ▶ Error máximo= 1,00 mm.



Círculos

- ▶ Dimensión mínima: 15 mm.
- ▶ Longitud media: $R = 300$ mm.
- ▶ Error Promedio = 0,27 mm.
- ▶ Error máximo = 1,00 mm.



Cortes realizados



Comparación con el mercado

- ▶ Modelo: QL-1325
- ▶ País de origen: Shandong, China
- ▶ Espesor de corte: 6mm
- ▶ Área de trabajo: 1300x2500 mm
- ▶ Precisión: 0,07mm
- ▶ Repetitividad: 0,02mm
- ▶ Fuente de plasma: Hua Yuan 60A
- ▶ Precio: \$ 18000 (sin envío)



Comparación con el mercado

- ▶ País de origen: United States
- ▶ Espesor de corte: 30 mm
- ▶ Área de trabajo: 1300x2500 mm
- ▶ Precisión: 0,05mm
- ▶ Repetitividad: 0,01mm
- ▶ Fuente de plasma: Thermal Dinamic
- ▶ Precio: \$ 32000 (sin envío)



COMPARACIÓN CORTADORAS CNC

Máquina CNC	Precisión	Repetibilidad	Costo
QL-1325	0,07 mm.	0,02 mm	18000 USD
TIGER-TEC	0,05 mm.	0,01 mm	32000 USD
Cortadora ESPE-L	0,49 mm.	0,15 mm.	14304,47 USD

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- ▶ Se diseñó y construyó una cortadora de corte por plasma de tres ejes con cama de agua, mediante control numérico computarizado CNC.
- ▶ El desplazamiento máximo en el eje “X” es 1225 mm y en el “Y” 1230 mm; la cortadora satisface el objetivo planteado (1220x1220 mm).
- ▶ La norma ISO 10360-2 permitió obtener la precisión (0,49 mm) y repetibilidad (+/- 0,15 mm) de la máquina CNC.
- ▶ El espesor máximo de corte permitida en la cortadora por plasma de 3 ejes es de 9,5 mm y el mínimo 1,9 mm.
- ▶ En el corte de piezas cuadradas, el error mínimo es 0,16 mm. y el máximo 1,00 mm. En el corte de piezas circulares, el error mínimo es 0,27 mm. y el máximo 1,00 mm.
- ▶ La implementación de un sistema de transmisión por cadenas N° 35 (paso 3/8 in), presenta un error en el corte de 0,35 mm.

Recomendaciones

- ▶ Para mejorar la precisión se recomienda a futuro cambiar el sistema de transmisión por husillo de bolas.
- ▶ Para mayor control en el desplazamiento de los ejes “X” y “Y”, se recomienda cambiar los motores a pasos por servomotores.
- ▶ Con la incorporación de la cama de agua, se puede observar claramente que aún se desprende partículas de polvo de hierro al ambiente, se recomienda incluir un sistema de filtración por aire para controlar totalmente la polución generada por el corte.
- ▶ Para obtener un mejor corte en placas delgadas, se debe utilizar una boquilla de 45 A y para mayores espesores, una de 60 A.
- ▶ Se recomienda dar mantenimiento periódico a los elementos móviles, así como también lubricar las guías, para evitar fallos en el desplazamiento.
- ▶ Utilizar el equipo de seguridad en el laboratorio (cascos, gafas protectoras, mandil, guantes de soldadura, zapatos de seguridad)
- ▶ Incentivar a las futuras generaciones a desarrollar mayor número de proyectos de investigación.

GRACIAS

The background features abstract, overlapping geometric shapes in various shades of green, ranging from light lime to dark forest green. These shapes are primarily located on the right side of the frame, creating a modern, layered effect against the white background.