



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA
TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO EN MECATRÓNICA

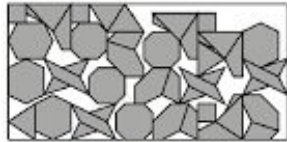
“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE CORTE INTELIGENTE PARA EL POSICIONAMIENTO DE PATRONES DE CORTE Y COMPENSACIÓN DE ALTURA EN LA CORTADORA PLASMA DEL LABORATORIO CNC MEDIANTE ALGORITMOS DE CONTROL ENFOCADOS A OPTIMIZACIÓN DE MATERIAL.”

AUTORES: ACELDO HERRERA, EDISON PAÚL
MORALES GUAILLA, ERIKA VANESA

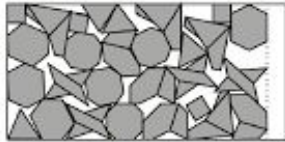
DIRECTOR: ING. ACUÑA COELLO, FAUSTO VINICIO
Latacunga, 2023



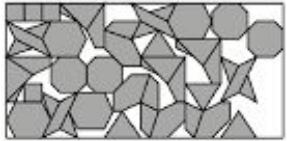
ANTECEDENTES



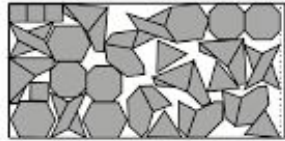
(a) Starting solution layout 1



(b) Final layout 1



(c) Starting solution layout 2



(d) Final layout 2

Optimización



Industria

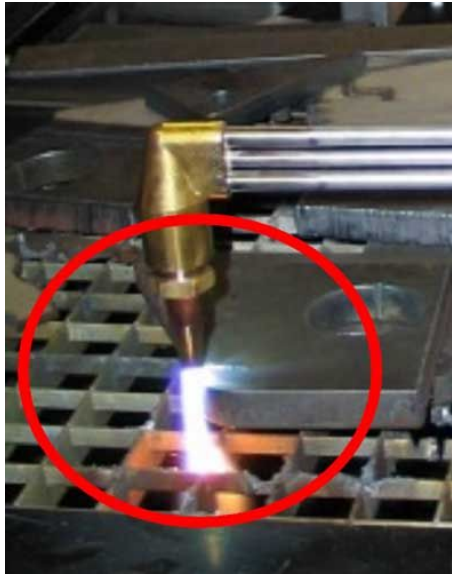


**Cortadora plasma
CNC**



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

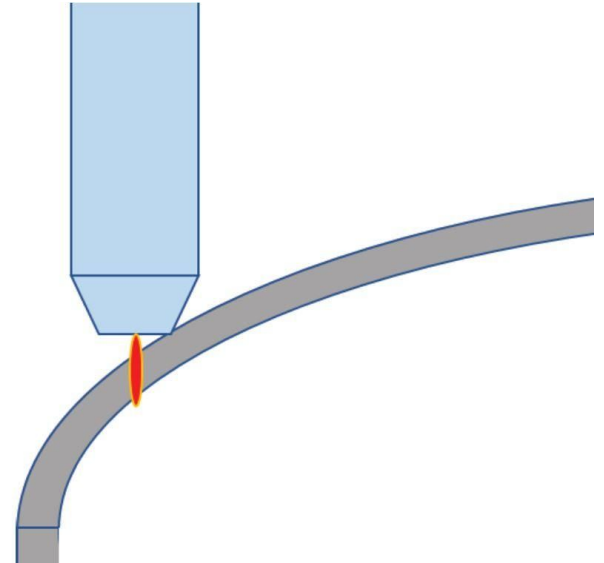
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



Posiciones de patrones de corte de forma manual



Deficiente control de altura

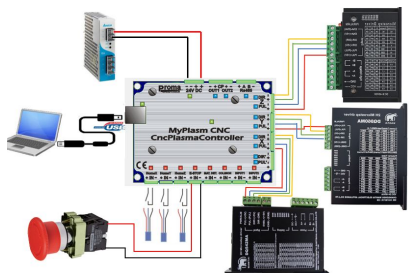


OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un sistema automático de corte inteligente para el posicionamiento de patrones de corte y compensación de altura en la cortadora plasma del Laboratorio CNC mediante algoritmos de control enfocados a optimización de material.



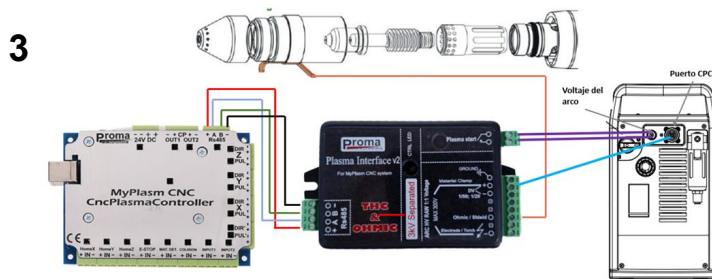
OBJETIVOS ESPECÍFICOS



1



2

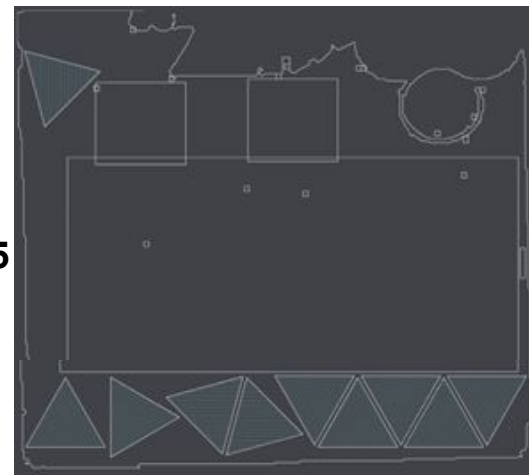


3

4

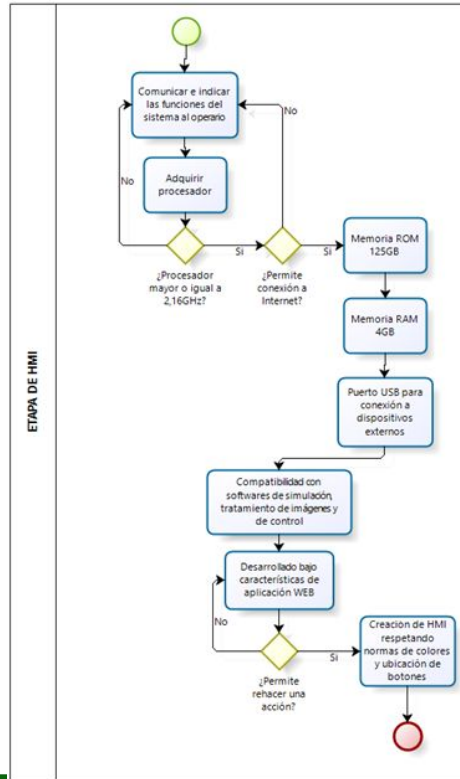
Material	Amperaje (A)	Espesor [mm]	Velocidad de corte [mm/min]	Velocidad de corte 2 [mm/min]	Altura de corte [mm]	Altura del arco [V]	Altura de perforación [mm]	Tiempo de retardo [ms]	Altura Z [mm]
ASTM A36	45A	1,9	2000	1000	3	130	3	200	20
		3	2000	1000	3	133	3	400	20
		4	1400	800	3	134	3	400	20
	60A	6	1000	500	3	137	3	500	20
		9,5	1041	520	3	140	3	750	20
Aluminio	45A	1,9	3000	2500	3,8	136	3	100	20
		3	2800	2000	3,8	138	3	200	20
		4	2000	1500	3,8	140	3	400	20
	60A	6	1500	800	3,8	140	3	500	20
		9,5	1219	610	3	140	3	750	20
Acero inoxidable	45A	1,9	2500	1700	3	130	3	300	20
		3	2000	1500	3	132	3	400	20
		4	1500	800	3	134	3	400	20
	60A	6	900	650	3	140	3	500	20
		9,5	864	400	3	140	3	750	20

5

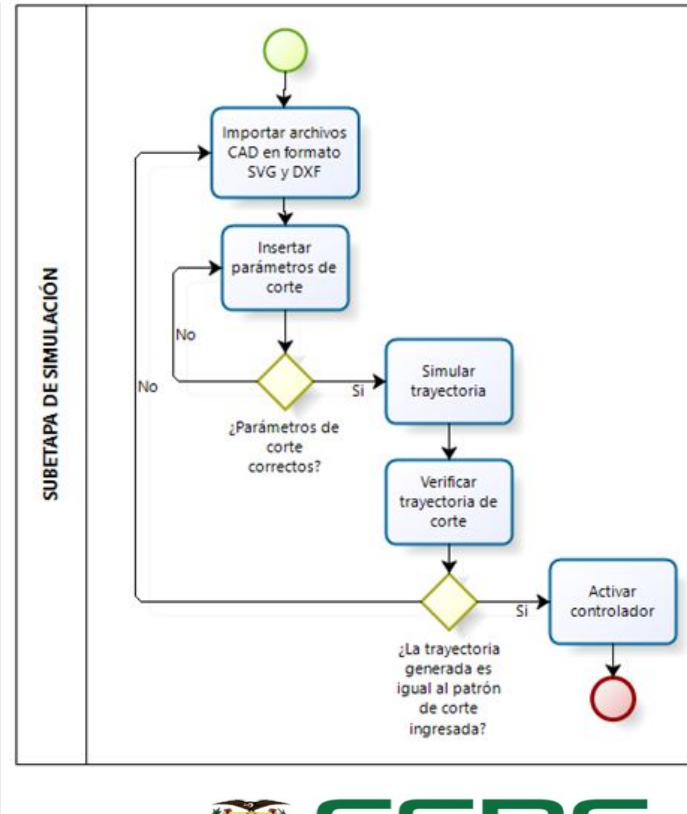
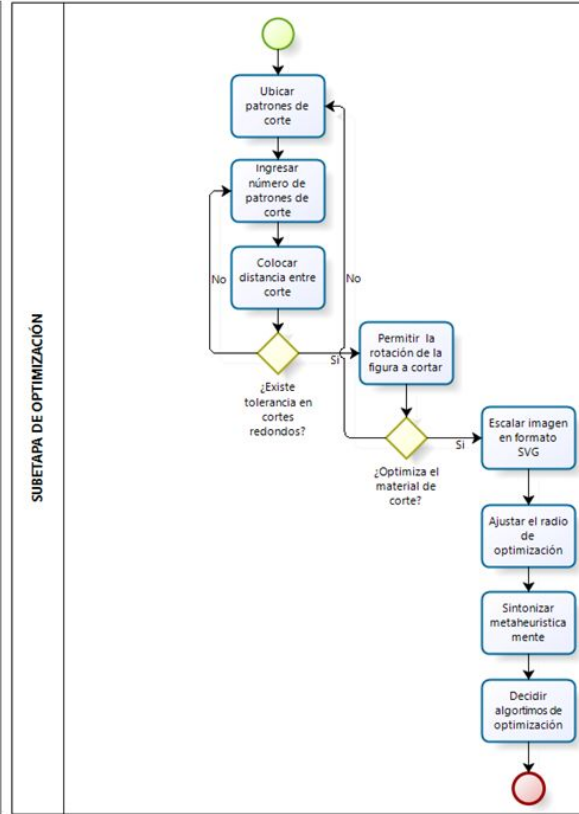
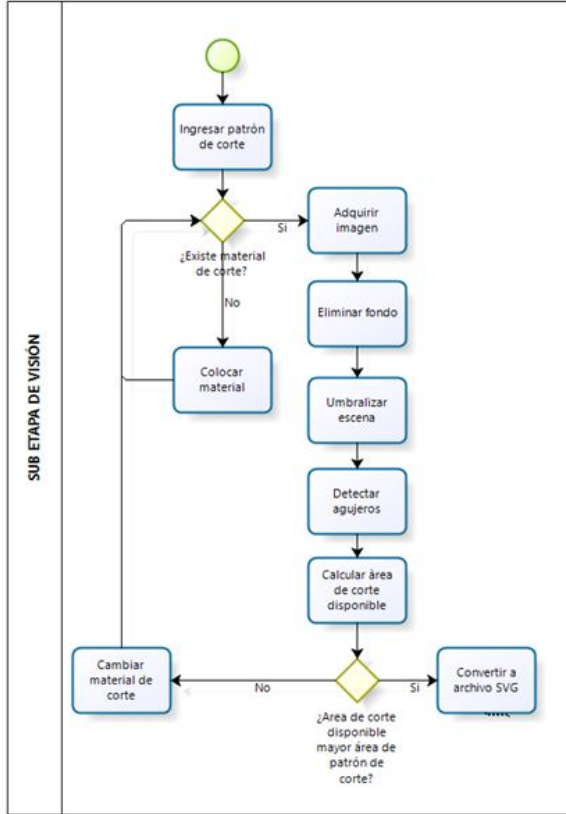


DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN

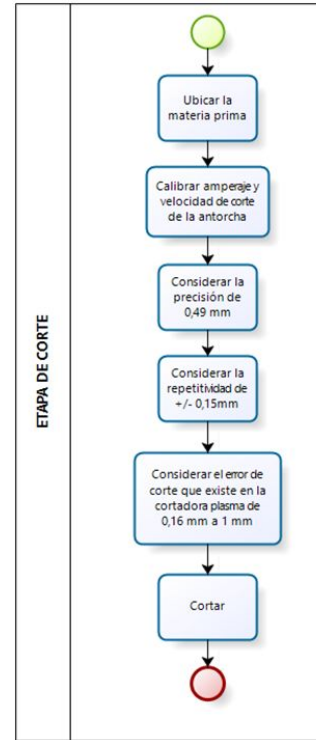
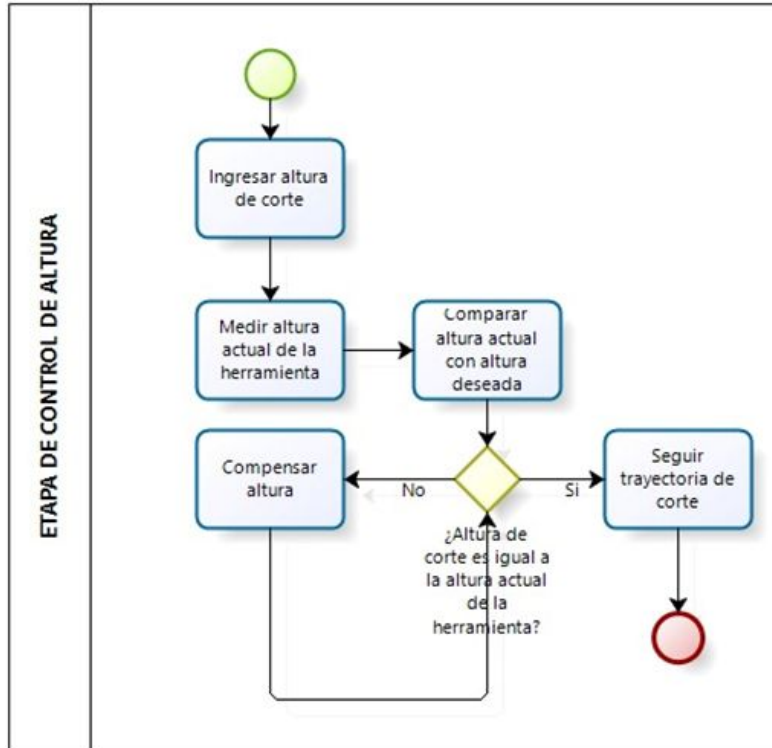
ETAPA HMI



SUBETAPAS DEL HMI



ETAPA DE CORTE Y CONTROL DE ALTURA



COMPONENTES HARDWARE DEL SISTEMA DE OPTIMIZACIÓN



Cámara web
Depstech 4K

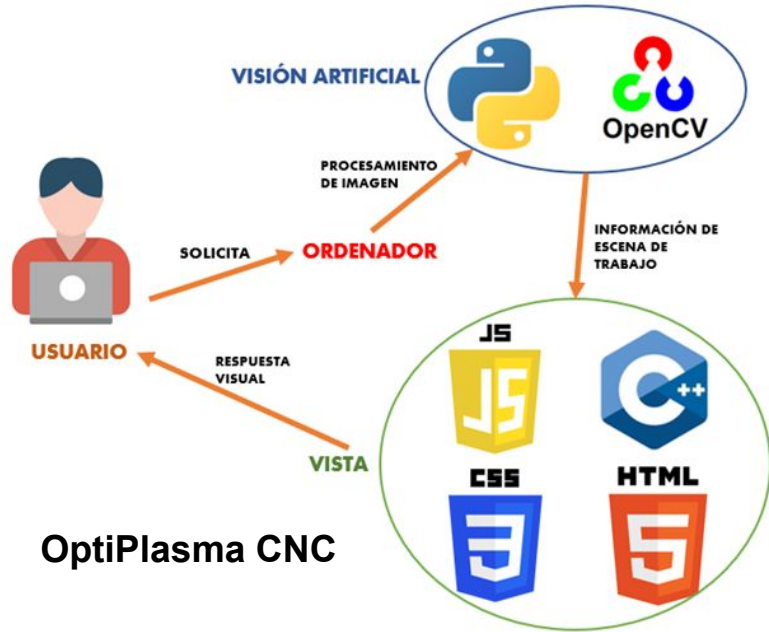
Soporte cámara web



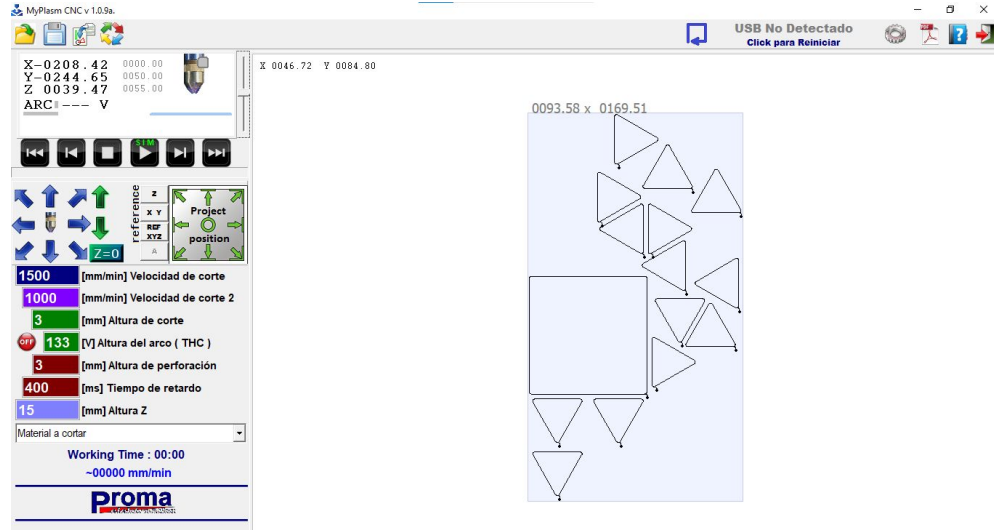
Placa de
control CNC y
THC Óhmico



SOFTWARES DEL SISTEMA DE OPTIMIZACIÓN DE MATERIAL



OptiPlasma CNC



MyPlasm CNC

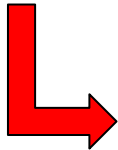
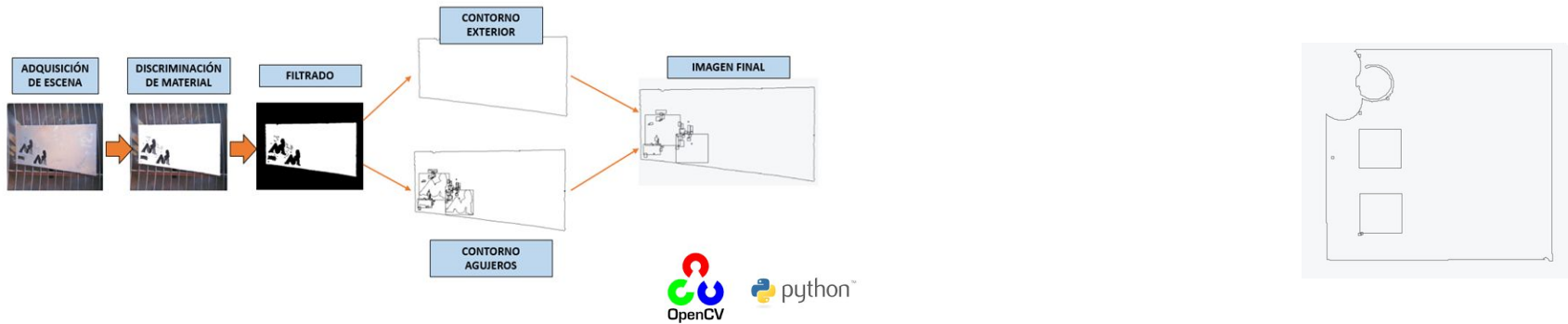
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OPTIMIZACIÓN

ETAPA HMI= SUBETAPA VISIÓN + SUBETAPA OPTIMIZACIÓN + SUBETAPA SIMULACIÓN



IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OPTIMIZACIÓN

ETAPA HMI= **SUBETAPA VISIÓN** + SUBETAPA OPTIMIZACIÓN + SUBETAPA SIMULACIÓN

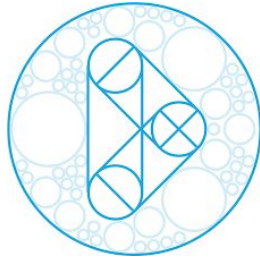


```
x, y, w, h = cv2.boundingRect(cnt)
cv2.rectangle(array, (x, y), (x + w, y + h), (0, 0, 0), 1)
shapes.add(dwg.rect(insert=(x*escala, y*escala), size=(w*escala, h*escala),
                    fill='none', stroke='black', stroke_width=1))
```



IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OPTIMIZACIÓN

ETAPA HMI= SUBETAPA VISIÓN + **SUBETAPA OPTIMIZACIÓN** + SUBETAPA SIMULACIÓN



Deepnest.io



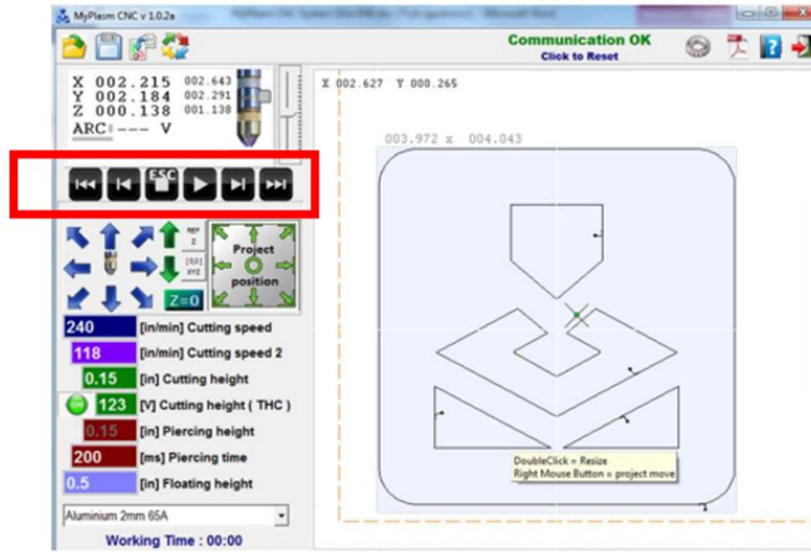
ElectronJS



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE OPTIMIZACIÓN

ETAPA HMI= SUBETAPA VISIÓN + SUBETAPA OPTIMIZACIÓN + **SUBETAPA SIMULACIÓN**

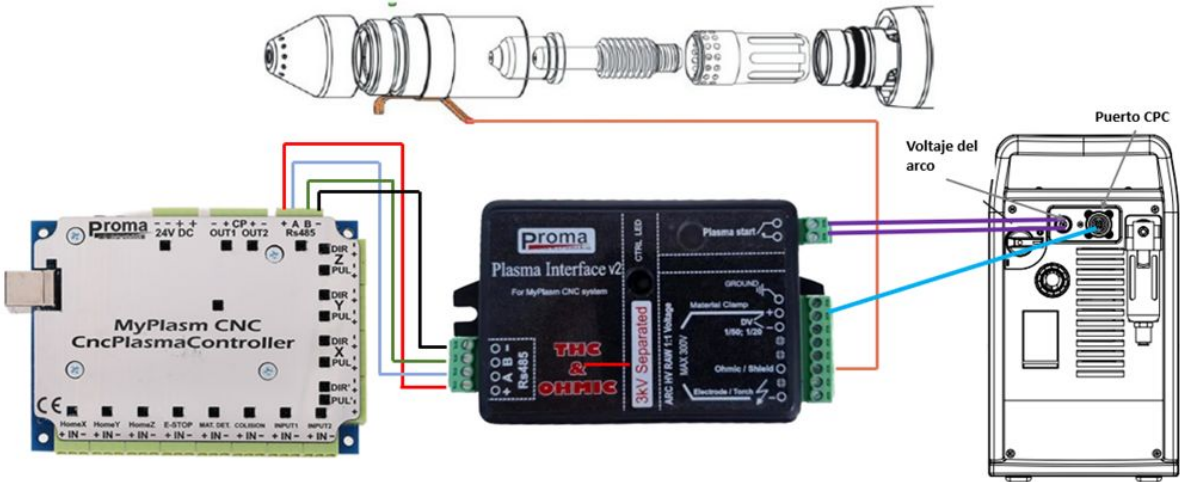


CONTROL DE ALTURA



THC & OHMIC

CONEXIÓN ELÉCTRICA THC

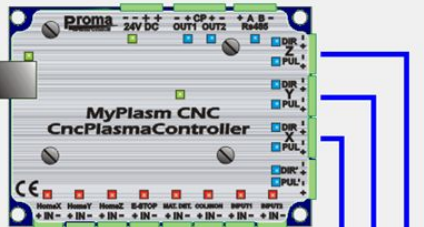


CONFIGURACIÓN DE CONTROL DE ALTURA

Configuration ×

Electrónica | **Parametros** | Ajustes | Programa

MyPlasm CNC Controller



NEG(NC):

Micro-pasos del motor

X revers 12800 (1 / 64)

Y revers 12800 (1 / 64)

Z revers 800 (1 / 4)

' axis func Not Active

CONFIGURACION DEL PLASMA

Activado

1:1 Divisor de voltaje

100 Calibración de voltaje [%]

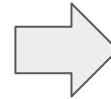

7.62 Altura del arco máx.[mm]

90 0-100 Velocidad del THC

Esperar Arco Ok

GamePad

Type 2



CONFIGURACION DEL PLASMA

Activado

1:1 Divisor de voltaje

100 Calibración de voltaje [%]

7.62 Altura del arco máx.[mm]

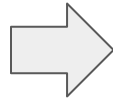
90 0-100 Velocidad del THC

Esperar Arco Ok

CONFIGURACIÓN DE CONTROL DE ALTURA

Micro-pasos del motor

12800 (1 / 64)	X	<input type="checkbox"/> revers
12800 (1 / 64)	Y	<input type="checkbox"/> revers
800 (1 / 4)	Z	<input type="checkbox"/> revers
Not Active	' axis func	



Configuration

Electrónica | **Parámetros** | Ajustes | Programa

Parámetros en ejes X,Y

Velocidad máxima en ejes X,Y [mm/min]	4160
Velocidad manual en ejes X,Y [mm/min]	4016
Velocidad segura en ejes X,Y [mm/min]	1416
Aceleración en ejes X,Y (RAMPA)	48

Parámetros en eje Z

1300	Velocidad máxima en eje Z [mm/min]
1300	Velocidad manual en eje Z [mm/min]
508	Velocidad segura en eje Z [mm/min]
30	Aceleración en eje Z (RAMPA)

Limites Virtuales

<input checked="" type="checkbox"/>	X	Y	Z
	1230	1171	40

Inicio

Ir a Cero Activado

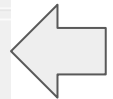
<input type="checkbox"/> Revers	1400	X Speed [mm/min]	700	Z Speed [mm/min]
<input type="checkbox"/> Revers	1400	Y Speed [mm/min]		

Movimientos en ejes X,Y

190.363	Pasos por rev en eje X [mm]
190.837	Pasos por rev en eje Y [mm]

Movimientos en eje Z

8	Pasos por rev en eje Z [mm]
5	Retard Speed



Electrónica | **Parámetros** | Ajustes | Programa

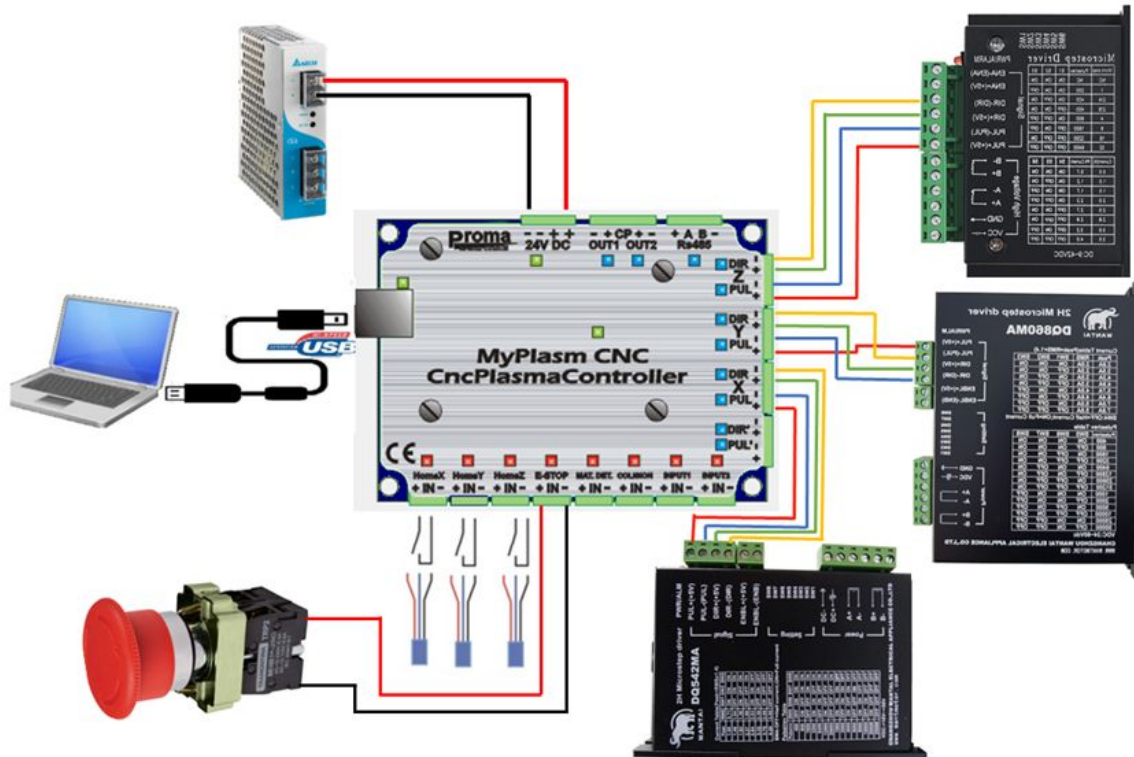
Altura inicial en Z

Test

<input checked="" type="checkbox"/> Sensor óhmico	0.254	Corrección óhmica [mm]	
<input type="checkbox"/> Cabezal Z flotante	3.81	Corrección de cambio[mm]	
12.7	Altura de detección[mm]	508	Velocidad de detección



CORTE AUTOMÁTICO



Conexión de la Placa de control CNC
CNCPlasmaController

CONFIGURACIÓN EJES X E Y

Configuration

Electrónica | **Parámetros** | Ajustes | Programa

MyPlasm CNC Controller

Micro-pasos del motor

12800 (1 / 64)	X	revers
12800 (1 / 64)	Y	revers
800 (1 / 4)	Z	revers

Not Active | 1 axis func

CONFIGURACION DEL PLASMA

Activado

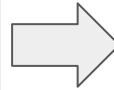
1:1 Divisor de voltaje
100 Calibración de voltaje [%]

7.62 Altura del arco máx.[mm]
90 0-100 Velocidad del THC

Esperar Arco Ok

GamePad

Type 2



Configuration

Electrónica | **Parámetros** | Ajustes | Programa

Parámetros en ejes X,Y

Velocidad máxima en ejes X,Y [mm/min]	8160
Velocidad manual en ejes X,Y [mm/min]	8016
Velocidad segura en ejes X,Y [mm/min]	1416
Aceleración en ejes X,Y (RAMPA)	45

Parámetros en eje Z

1300	Velocidad máxima en eje Z [mm/min]
1300	Velocidad manual en eje Z [mm/min]
508	Velocidad segura en eje Z [mm/min]
30	Aceleración en eje Z (RAMPA)

Limites Virtuales

<input checked="" type="checkbox"/>	X	Y	Z
	1230	1171	40

Inicio

Ir a Cero Activado

<input type="checkbox"/> Revers	1400	X Speed [mm/min]	700	Z Speed [mm/min]
<input type="checkbox"/> Revers	1400	Y Speed [mm/min]		

Movimientos en ejes X,Y

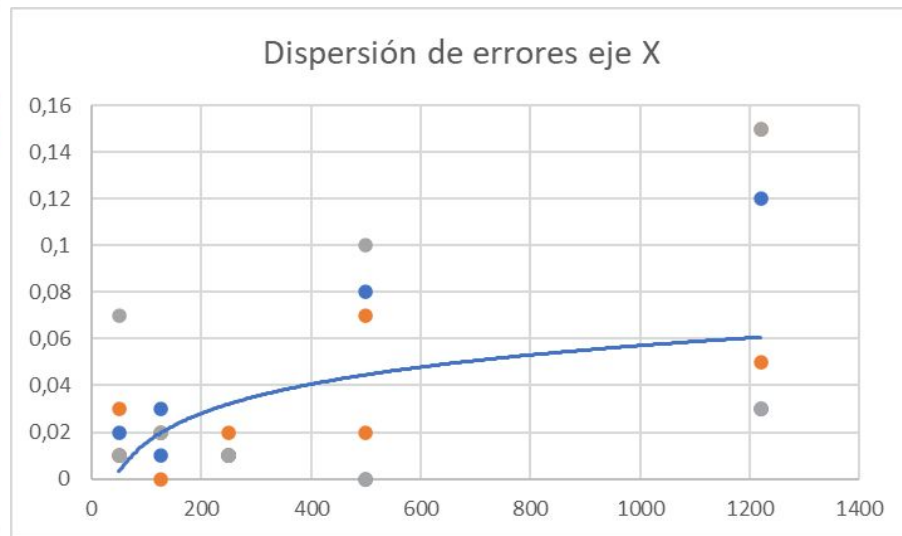
190.363	Pasos por rev en eje X [mm]
190.837	Pasos por rev en eje Y [mm]

Movimientos en eje Z

8	Pasos por rev en eje Z [mm]
5	Rotary Gear

RESULTADOS

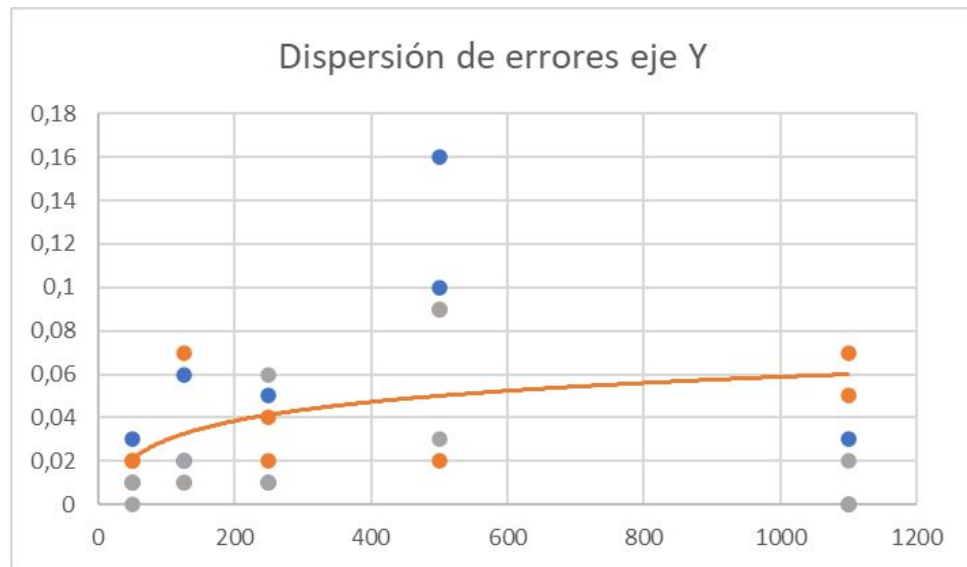
EJES	N° Posición	Longitudes	EL			RO	MPE
			Dato 1	Dato 2	Dato 3		
X	1	1220	0,12	0,15	0,15	0,03	0,15
		500	0,08	0,07	0,1	0,03	0,1
		250	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02
		125	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02
		50	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02
	2	1220	0,03	0,05	0,03	0,02	0,05
		500	0	0,02	0	0,02	0,02
		250	0,01	0,01	0,01	0	0,01
		125	0,03	0	0,02	0,03	0,03
		50	0,01	0,03	0,07	0,06	0,07



Comportamiento eje X



EJES	N° Posición	Longitudes	EL			R0	MPE
			Dato 1	Dato 2	Dato 3		
Y	3	1100	0,03	0,07	0,02	0,05	0,07
		500	0,16	0,02	0,03	0,14	0,16
		250	0,01	0,02	0,06	0,05	0,06
		125	0,06	0,07	0,02	0,05	0,07
		50	0,03	0,02	0,01	0,02	0,03
	4	1100	0	0,05	0	0,05	0,05
		500	0,1	0,09	0,09	0,01	0,1
		250	0,05	0,04	0,01	0,04	0,05
		125	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02
		50	0,01	0,02	0	0,02	0,02

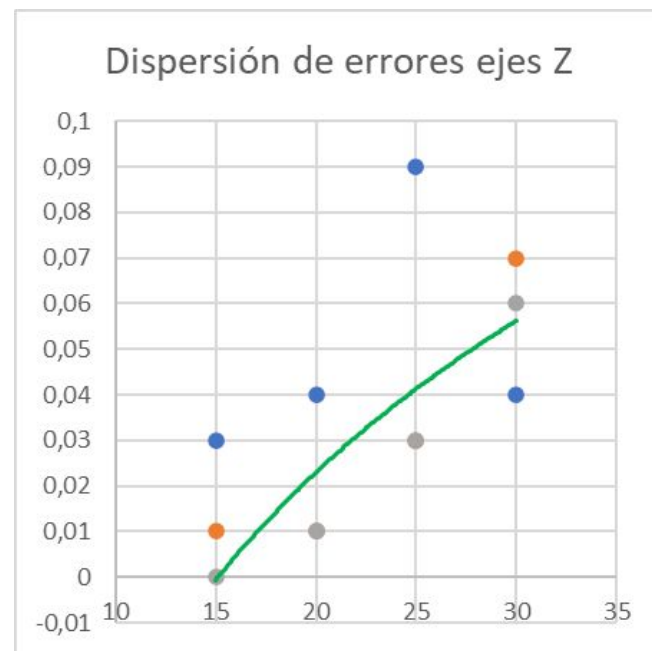


Comportamiento eje Y



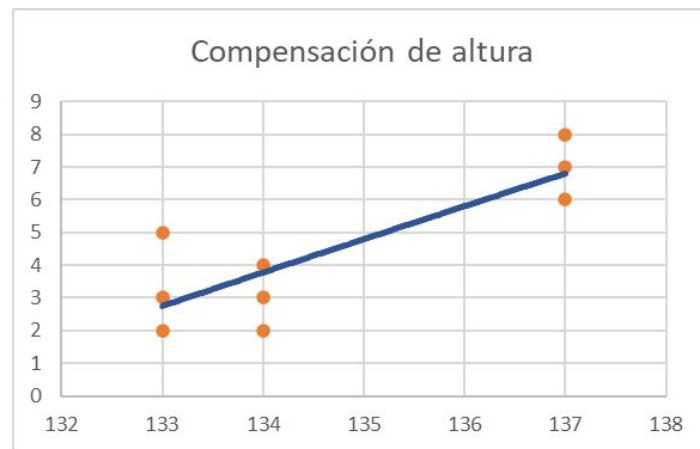
EJES	N° Posición	Longitudes	EL			R0	MPE
			Dato 1	Dato 2	Dato 3		
Z	5	30	0,04	0,07	0,06	0,03	0,07
		25	0,09	0,03	0,03	0,06	0,09
		20	0,04	0,01	0,01	0,03	0,04
		15	0,03	0,01	0	0,03	0,03

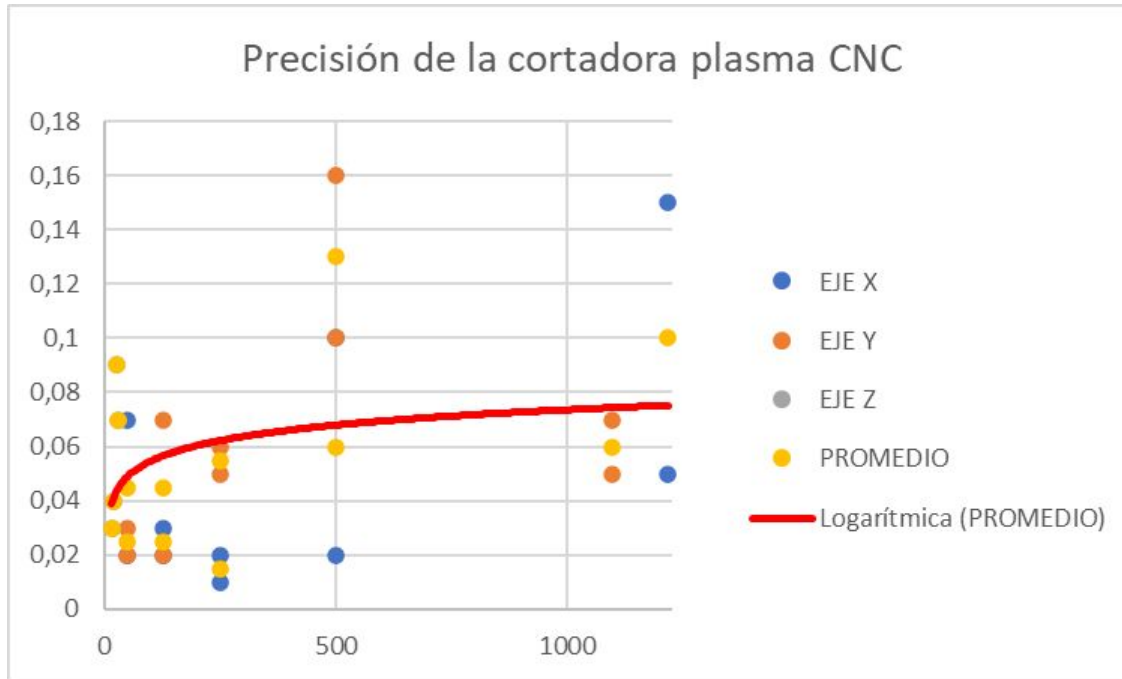
Comportamiento eje Z



Espesor [mm]	Altura de corte [mm]	Voltaje ingresado [V]	Voltaje mínimo medido [V]	Voltaje máximo medido [V]	Altura compensada [mm]	Flujo continuo de plasma
3	3	133	128	135	2	SI
3	3	133	127	138	5	SI
3	3	133	132	136	3	SI
4	3	134	129	137	3	SI
4	3	134	129	138	4	SI
4	3	134	130	136	2	SI
6	3	137	133	145	8	SI
6	3	137	132	143	6	SI
6	3	137	135	144	7	SI

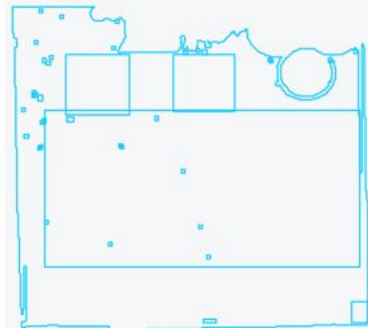
Compensación de altura





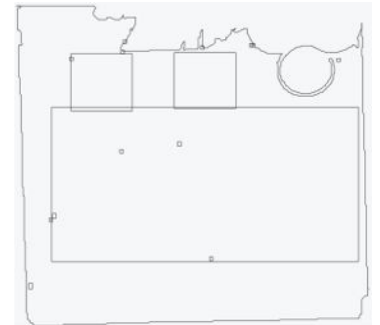
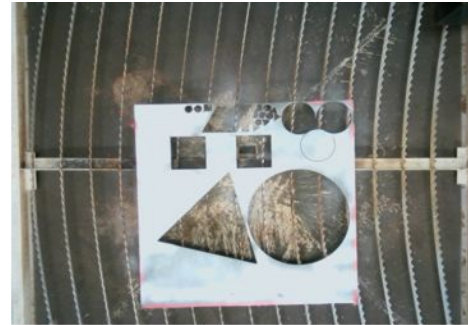
- mPE 0,01 mm (L=250 mm)
- R0 mínima 0,02 mm (L=250 mm)
- MPE 0,16 mm (L=1100 mm)
- R0 máxima 0,14 mm (L=1100 mm)
- Precisión promedio: 0,0564 mm
- R0 promedio: 0,034 mm

RESULTADOS OPTIMIZACIÓN



Material sin tinta

Material con tinta

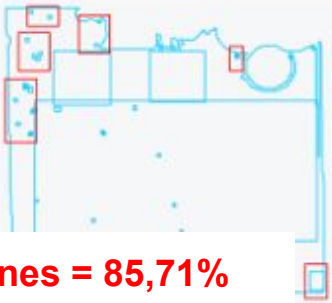



RESULTADOS OPTIMIZACIÓN

Objeto	Nº imperfecciones	% Imperfecciones	Resultado
Material sin tinta	21	100%	
Material con tinta	3	14,29%	



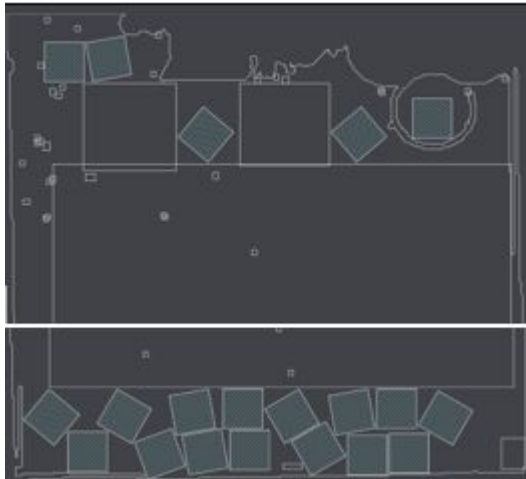
RESULTADOS OPTIMIZACIÓN

Objeto	Nº imperfecciones	% Imperfecciones	Resultado
Material sin tinta	21	100%	
% reducción de imperfecciones = 85,71%			
Material con tinta	3	14,29%	



RESULTADOS OPTIMIZACIÓN

Material sin tinta

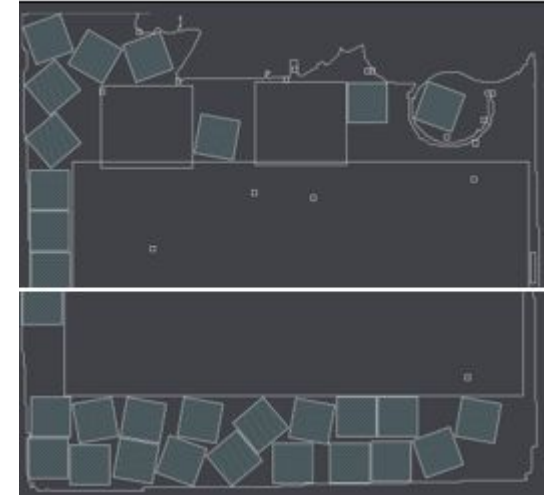


% de optimización

Material	Cantidad deseada	Cantidad real	% de optimización
Sin tinta	60	38	63,33 %
Con tinta	60	51	85 %

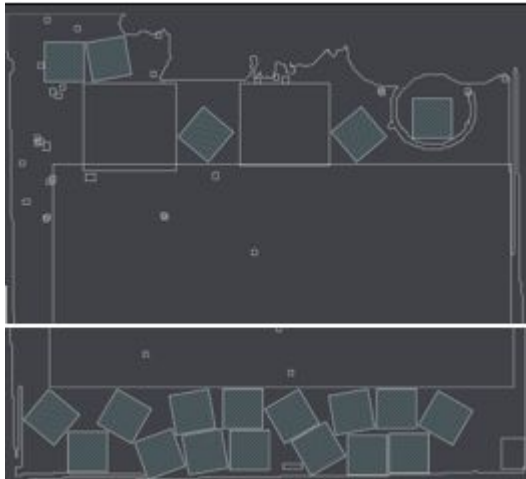
30 cuadrados de 50 mm
10 cuadrados de 100 mm
10 círculos de 100 mm
10 triángulos de 100 mm

Material con tinta



RESULTADOS OPTIMIZACIÓN

Material sin tinta

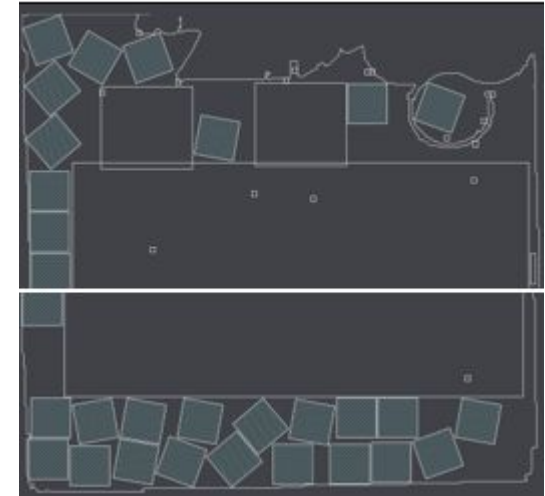


% de optimización

Material	Cantidad deseada	Cantidad real	% de optimización
Sin tinta	60	38	63,33 %
Con tinta	60	51	85 %

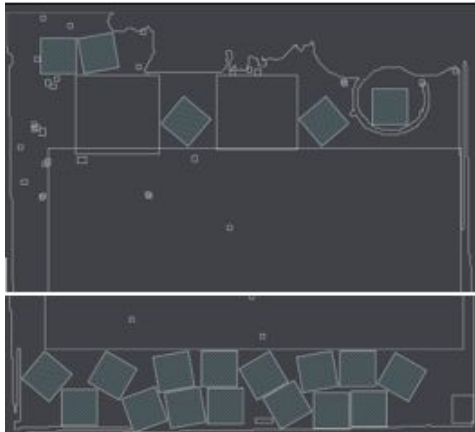
Diferencia del 21,67 %

Material con tinta



RESULTADOS OPTIMIZACIÓN

Ubicación mediante software

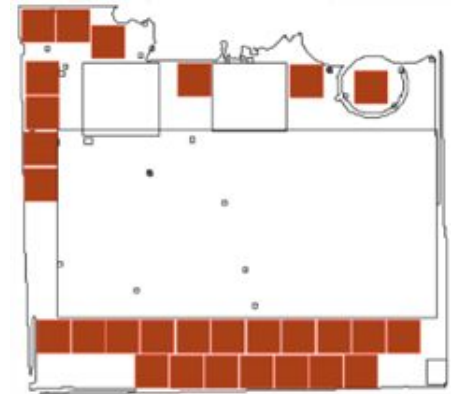


% de aprovechamiento de material

	Cantidad deseada	Cantidad obtenida manualmente	Cantidad mediante software sin tinta reveladora	Cantidad mediante software con tinta reveladora
	30	28	21	30
	10	5	3	5
	10	12	9	10
	10	7	5	6
Total	60	52	38	51
% aprovechamiento de material	100%	87%	63%	83%

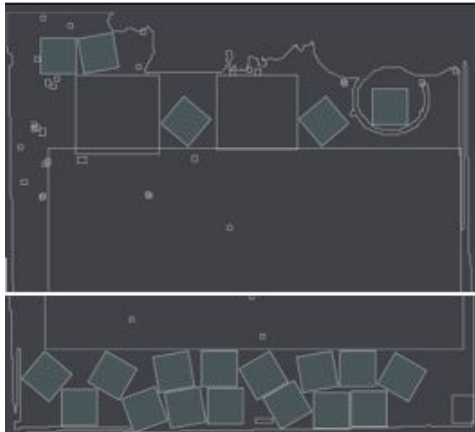
30 cuadrados de 50 mm
10 cuadrados de 100 mm
10 círculos de 100 mm
10 triángulos de 100 mm

Ubicación manual



RESULTADOS OPTIMIZACIÓN

Ubicación mediante software

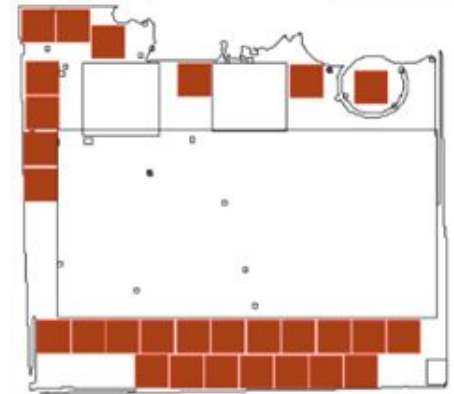


% de aprovechamiento de material

	Cantidad deseada	Cantidad obtenida manualmente	Cantidad mediante software sin tinta reveladora	Cantidad mediante software con tinta reveladora
	30	28	21	30
	10	5	3	5
	10	12	9	10
	10	7	5	6
Total	60	52	38	51
% aprovechamiento de material	100%	87%	63%	83%

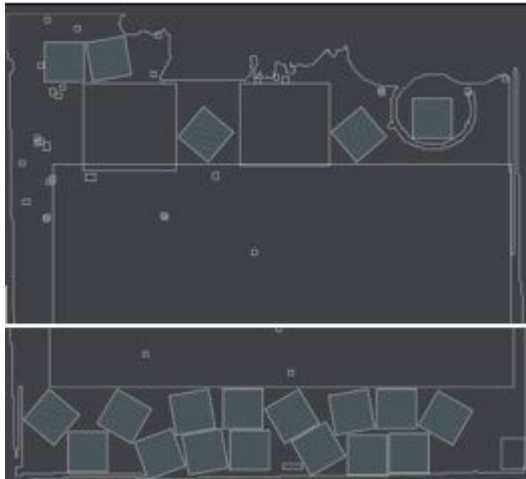
Diferencia del 24 %

Ubicación manual



RESULTADOS OPTIMIZACIÓN

Ubicación mediante software



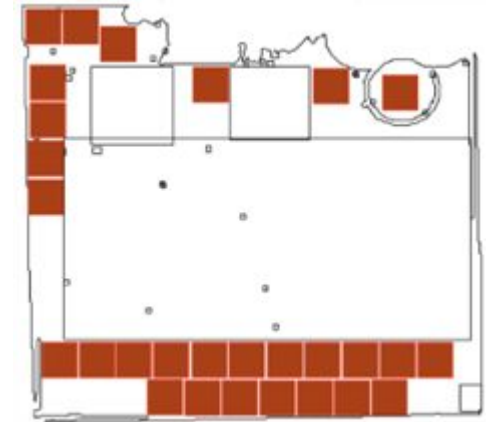
% de optimización de tiempo

Tiempo máximo [s]	Tiempo manual [s]	Tiempo por software [s]
900	825	50
% de optimización de tiempo	8,33 %	94,44 %

30 cuadrados de 50 mm
10 cuadrados de 100 mm
10 círculos de 100 mm
10 triángulos de 100 mm

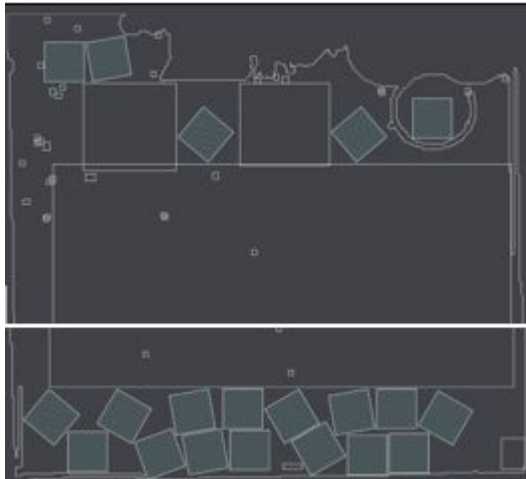
En un tiempo límite de 15 minutos

Ubicación manual



RESULTADOS OPTIMIZACIÓN

Ubicación mediante software

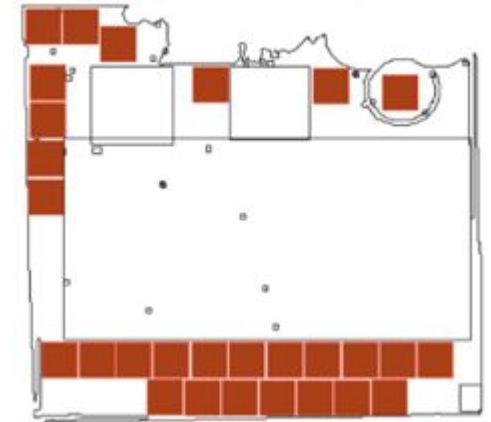


% de optimización de tiempo

Tiempo máximo [s]	Tiempo manual [s]	Tiempo por software [s]
900	825	50
% de optimización de tiempo	8,33 %	94,44 %

Diferencia del 86,11 %

Ubicación manual



Pruebas de corte en forma cuadrada

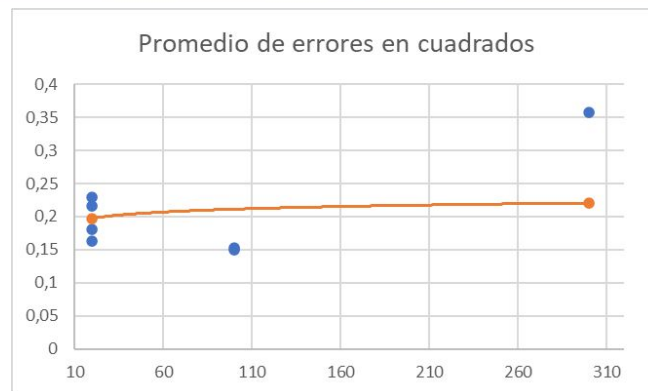
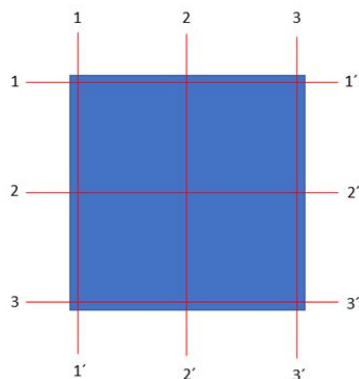


Figura	Longitud	1-1'	2-2'	3-3'	4-4'	5-5'	6-6'	Error 1	Error 2	Error 3	Error 4	Error 5	Error 6	Promedio
Cuadrado 1	20	20,15	20,25	20,35	19,87	19,95	19,95	0,15	0,25	0,35	0,13	0,05	0,05	0,1633333333
Cuadrado 2	20	19,89	19,95	19,62	20,29	20,28	20,27	0,11	0,05	0,38	0,29	0,28	0,27	0,23
Cuadrado 3	20	19,75	19,85	20,06	19,81	19,87	19,7	0,25	0,15	0,06	0,19	0,13	0,3	0,18
Cuadrado 4	20	20,12	20,21	20,1	19,92	20,33	19,54	0,12	0,21	0,1	0,08	0,33	0,46	0,216666667
Error en piezas pequeñas 0,1975														
Cuadrado 5	100	100	100,14	100,05	99,89	99,88	99,5	0	0,14	0,05	0,11	0,12	0,5	0,1533333333
Cuadrado 6	100	99,91	100,02	100,04	100,41	100,16	100,18	0,09	0,02	0,04	0,41	0,16	0,18	0,15
Cuadrado 7	300	299,75	299,5	299,65	300,4	300,15	300,5	0,25	0,5	0,35	0,4	0,15	0,5	0,3583333333
Error en piezas grandes 0,220555556														



Pruebas de corte en forma circular

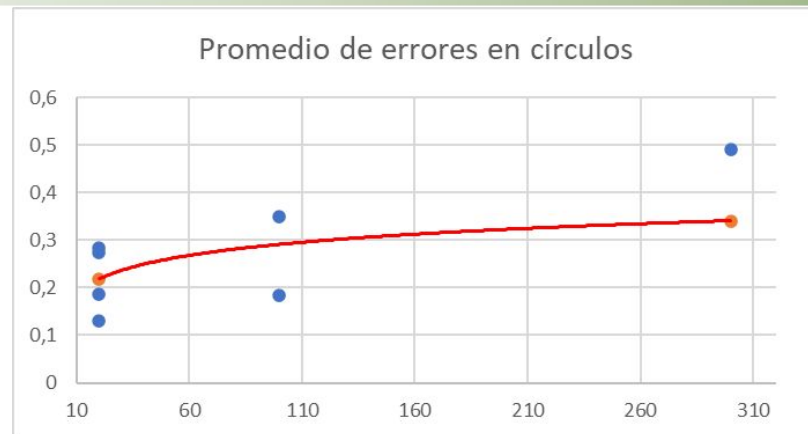
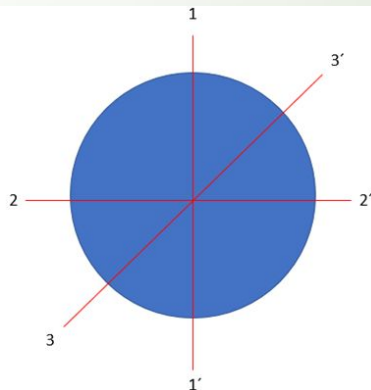


Figura	Longitud	1-1'	2-2'	3-3'	Error 1	Error 2	Error 3	Promedio
Círculo 1	20	19,84	19,83	19,94	0,16	0,17	0,06	0,13
Círculo 2	20	19,72	19,8	19,66	0,28	0,2	0,34	0,27333333
Círculo 3	20	19,84	19,75	19,85	0,16	0,25	0,15	0,18666667
Círculo 4	20	19,6	20,25	19,8	0,4	0,25	0,2	0,28333333
					Error en piezas pequeñas 0,21833333			
Círculo 5	100	99,99	99,91	100,45	0,01	0,09	0,45	0,18333333
Círculo 6	100	99,52	99,74	99,69	0,48	0,26	0,31	0,35
Círculo 7	300	299,45	299,53	300,45	0,55	0,47	0,45	0,49
					Error en piezas grandes 0,34111111			



Pruebas de corte en forma triangular

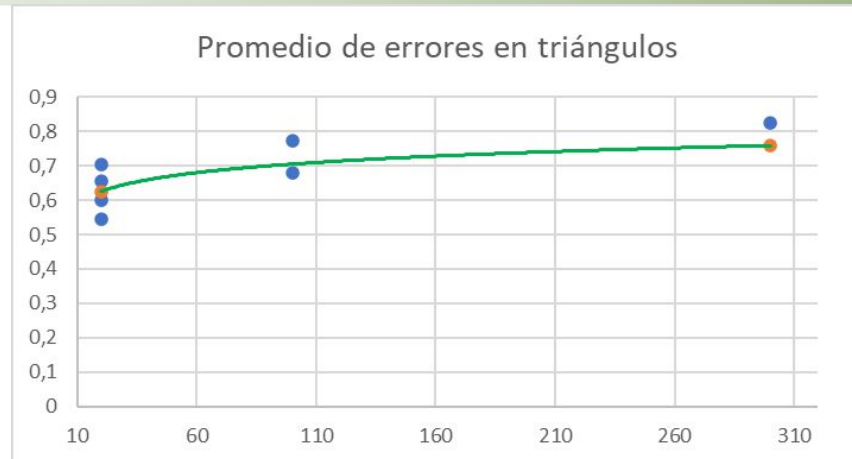
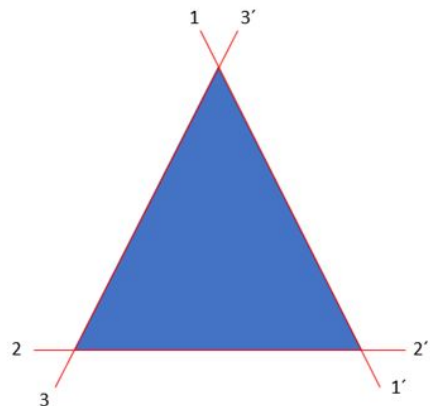


Figura	Longitud	1-1'	2-2'	3-3'	Error 1	Error 2	Error 3	Promedio
Triángulo 1	20	19,18	19,27	19,58	0,82	0,73	0,42	0,65666667
Triángulo 2	20	19,26	19,28	19,35	0,74	0,72	0,65	0,70333333
Triángulo 3	20	19,39	19,57	19,24	0,61	0,43	0,76	0,6
Triángulo 4	20	19,2	19,36	19,81	0,8	0,64	0,19	0,54333333
Error en piezas pequeñas								0,62583333
Triángulo 5	100	99,18	100,92	99,42	0,82	0,92	0,58	0,77333333
Triángulo 6	100	99,22	99,38	99,36	0,78	0,62	0,64	0,68
Triángulo 7	300	299,25	299,23	300,95	0,75	0,77	0,95	0,82333333
Error en piezas grandes								0,75888889



VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS

(Hi): Al aplicar un tratamiento sobre la superficie del material aumenta la capacidad de detección del material por parte del sistema de optimización.

(Ho): Al aplicar un tratamiento sobre la superficie del material no aumenta la capacidad de detección del material por parte del sistema de optimización.

Validación de la detección de material

% De optimización	
Hi	Ho
85 %	63, 33 %
Hi > Ho	SI NO



VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS

(Hi): La utilización del software desarrollado para la ubicación de patrones de corte permite el mayor aprovechamiento de material.

(Ho): La utilización del software desarrollado para la ubicación de patrones de corte no permite el mayor aprovechamiento de material.

Validación de optimización de material

% De aprovechamiento del material		
	Hi	Ho
	83 %	87 %
Hi > Ho	SI	NO



VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS

(Hi): La utilización del software desarrollado para la ubicación de patrones de corte reduce el tiempo máximo empleado en esta tarea.

(Ho): La utilización del software desarrollado para la ubicación de patrones de corte no reduce el tiempo máximo empleado en esta tarea.

Validación de optimización de tiempo

% De optimización de tiempo		
	Hi	Ho
	94,44 %	8,33 %
Hi > Ho	SI	NO



VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS

(Hi): El sistema de corte inteligente tiene la capacidad de compensar la altura de corte frente a irregularidades existentes en la superficie del material.

(Ho): El sistema de corte inteligente no tiene la capacidad de compensar la altura de corte frente a irregularidades existentes en la superficie del material.

Validación de la compensación de altura

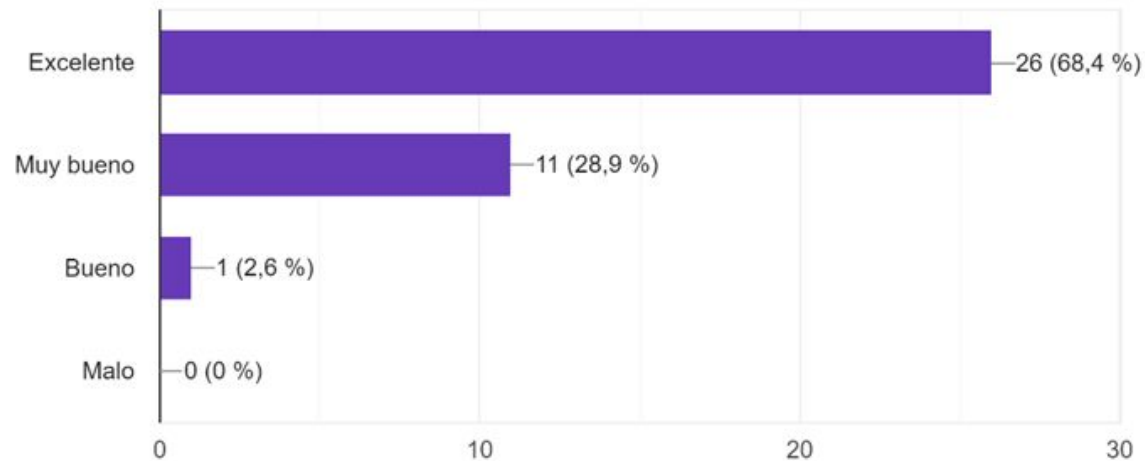
% probabilidad de flujo continuo	
Hi	Ho
100 %	33,33 %
Hi > Ho	SI NO



VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

Pregunta 1. ¿Qué opina sobre el método de detección de material por visión artificial?

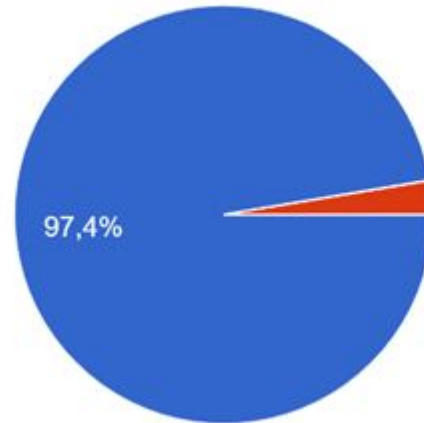
38 respuestas



VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

Pregunta 2. ¿Cree usted que el sistema de corte inteligente realmente optimiza el material y tiempo de corte?

38 respuestas



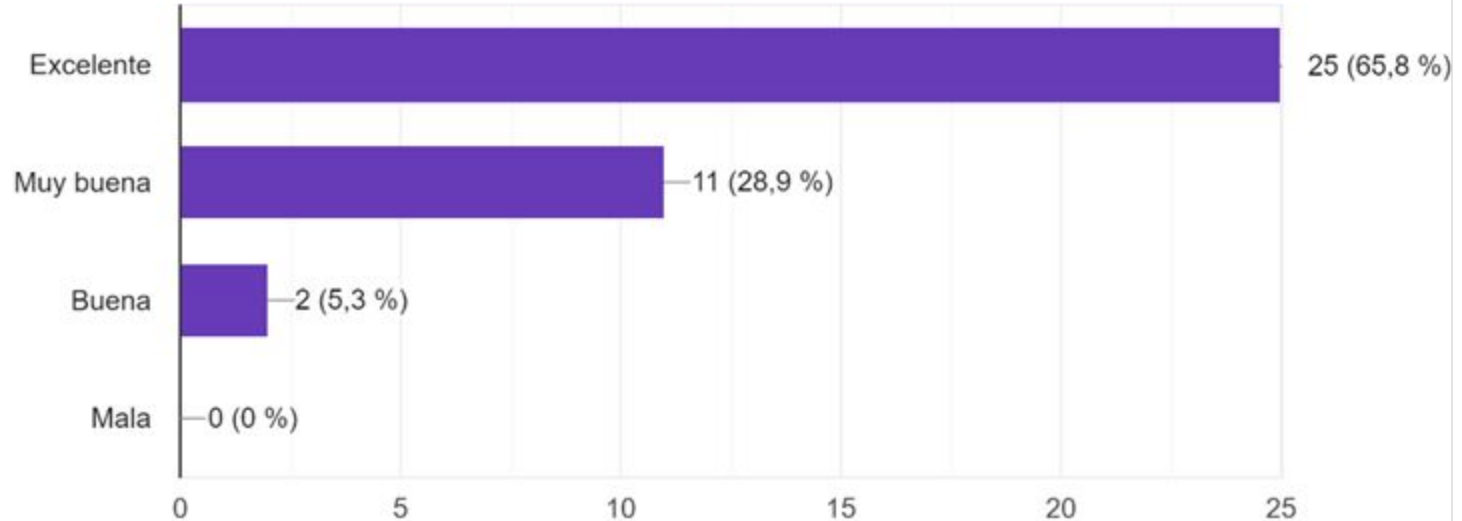
● Si
● No



VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

Pregunta 3. Calificaría su interacción con el software de optimización como:

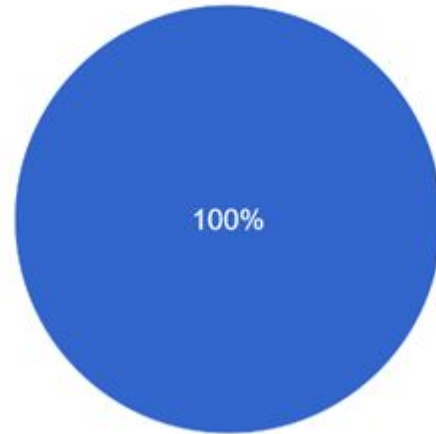
38 respuestas



VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

Pregunta 4. Le parece amigable el software de corte "MyPlasm CNC":

38 respuestas



VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

Pregunta 5. Cree usted que el sistema de corte inteligente puede beneficiar el tiempo de producción en la industria:

38 respuestas



● Si
● No



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

A través del método cuantitativo empleado en la obtención de los datos obtenidos, se acepta la hipótesis planteada para el trabajo de investigación: El diseño e implementación de un sistema automático de corte inteligente para el posicionamiento de patrones de corte y compensación de altura en la cortadora plasma del Laboratorio CNC mediante algoritmos de control enfocados a optimización de material permitirá el aprovechamiento máximo del material corte.



CONCLUSIONES

Se diseñó e implementó un sistema automático de corte inteligente con éxito mediante la utilización de visión artificial y algoritmos genéticos enfocados en la optimización de material aceptable tomando en cuenta la detección del material, aprovechamiento del material y optimización de tiempo mediante el software desarrollado, además se incorpora un THC Óhmico con rango de voltaje +/- 5V, el mismo que se encuentra aislado ópticamente del protocolo de comunicación RS485 a la placa de control CNCPlasmaController.

Se desarrolló el algoritmo de optimización en base al software Deepnest.io y visión artificial a través de Python y OpenCV, creando así una aplicación ejecutable que permite la digitalización del material de trabajo y sus características internas, con el fin de anidar posteriormente patrones de corte y posicionarlos de forma automática de tal manera que se aproveche al máximo dicho material, en donde, se considera un error +/- 6 mm en las dimensiones reales y las digitalizadas, lo que no influye en la etapa de corte debido a que se utiliza como referencia para el “nesting”.

La cortadora plasma CNC actualmente posee mayor precisión en los ejes X, Y, Z, dando como precisión promedio de 0,0564 mm con repetibilidad promedio de 0,034 mm la cual disminuye al promedio que poseía la máquina que era de 0,49 mm y repetibilidad de 0,15 mm.

El sistema de optimización presenta un error de detección de al menos un 14,7 % debido a las condiciones de luz, pero se mejoró en un 85,3 % la detección del material si se aplican sustancias que eliminen el brillo de la superficie como la tinta reveladora.

El porcentaje de optimización más alto se alcanzó con el material cubierto por tinta reveladora, obteniendo un aprovechamiento del 83 % del material debido a que se eliminan las manchas de brillo que el sistema interpreta como agujeros; el tiempo de optimización mediante software ahorra al operario 94,44 % del tiempo máximo establecido para ubicación de patrones de corte dentro del material, lo que repercute en el tiempo de operación.

RECOMENDACIONES

Para mejorar la filtración del material, se recomienda usar algoritmos enfocados en la de detección de material más avanzados que permitan tener una mejor captación de todas las características del material y que no se generen tantos errores internos.

Para la compensación de altura y la generación del flujo de plasma, se recomienda que el material no este aislado por suciedad, grasa o tinta que no permitan que pueda ser detectado por el sensor óhmico.

Para lograr un “nesting” adecuado es recomendable ubicar la plancha de acero paralelo a las líneas horizontales del grid mostrado en la pantalla de “Captura” y además ubicar la mayor cantidad de orificios al lado izquierdo del campo visión de la cámara web como se indica en el manual de operación en el Anexo D.

Crear los archivos 2D en software externos como AutoCAD y exportarlos en formato .dxf para mantener las dimensiones del diseño y evitar dobles líneas de trayectoria en el software del controlador MyPlasm CNC.

Para un mayor tiempo de vida útil de la antorcha, se recomienda el mantenimiento periódico y adecuado de los consumibles y el reemplazo de los mismos de acuerdo a las indicaciones del manual de operación.

GRACIAS



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA