

**Departamento de Energía y Mecánica**  
**Carrera de Mecatrónica**  
**Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención del**  
**título de Ingeniero en Mecatrónica**

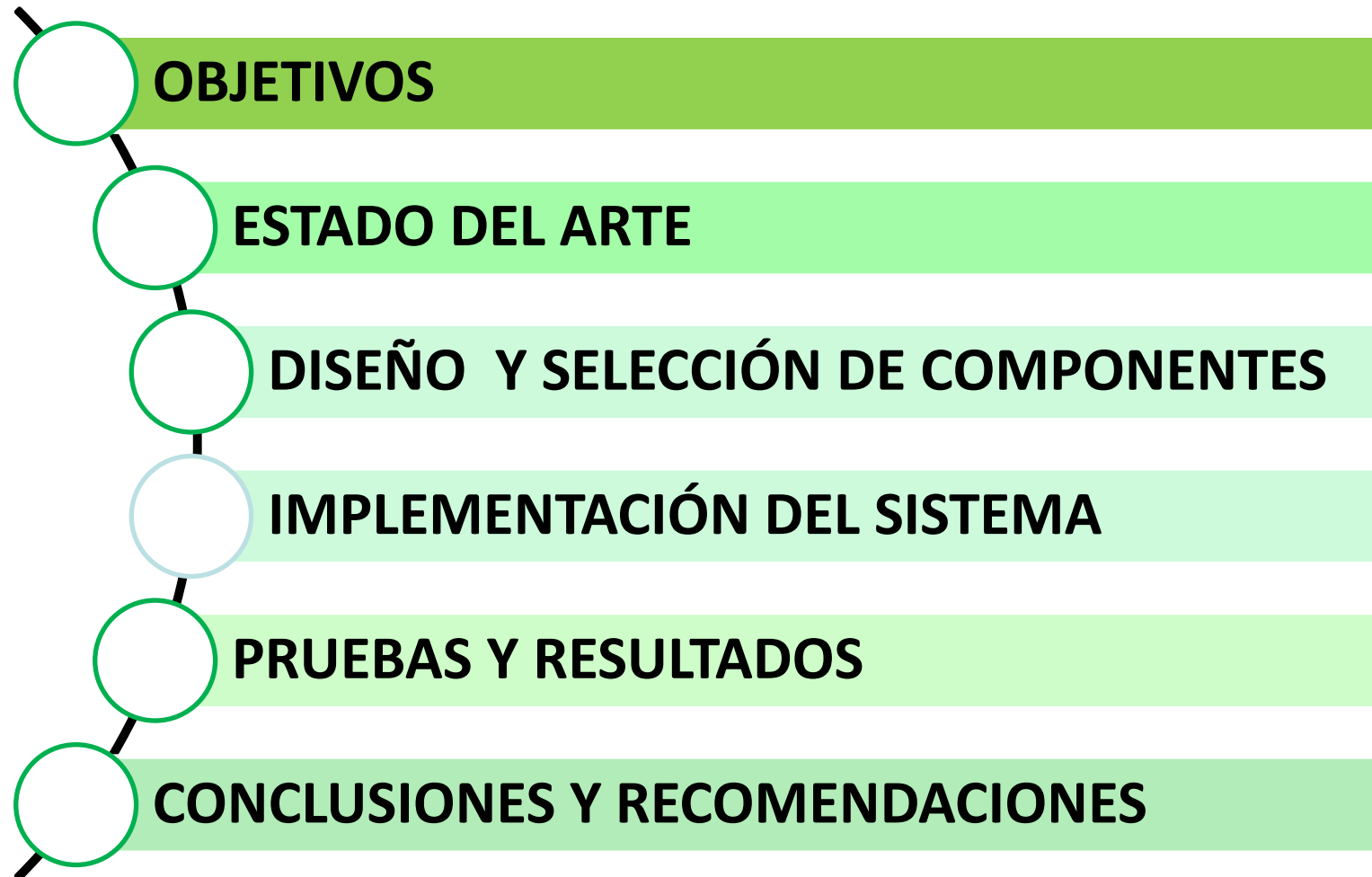
**Tema: Diseño e implementación de un Sistema de Corte y Grabado Láser, indexado al CIM como estación de corte y grabado láser.**

**Autores:** Quinatoa Pérez, Danny Alexander  
Velasco Reinoso, Edwin Santiago

**Director:** Ing. Acuña Coello, Fausto Vinicio

**Latacunga, Agosto 2023**





---

## Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema de corte y grabado láser, indexado al CIM como estación de corte y grabado láser

---

## Objetivos específicos

Analizar información preliminar y la línea base del proyecto.

---

Analizar las alternativas de solución y determinar los parámetros de diseño.

---

Diseñar el sistema mecatrónico de la estación y seleccionar los componentes.

---

Construir e Implementar el sistema de corte y grabado láser.

---

Manufacturar en el CIM y elaborar guías de prácticas.

---



## Fundamentación teórica

- **Manufactura integrada por computador CIM**



Integración de varios sistemas, con el fin de optimizar y mejorar todos los procesos y actividades que intervienen en los procesos de manufactura

### Hardware

- Máquinas de control numérico
- Celdas robóticas
- Control de calidad
- Almacenamiento
- Sensores
- Dispositivos periféricos

### Software

- Manejo de información
- Monitoreo
- Interfaz de control
- Automatización
- Seguimiento del trabajo

**Ventajas:** Automatización, flexibilidad y optimización

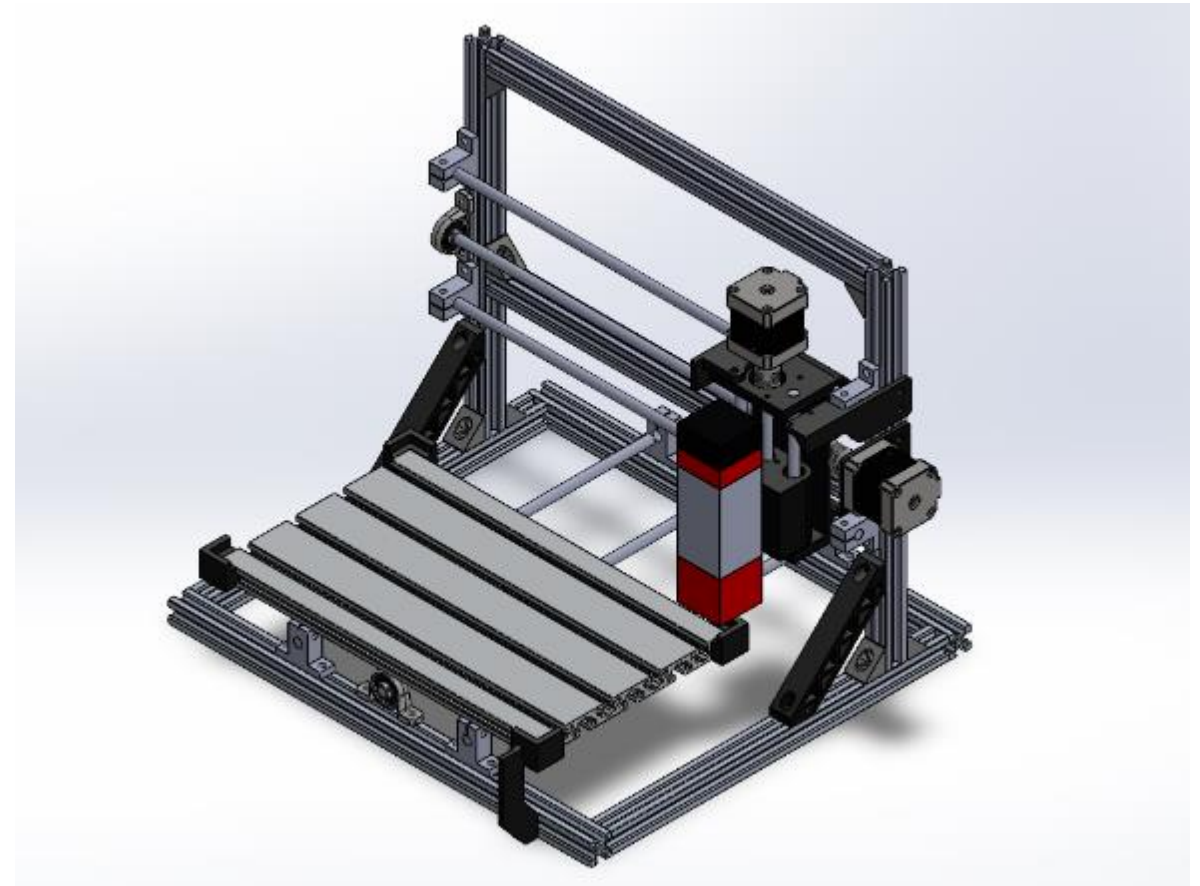
**Desventaja:** Alto costo de implementación



## Fundamentación teórica

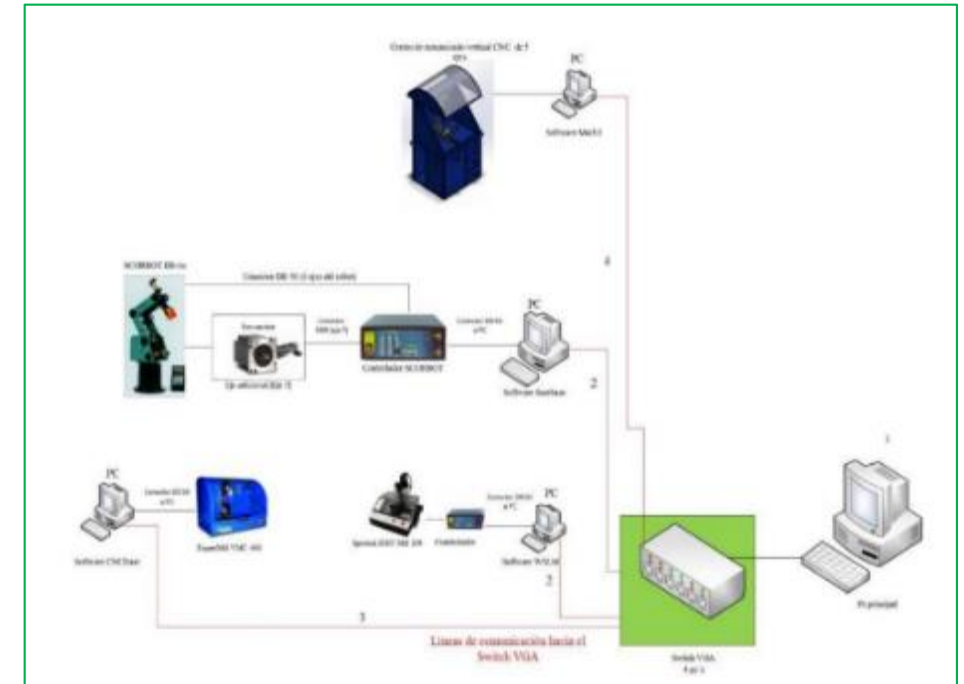
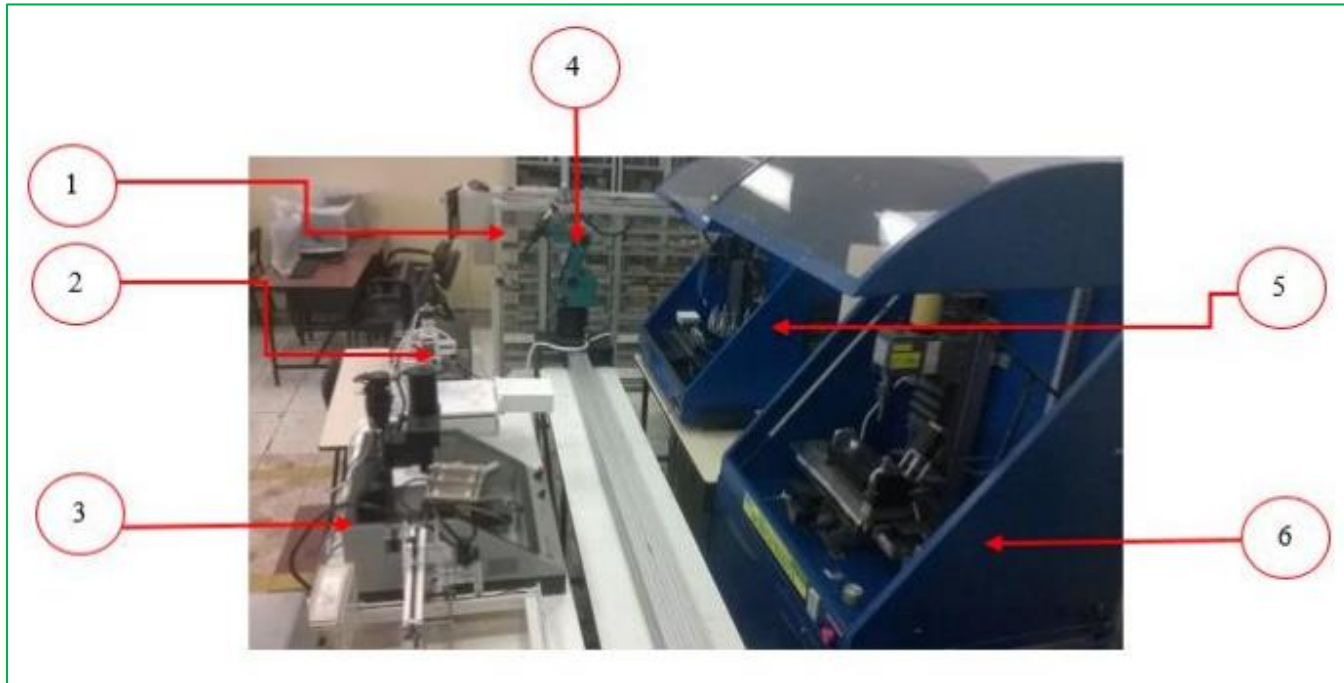
- *Corte y grabado láser*

Los parámetros fundamentales del corte con láser no dependen únicamente de la naturaleza y el espesor del material a cortar, de acuerdo a Pérez de Benito (2012) son **la posición del punto focal respecto al material, la potencia del láser y la velocidad relativa de movimiento.**



## Línea base del laboratorio

- Celda de Manufactura Flexible de Orden Aleatorio y Distribución en Línea mediante Robot Articulado



## Línea base del laboratorio

- *Cortadora Láser CO<sub>2</sub>.*



**No puede ser indexada** al sistema de manufactura integrada por computador CIM, debido a su **estructura mecánica**, no permite que el manipulador pueda colocar y retirar la pieza de trabajo fácilmente. Además, el CIM requiere que el **controlador** sea **compatible** con red de comunicación a implementar.

## Parámetros de diseño

- ✓ Facilidad de acceso a la zona del trabajo del sistema.
- ✓ Peso permisible del manipulador.
- ✓ Comunicación estable.
- ✓ El controlador de la estación de corte y grabado láser debe ser compatible con código G
- ✓ Open Source



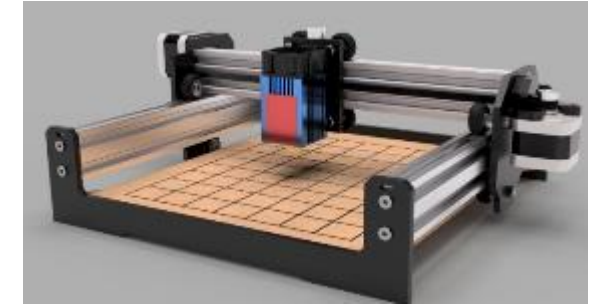


## Selección de componentes

**Tabla 1.** Selección de la estructura para el sistema de corte y gradado láser

Criterios	Alternativas		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Disponibilidad de materiales	3	5	4
Facilidad de ensamblaje	4	5	3
Adaptabilidad al CIM	2	5	3
Área de trabajo	3	4	4
Costo	4	3	4
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>22</b>	<b>18</b>

Alternativa 1



Alternativa 2



Alternativa 3



## Selección de componentes

- Selección del sistema de transmisión



### Tornillo de avance

- ✓ Precisión
- ✓ Potencia transmitida
- ✓ Costo

- Selección del actuador



### Motor paso a paso

- ✓ Torque
- ✓ Sistema de control
- ✓ Costo

- Selección del cabezal láser

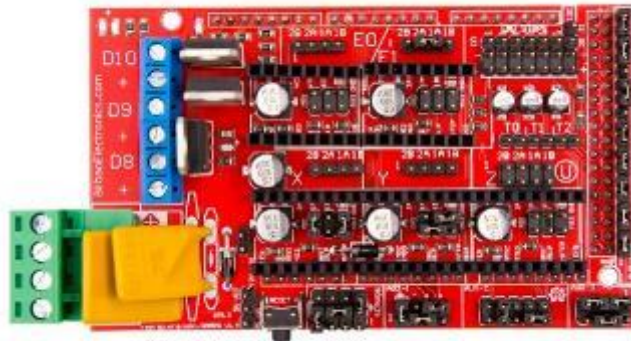


### Láser semiconductor

- ✓ Implementación en la estructura
- ✓ Sistema de control
- ✓ Costo

## Selección de componentes

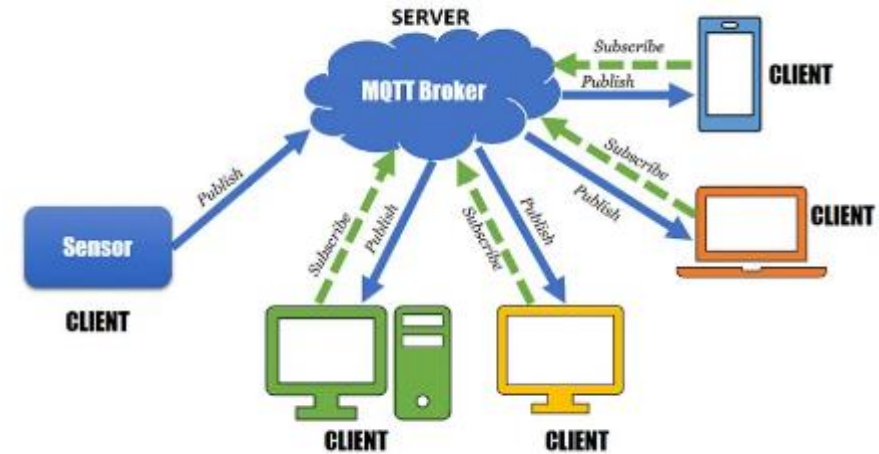
- Sistema de control (tarjeta de control)



### Shield RAMPS

- ✓ Comunicación con el CIM
- ✓ Firmware
- ✓ Control de los motores
- ✓ Costo

- Sistema de comunicación con el CIM (protocolo de comunicación)



### Protocolo MQTT

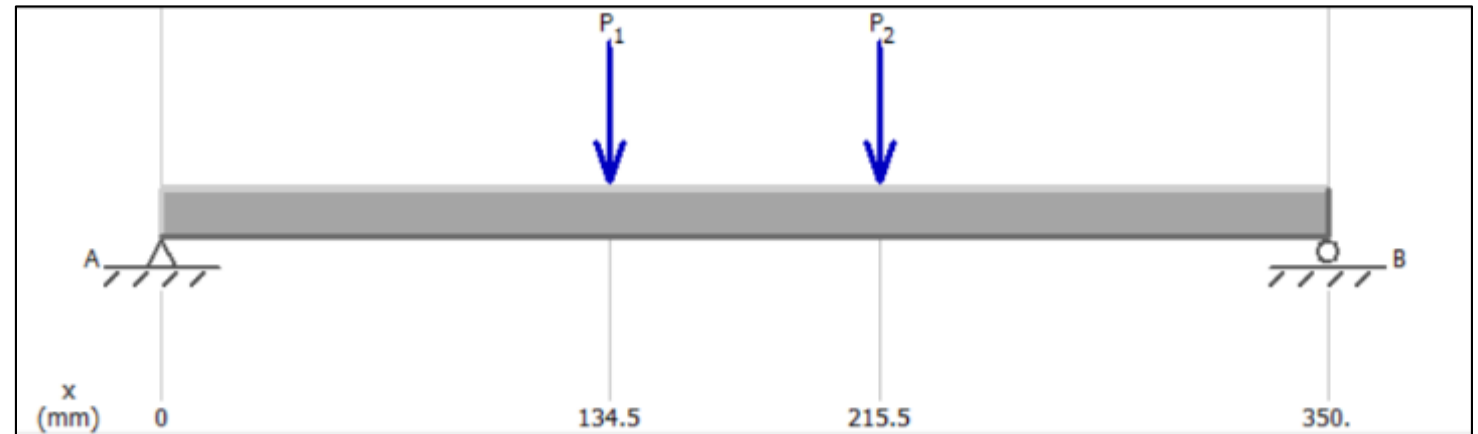
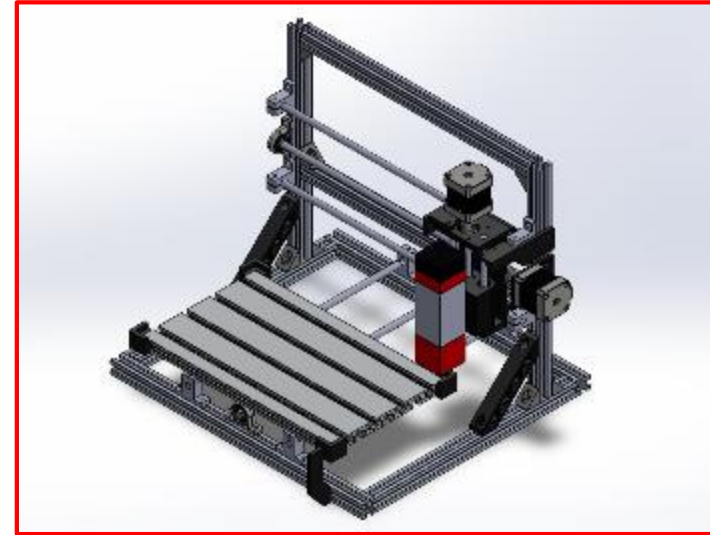
- ✓ Velocidad de transmisión de datos
- ✓ Ancho de banda requerido
- ✓ Facilidad de programación
- ✓ Costo de implementación

## Diseño de la estructura mecánica

- *Diseño del eje guía para el desplazamiento en Y*

### Datos.

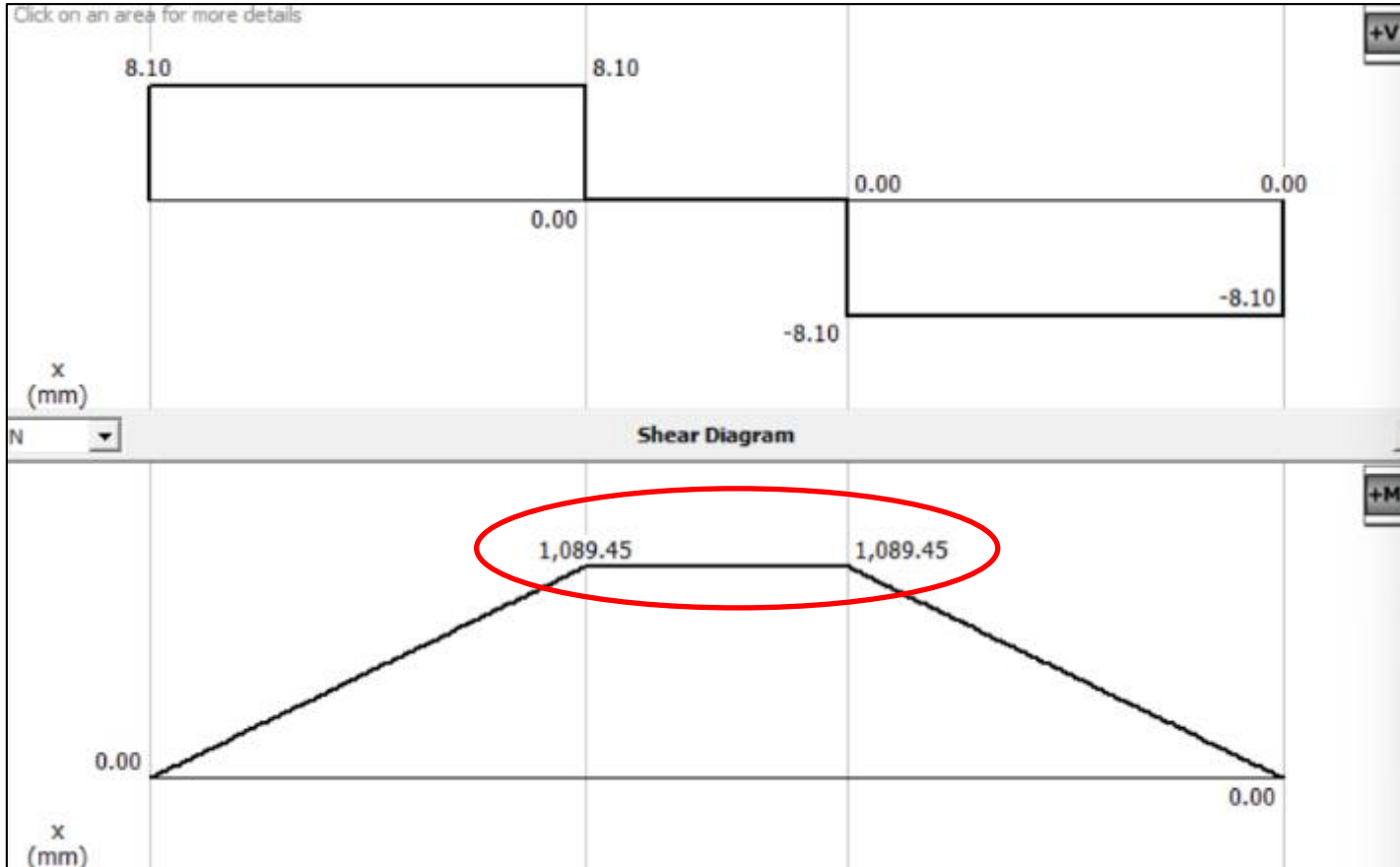
- Longitud: 350 mm
- Masa del material del trabajo: 1000 g
- Masa de la cama móvil: 550 g (aprox.)
- Masa de los accesorios: 100 g (aprox.)
- Fuerza en cada apoyo: 8.1 N



**Tabla 2.** Propiedades mecánicas del Acero AISI 304

Acero Inoxidable AISI 304	
Resistencia última	485 MPa
Resistencia a la fluencia	170 MPa
Densidad	$7.8 \frac{g}{cm^3}$
Módulo de elasticidad	190 GPa

# DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES



## Cálculo del esfuerzo de diseño

$$\sigma_d = \frac{\sigma_y}{n} \rightarrow \sigma_d = 85 \text{ MPa}$$

## Esfuerzo máximo del eje

$$\sigma = \frac{32M}{\pi d^3} \rightarrow d = 5.073 \text{ mm}$$

Se selecciona un diámetro de 8 mm, por la disponibilidad de los accesorios

## Verificación

$$\sigma = \frac{32(1089.45 \text{ Nmm})}{\pi(8 \text{ mm})^3} = 21.67 \text{ MPa}$$

$$\sigma_d > \sigma_{\text{calculado}}$$



## Análisis CAE

### Validación de la malla

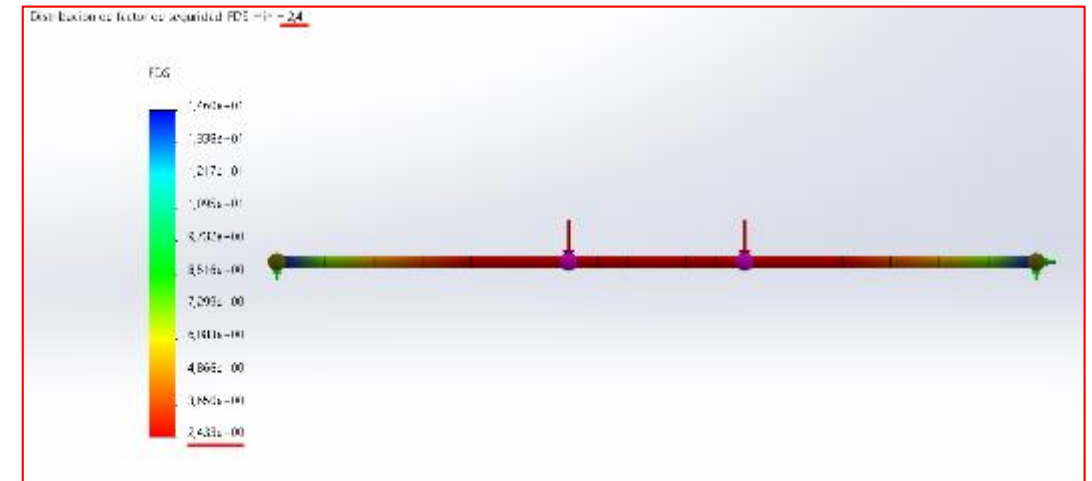
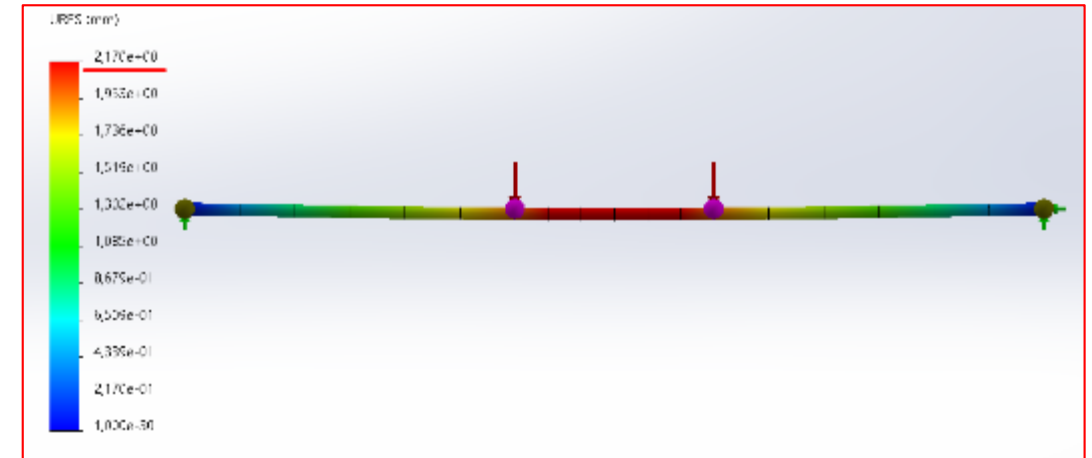
- Deflexión máxima en el eje con el diámetro calculado

$$y_{m\acute{a}x} = -\frac{Pa}{24EI}(3L^2 - 4a^2)$$

$$y_{m\acute{a}x} = -2.168 \text{ mm}$$

Tabla 3. Datos obtenidos

	Calculado	Análisis CAE
Factor de seguridad	2	2.4
Deflexión	2.168 mm	2.17 mm

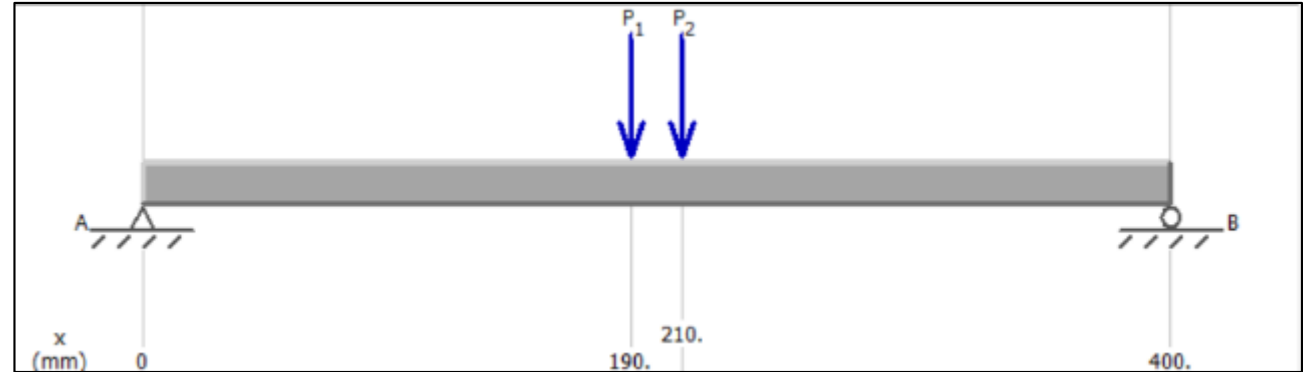



## Análisis CAE

- *Diseño del eje guía para el desplazamiento en X*

### Datos.

- Longitud: 400 mm
- Masa del módulo láser: 250 g (aprox.)
- Masa del motor: 450 g (aprox.)
- Masa de los accesorios: 100 g (aprox.)
- Fuerza en cada apoyo: 7.85 N



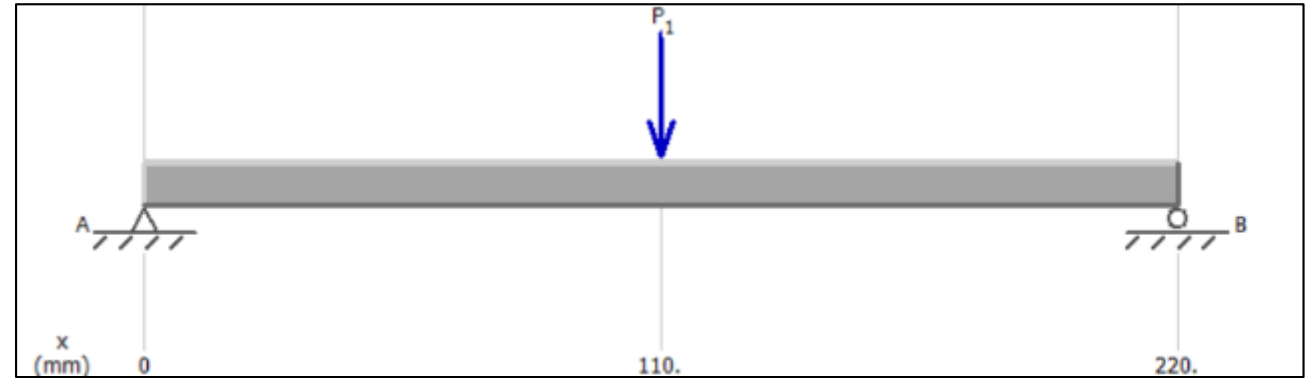
		Actual	Inicial	Óptimo (8)
Diametro		3.6mm	5.4mm	3.4mm
Factor de seguridad mínimo1	> 2.000000	2,515e+00	8,179e+00	2,103e+00
Tensión1	Cerca de 103.4 N/mm <sup>2</sup> (MPa)	8,224e+01 N/mm <sup>2</sup> (MPa)	2,528e+01 N/mm <sup>2</sup> (MPa)	9,833e+01 N/mm <sup>2</sup> (MPa)

## Análisis CAE

- *Diseño del eje guía para el desplazamiento en Z*

### Datos.

- Longitud: 220 mm
- Masa del módulo láser: 250 g (aprox.)
- Masa del motor: 450 g (aprox.)
- Masa de los accesorios: 100 g (aprox.)
- Fuerza en cada apoyo: 8.83 N



		Actual	Inicial	Óptimo (5)
Dametro		4mm	4mm	3.8mm
Factor de seguridad mínimo1	> 2.000000	2,358e+00	2,358e+00	2,025e+00
Tensión1	Cerca de 103.4 N/mm <sup>2</sup> (MPa)	8,772e+01 N/mm <sup>2</sup> (MPa)	8,772e+01 N/mm <sup>2</sup> (MPa)	1,021e+02 N/mm <sup>2</sup> (MPa)



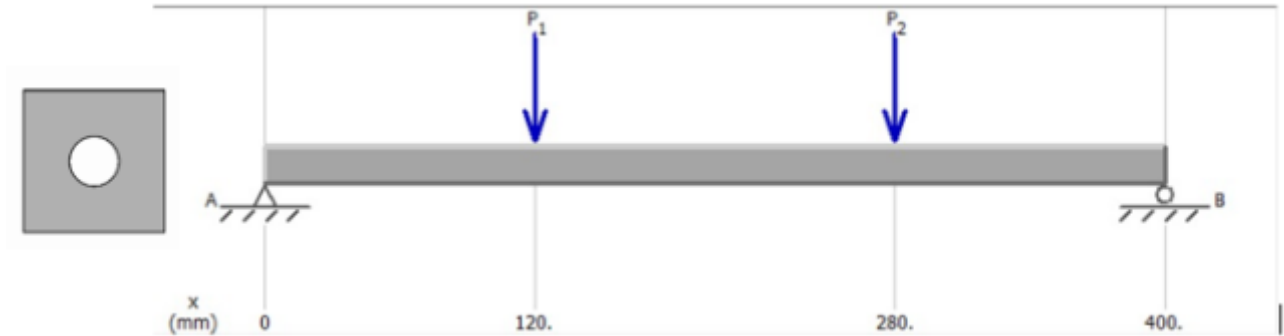
## Análisis CAE

- *Diseño de la estructura base*

Se toman en cuenta las reacciones halladas en el diseño del eje liso de desplazamiento en Y

### Datos.

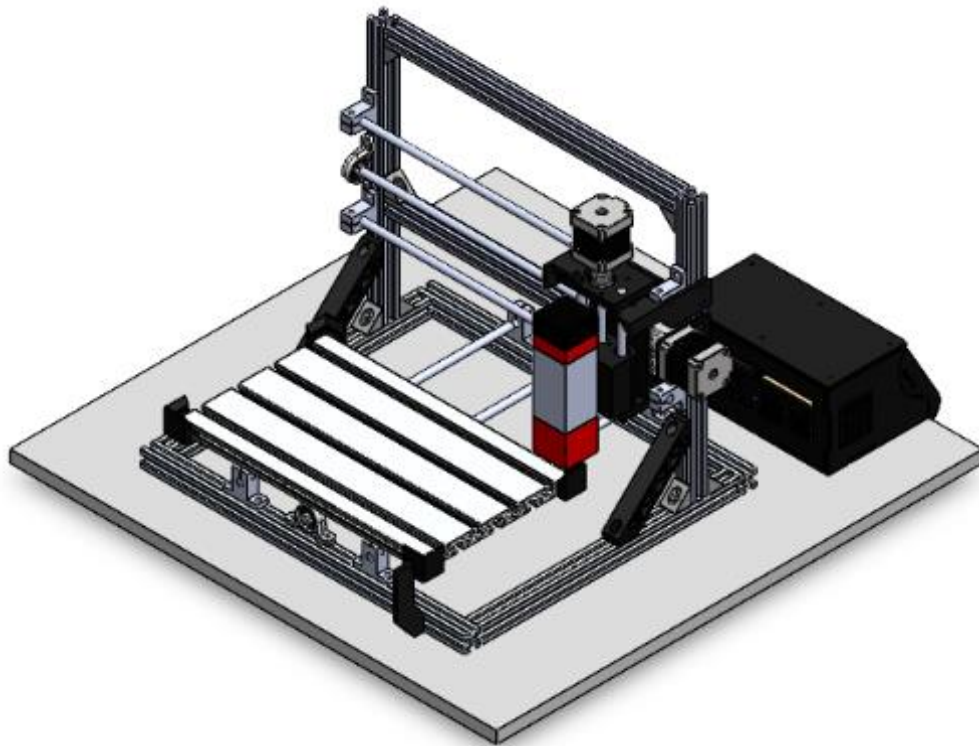
- Longitud: *400 mm*
- Fuerza en cada apoyo: *8.1 N*



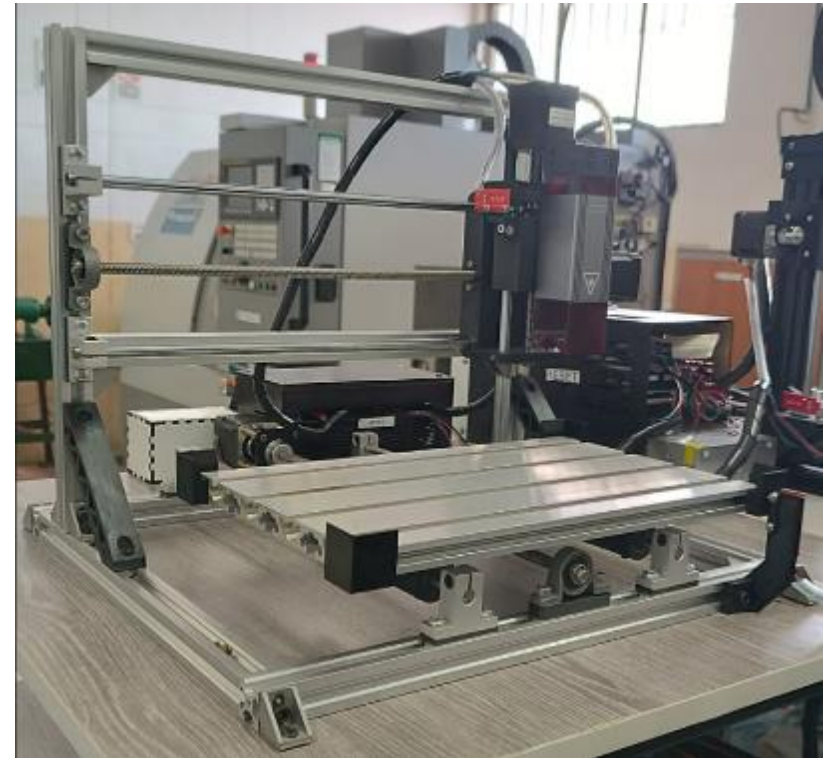
		Actual	Inicial	Óptimo (2)
Ancho		20mm	20mm	6mm
Factor de seguridad mínimo1	(3.000000 ~ 4.000000)	1,044e+02	1,044e+02	3,126e+00
Tensión1	Cerca de 42 N/mm <sup>2</sup> (MPa)	1,389e+00 N/mm <sup>2</sup> (MPa)	1,389e+00 N/mm <sup>2</sup> (MPa)	4,639e+01 N/mm <sup>2</sup> (MPa)

# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Diseño CAD del sistema

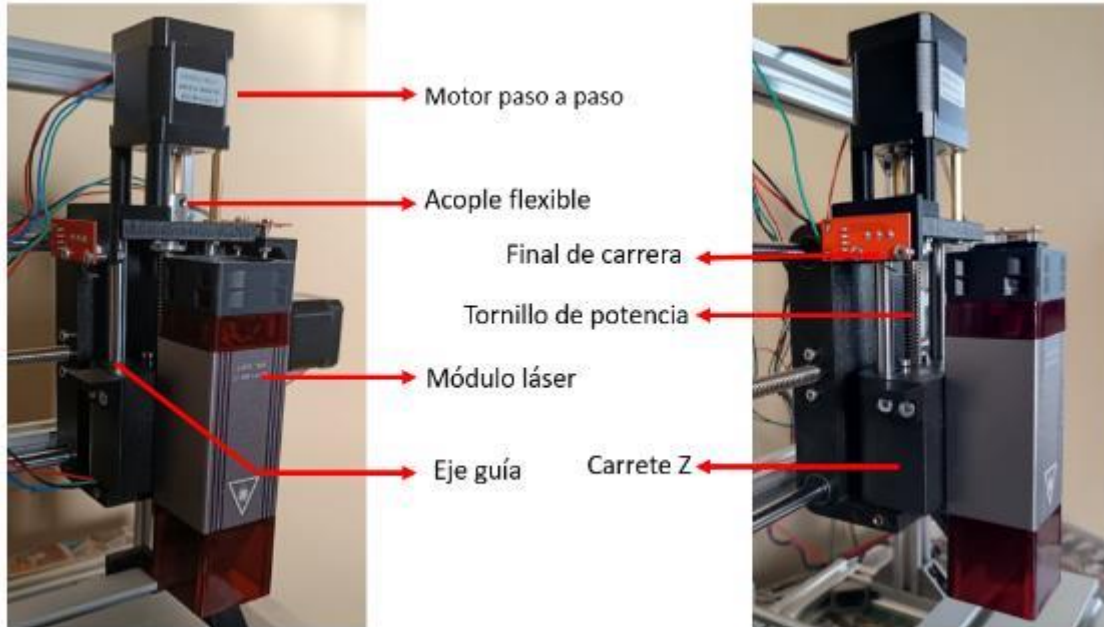


Implementación del sistema

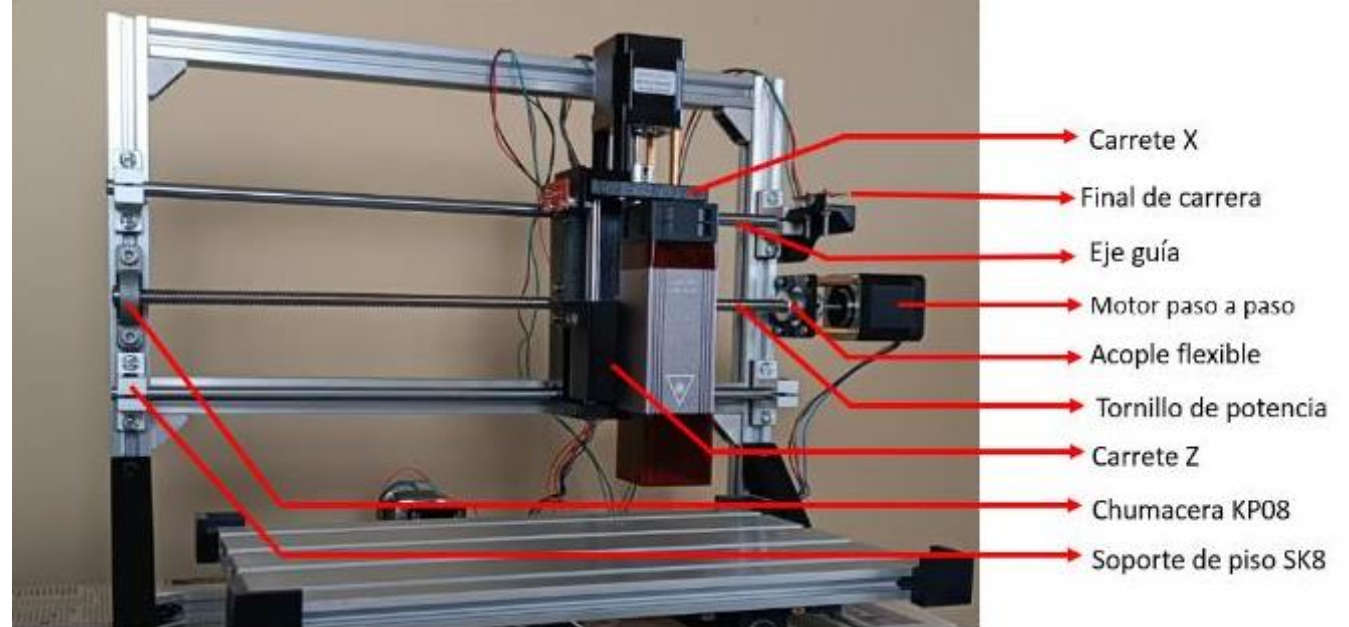


## Implementación de ejes

- Eje Z

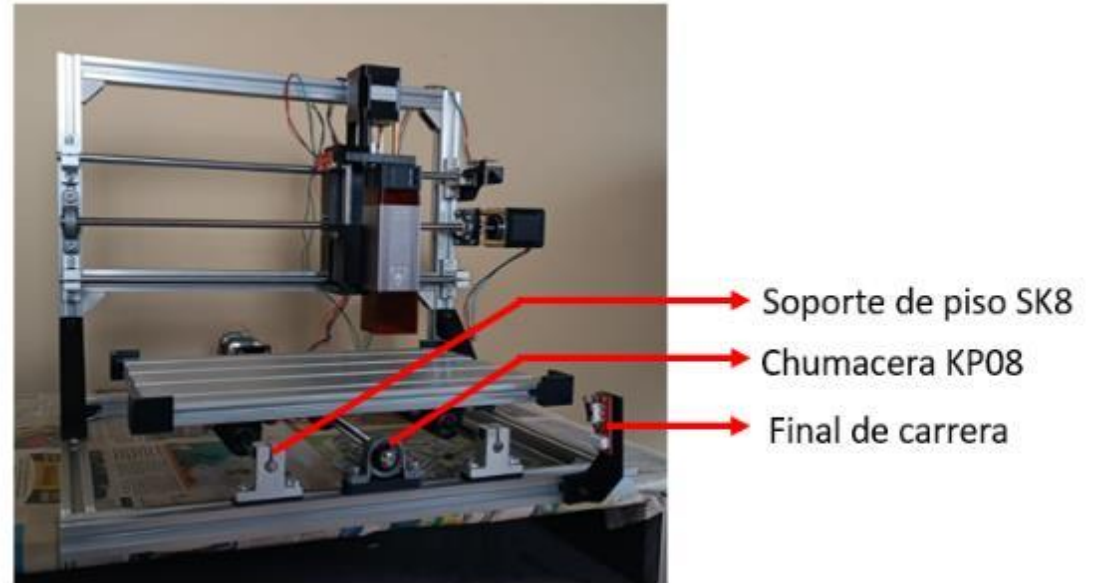
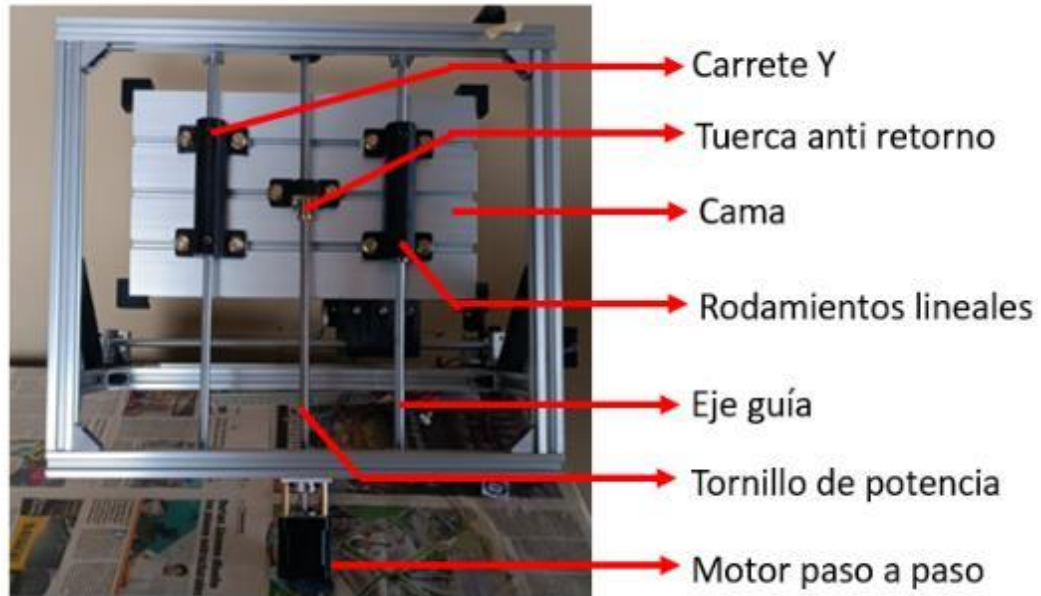


- Eje X



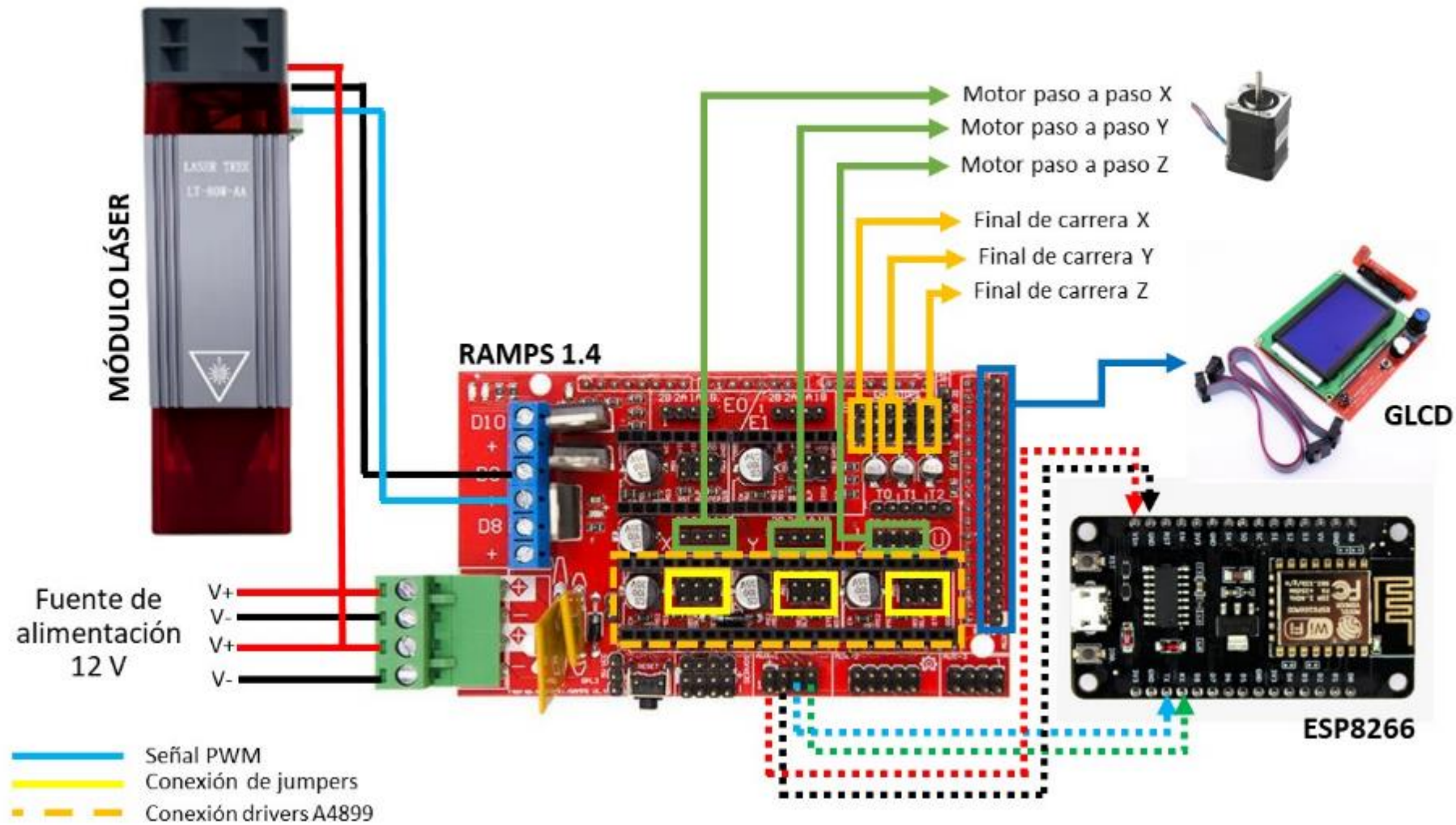
## Implementación de ejes

- Eje Y



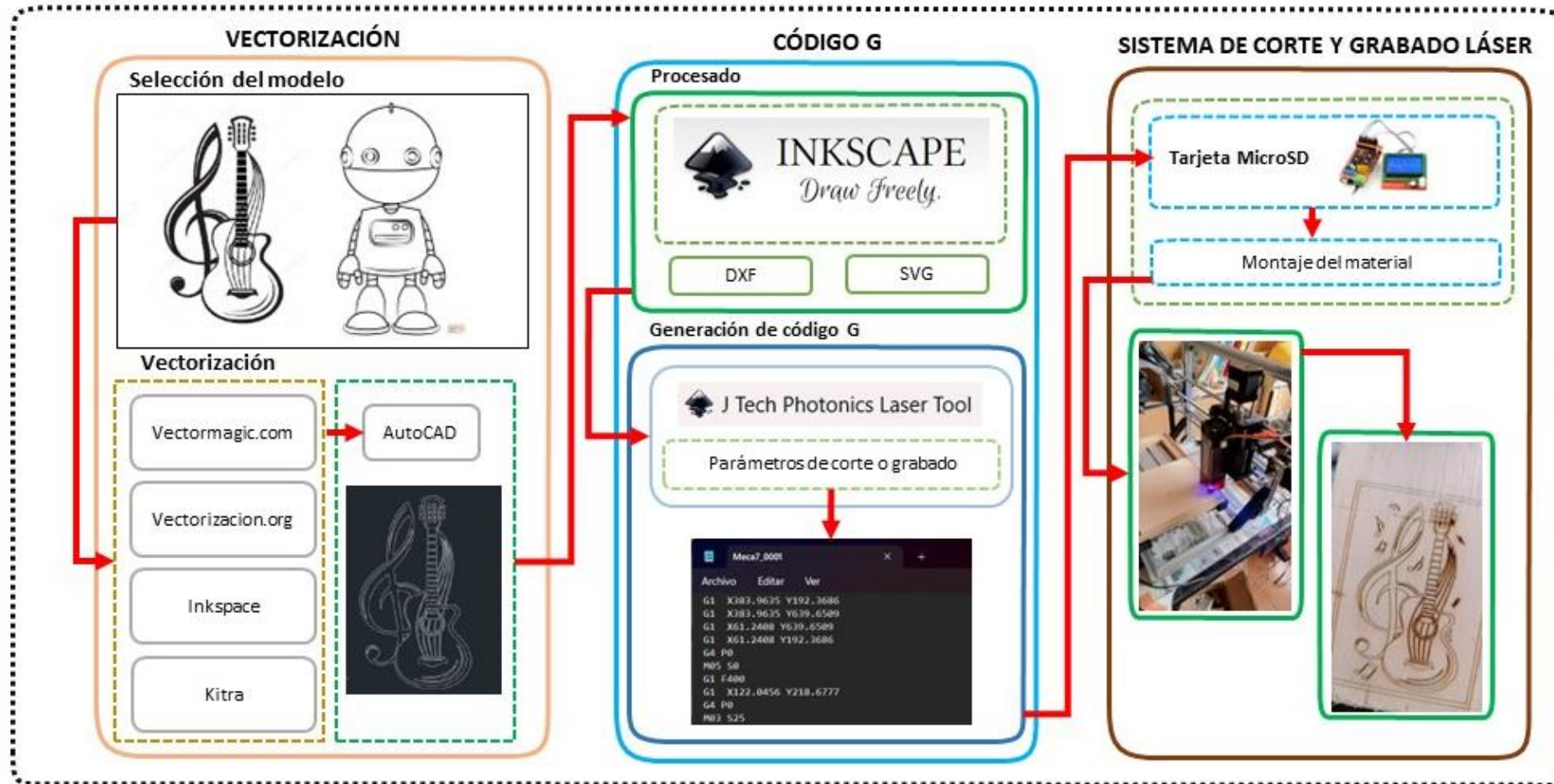
# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

## Implementación del sistema control



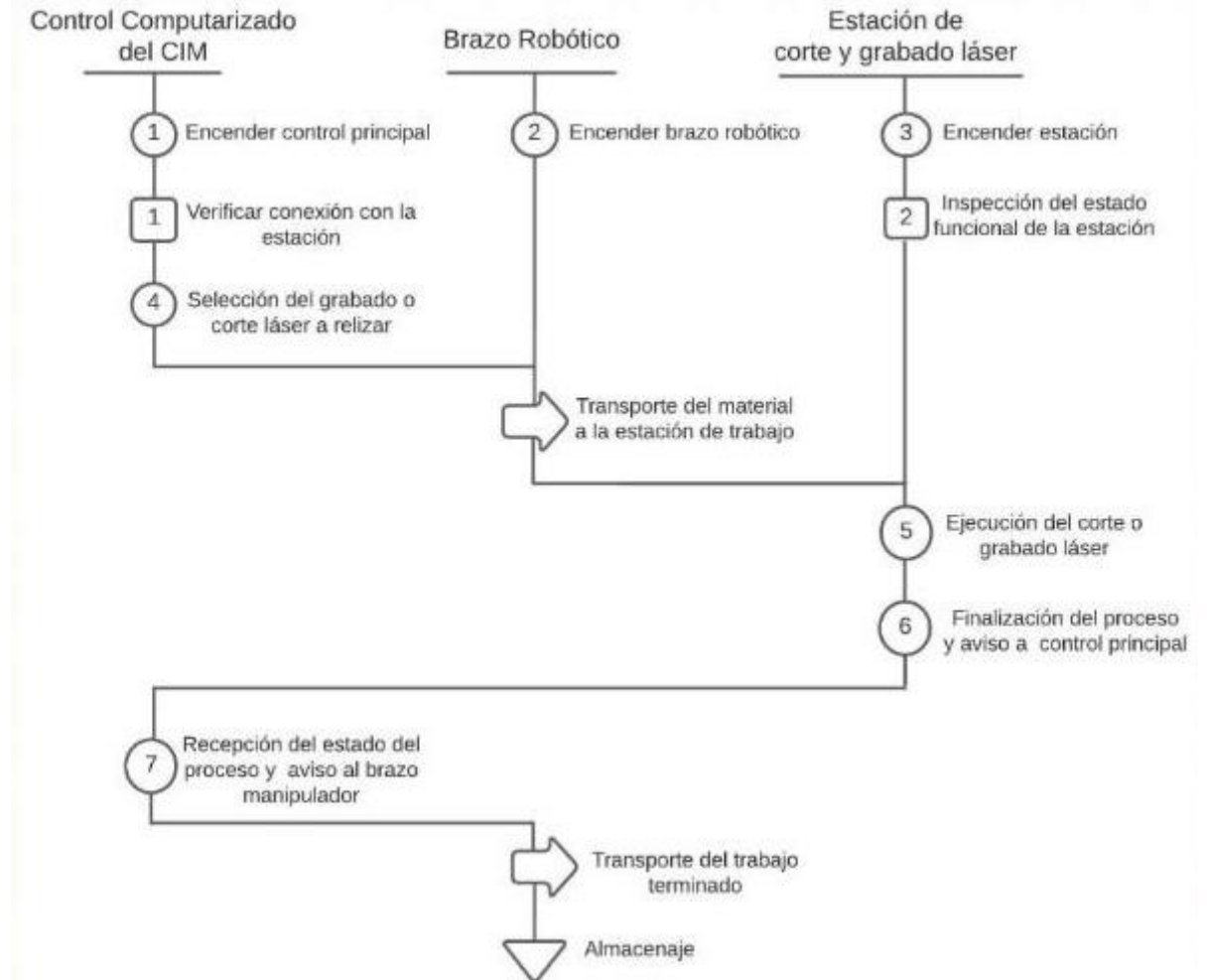
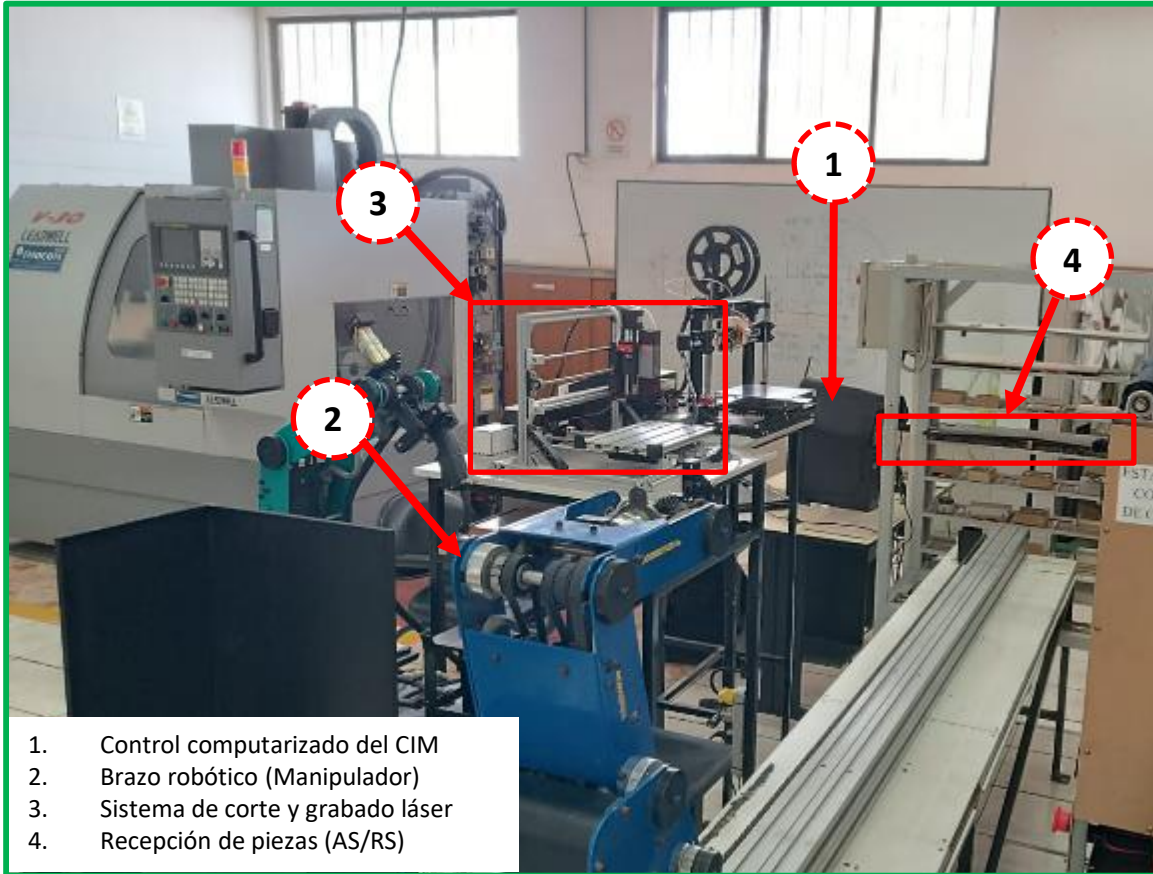
# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Diagrama de operación del sistema de corte y grabado láser



# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

## Implementación de control indexado al CIM



## Control computarizado del CIM

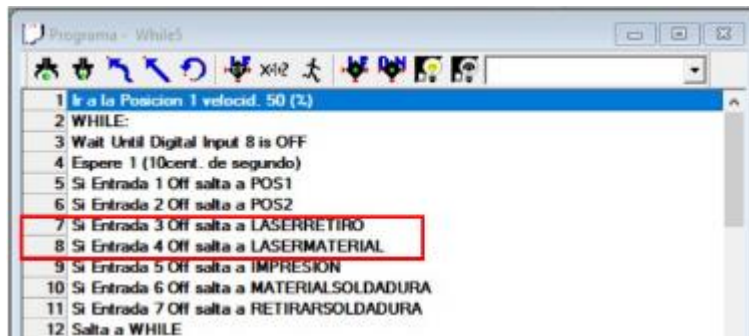




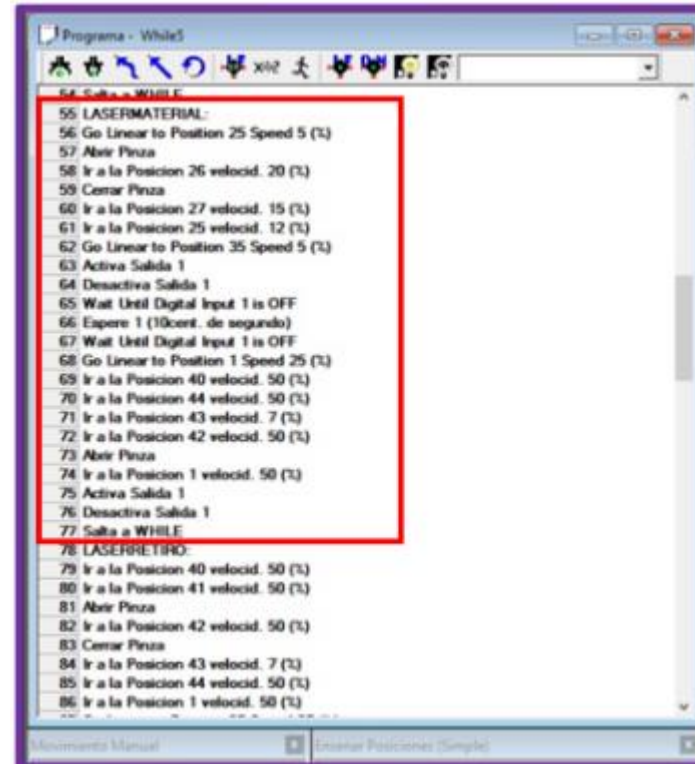
## Trayectorias del manipulador

Entradas para las trayectorias.

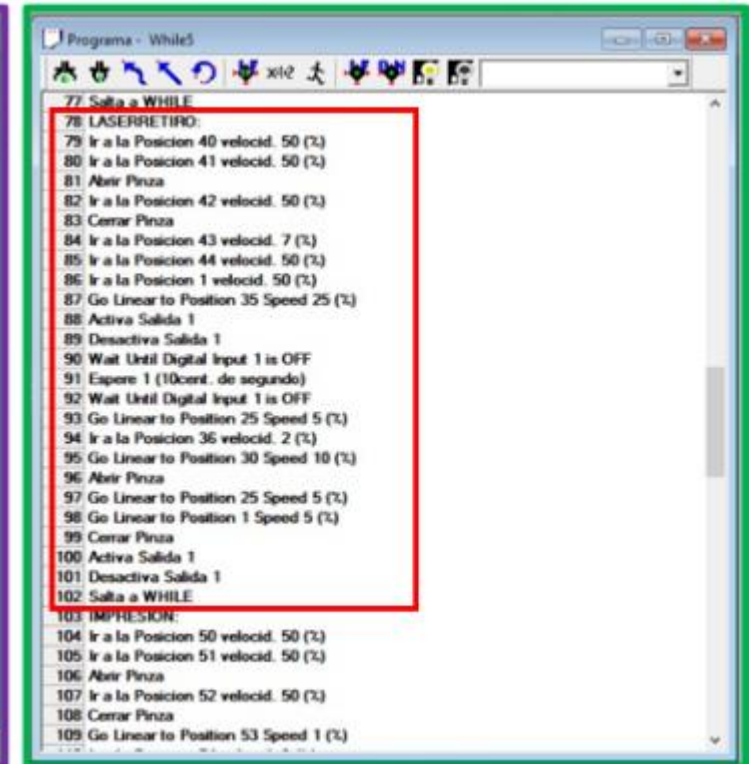
- **# 3:** Retiro del material de la estación
- **# 4:** Puesta del material de la estación



```
Programa - While5
1 Ir a la Posicion 1 velocidad. 50 (%)
2 WHILE:
3 Wait Until Digital Input 8 is OFF
4 Espere 1 (10cent. de segundo)
5 Si Entrada 1 Off salta a POS1
6 Si Entrada 2 Off salta a POS2
7 Si Entrada 3 Off salta a LASERRETIRO
8 Si Entrada 4 Off salta a LASERMATERIAL.
9 Si Entrada 5 Off salta a IMPRESION
10 Si Entrada 6 Off salta a MATERIALSOLDADURA
11 Si Entrada 7 Off salta a RETIRARSOLDADURA
12 Salta a WHILE
```



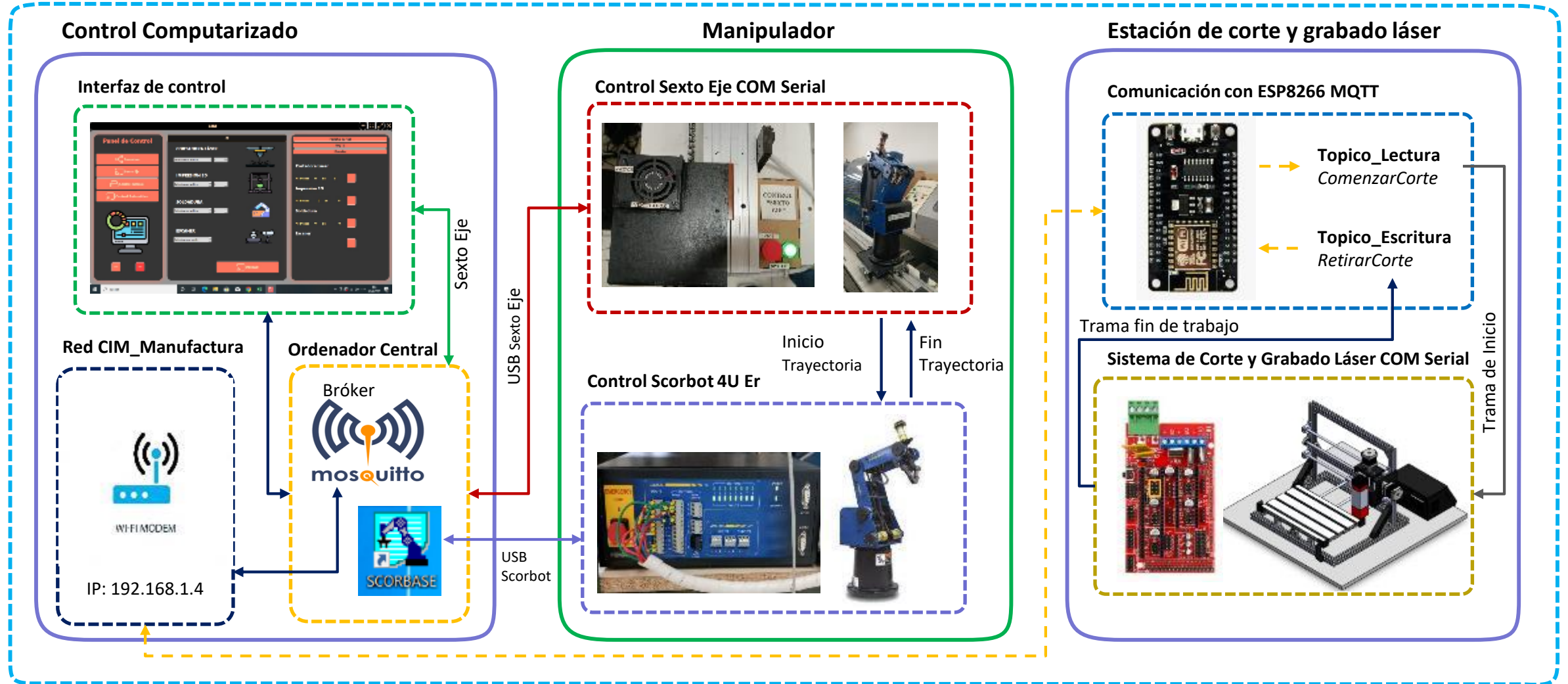
```
Programa - While5
64 Salta a WHILE
65 LASERMATERIAL:
66 Go Linear to Position 25 Speed 5 (%)
67 Abrir Pinza
68 Ir a la Posicion 26 velocidad. 20 (%)
69 Cerrar Pinza
70 Ir a la Posicion 27 velocidad. 15 (%)
71 Ir a la Posicion 25 velocidad. 12 (%)
72 Go Linear to Position 35 Speed 5 (%)
73 Activa Salida 1
74 Desactiva Salida 1
75 Wait Until Digital Input 1 is OFF
76 Espere 1 (10cent. de segundo)
77 Wait Until Digital Input 1 is OFF
78 Go Linear to Position 1 Speed 25 (%)
79 Ir a la Posicion 40 velocidad. 50 (%)
80 Ir a la Posicion 44 velocidad. 50 (%)
81 Ir a la Posicion 43 velocidad. 7 (%)
82 Ir a la Posicion 42 velocidad. 50 (%)
83 Abrir Pinza
84 Ir a la Posicion 1 velocidad. 50 (%)
85 Activa Salida 1
86 Desactiva Salida 1
87 Salta a WHILE
88 LASERRETIRO:
89 Ir a la Posicion 40 velocidad. 50 (%)
90 Ir a la Posicion 41 velocidad. 50 (%)
91 Abrir Pinza
92 Ir a la Posicion 42 velocidad. 50 (%)
93 Cerrar Pinza
94 Ir a la Posicion 43 velocidad. 7 (%)
95 Ir a la Posicion 44 velocidad. 50 (%)
96 Ir a la Posicion 1 velocidad. 50 (%)
97 Go Linear to Position 35 Speed 25 (%)
98 Activa Salida 1
99 Desactiva Salida 1
100 Wait Until Digital Input 1 is OFF
101 Espere 1 (10cent. de segundo)
102 Wait Until Digital Input 1 is OFF
103 Go Linear to Position 25 Speed 5 (%)
104 Ir a la Posicion 36 velocidad. 2 (%)
105 Go Linear to Position 30 Speed 10 (%)
106 Abrir Pinza
107 Go Linear to Position 25 Speed 5 (%)
108 Cerrar Pinza
109 Activa Salida 1
110 Desactiva Salida 1
111 Salta a WHILE
112 IMPRESION:
113 Ir a la Posicion 50 velocidad. 50 (%)
114 Ir a la Posicion 51 velocidad. 50 (%)
115 Abrir Pinza
116 Ir a la Posicion 52 velocidad. 50 (%)
117 Cerrar Pinza
118 Go Linear to Position 53 Speed 1 (%)
```



```
Programa - While5
77 Salta a WHILE
78 LASERRETIRO:
79 Ir a la Posicion 40 velocidad. 50 (%)
80 Ir a la Posicion 41 velocidad. 50 (%)
81 Abrir Pinza
82 Ir a la Posicion 42 velocidad. 50 (%)
83 Cerrar Pinza
84 Ir a la Posicion 43 velocidad. 7 (%)
85 Ir a la Posicion 44 velocidad. 50 (%)
86 Ir a la Posicion 1 velocidad. 50 (%)
87 Go Linear to Position 35 Speed 25 (%)
88 Activa Salida 1
89 Desactiva Salida 1
90 Wait Until Digital Input 1 is OFF
91 Espere 1 (10cent. de segundo)
92 Wait Until Digital Input 1 is OFF
93 Go Linear to Position 25 Speed 5 (%)
94 Ir a la Posicion 36 velocidad. 2 (%)
95 Go Linear to Position 30 Speed 10 (%)
96 Abrir Pinza
97 Go Linear to Position 25 Speed 5 (%)
98 Cerrar Pinza
99 Activa Salida 1
100 Desactiva Salida 1
101 Salta a WHILE
102 IMPRESION:
103 Ir a la Posicion 50 velocidad. 50 (%)
104 Ir a la Posicion 51 velocidad. 50 (%)
105 Abrir Pinza
106 Ir a la Posicion 52 velocidad. 50 (%)
107 Cerrar Pinza
108 Go Linear to Position 53 Speed 1 (%)
```

# IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

## Implementación del protocolo de comunicación



## Pruebas de repetibilidad

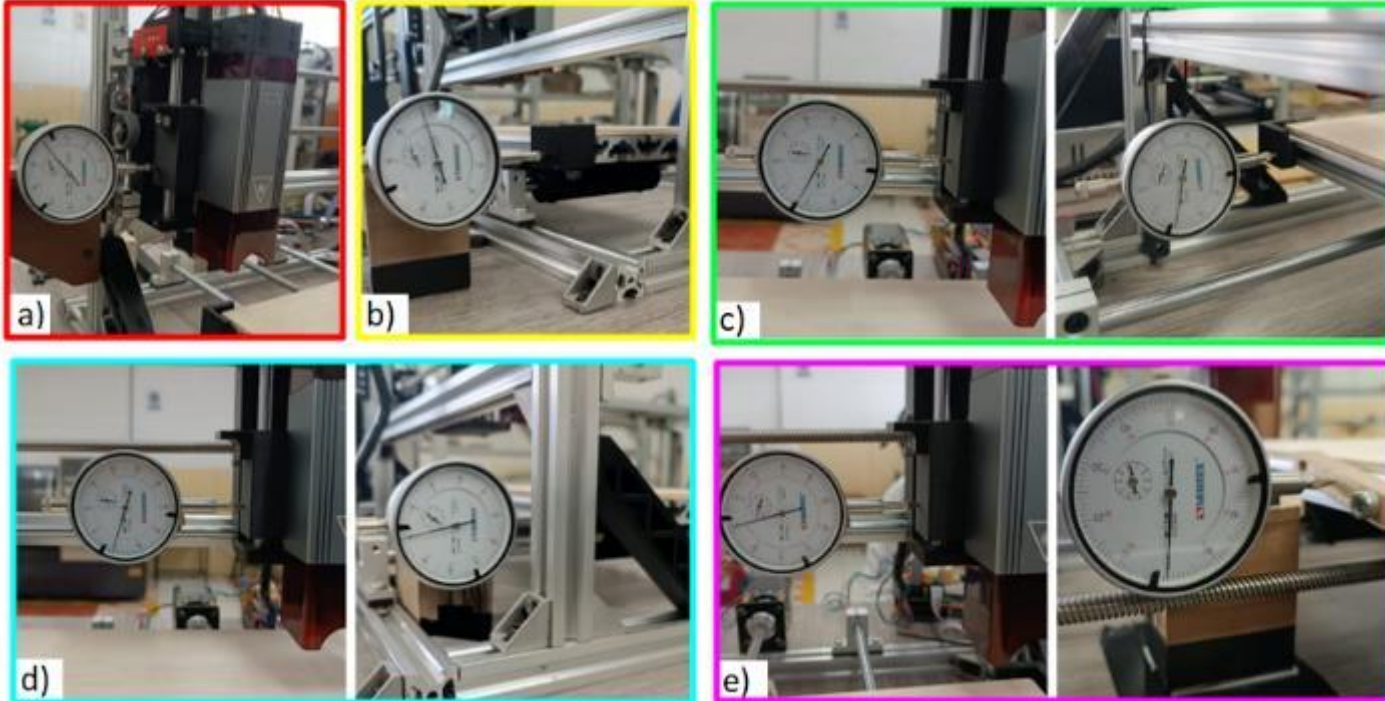


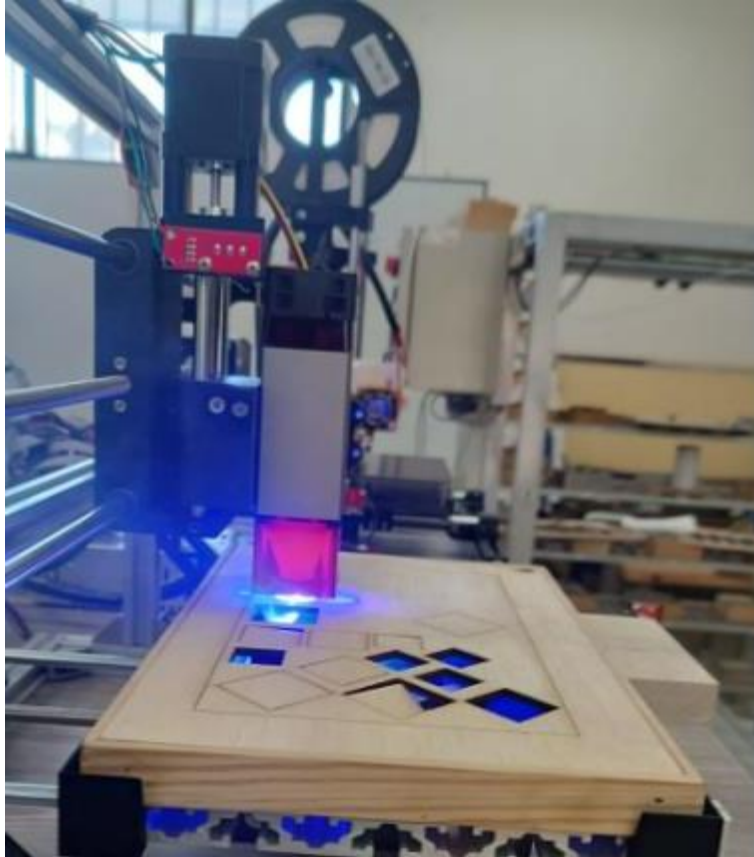
Tabla 4. *Desviación típica*

Pruebas de repetibilidad	
Desviación Típica	
Eje X	0.016 mm
Eje Y	0.015 mm

Tabla 5. *Exactitud*

Pruebas de repetibilidad	
Exactitud	
Eje X	0.03 mm
Eje Y	0.03 mm

## Pruebas de corte



**Tabla 6.** *Exactitud de los cortes*

Pruebas de corte	
Exactitud	
Eje X	0.37 mm
Eje Y	0.48 mm

**Tabla 7.** *Desviación típica de los cortes*

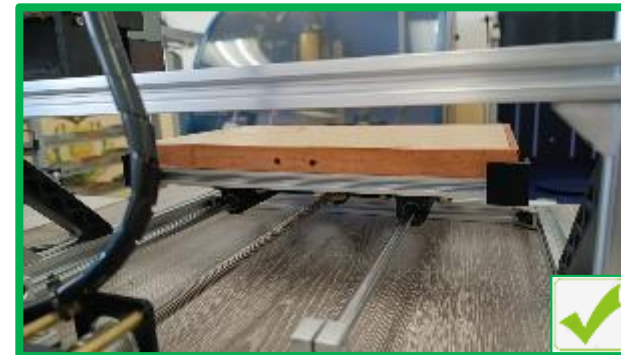
Pruebas de corte	
Desviación Típica	
Eje X	0.03 mm
Eje Y	0.05 mm

## Pruebas de la estación indexada al CIM

Tabla 8. Pruebas de la estación indexada al CIM

N° de repetición	Prueba de funcionamiento individual de la estación de corte y grabado láser indexada al CIM	
	Funciona	No funciona
1	X	
2	X	
3	X	
4	X	
5	X	
6	X	
7	X	
8		X
9	X	
10	X	
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>1</b>

El Sexto Eje ligado al CIM tiene un **90%** de probabilidad de posicionar al **Scorbot ER – 4U**, de modo que coloque adecuadamente la **bandeja con material** en la **estación de Corte y Grabado Láser** para la realización de prácticas y que tan solo un **10%** de las veces se produce un fallo.



## Validación de hipótesis individual

---

### Hipótesis

Mediante el diseño e implementación de un Sistema de Corte y Grabado Láser, se podrá indexar al CIM como estación de grabado y corte láser para realizar prácticas de Manufactura en el Laboratorio CNC de la ESPE Sede Latacunga.

---

---

### Variables

#### *Independiente*

Mediante el diseño e implementación de un Sistema de Corte y Grabado Láser

---

#### *Dependiente*

Indexar al CIM como estación de grabado y corte láser para realizar Prácticas de Manufactura en el Laboratorio CNC de la ESPE Sede Latacunga.

---



$H_0$ : Mediante el diseño e implementación de un Sistema de Corte y Grabado Láser, **no se podrá** indexar al CIM como estación de grabado y corte láser para realizar prácticas de Manufactura en el Laboratorio CNC de la ESPE Sede Latacunga.

$H_1$ : Mediante el diseño e implementación de un Sistema de Corte y Grabado Láser, **se podrá** indexar al CIM como estación de grabado y corte láser para realizar prácticas de Manufactura en el Laboratorio CNC de la ESPE Sede Latacunga.

**Tabla 9.** Valoraciones de los parámetros de evaluación

Ítem	Parámetro	Grado de aprobación		Número de valoraciones
		Aceptación	Rechazo	
1	Integración de la estación al CIM	28	2	30
2	Facilidad en uso de prácticas de manufactura	25	5	30
3	Aprendizaje relacionado al manejo y programación de la estación indexada al CIM	25	5	30
4	Aplicación de la estación indexada al CIM para automatización de operaciones de corte y grabado láser.	23	7	30
5	Durabilidad de la estación indexada al CIM frente a uso prolongado y continuo	17	13	30
<b>Total</b>		<b>118</b>	<b>32</b>	<b>150</b>



**Tabla 9.** Cálculo del estadístico de prueba Chi - Cuadrado

Datos	Frecuencia absoluta $f_a$	Frecuencia esperada $f_e$	$f_a - f_e$	$(f_a - f_e)^2$	$\frac{(f_a - f_e)^2}{f_e}$
Ítem 1 aceptación	28	23.6	4.4	19.36	0,820338983
Ítem 2 aceptación	25	23.6	1.4	1.96	0,083050847
Ítem 3 aceptación	25	23.6	1.4	1.96	0,083050847
Ítem 4 aceptación	23	23.6	-0.6	0.36	0,015254237
Ítem 5 aceptación	16	23.6	-7,6	57.67	2,447457627
Ítem 1 rechazo	2	6.4	-4.4	19.36	3,025
Ítem 2 rechazo	5	6.4	-1.4	1.96	0,30625
Ítem 3 rechazo	5	6.4	-1.4	1.96	0,30625
Ítem 4 rechazo	7	6.4	0.6	0.36	0,05625
Ítem 5 rechazo	14	6.4	7,6	57.76	9,025
<b>Total</b>					16,16790254

Estadístico de prueba:  $x^2 = 16.168$

Grados de libertad

$$v = (f - 1)(c - 1)$$

$$v = (5 - 1)(2 - 1)$$

$$v = 4$$

**Tabla 10.** Distribución de Chi - Cuadrado

$v/\alpha$	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1
1	7,879	6,635	5,024	3,842	2,706
2	10,597	9,210	7,378	5,992	4,605
3	12,838	11,345	9,348	7,815	6,251
4	14,860	13,277	11,143	9,488	7,779
5	16,750	15,086	12,833	11,071	9,236
6	18,548	16,812	14,449	12,592	10,645
7	20,278	18,475	16,013	14,067	12,017
8	21,955	20,090	17,535	15,507	13,362
9	23,589	21,666	19,023	16,919	14,684
10	25,188	23,209	20,483	18,307	15,987
11	26,757	24,725	21,920	19,675	17,275
12	28,300	26,217	23,337	21,026	18,549
13	29,819	27,688	24,736	22,362	19,812
14	31,319	29,141	26,119	23,685	21,064
15	32,802	30,578	27,488	24,996	22,307

Nota. El término  $v$  corresponde a los grados de libertad y  $\alpha$  es el nivel de significancia. Tomado de (Facultad Regional Mendoza UTN, 2023)

**Comprobación**

$$x^2 > 9.488$$

Se acepta  $H_1$





## Validación de hipótesis general

---

### Hipótesis

Mediante el diseño e implementación de un Sistema de Manufactura Integrada por Computador con 4 estaciones de Manufactura Aditiva y Sustractiva, se podrá realizar Prácticas de Manufactura en el Laboratorio CNC de la ESPE Sede Latacunga.

---

### Variables

#### *Independiente*

Mediante el diseño e implementación de un Sistema de Manufactura Integrada por Computador con 4 estaciones de Manufactura Aditiva y Sustractiva

---

#### *Dependiente*

Realizar Prácticas de Manufactura en el Laboratorio CNC de la ESPE Sede Latacunga.

---



**Tabla 11.** *Funcionamiento simultaneo de estaciones*

N° de repetición	Prueba de funcionamiento simultáneo en las estaciones de corte y grabado láser e impresión 3D	
	Funciona	No funciona
1	X	
2	X	
3		X
4		X
5	X	
6	X	
7	X	
8		X
9	X	
10	X	
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>3</b>

$H_0$ : Mediante el diseño e implementación de un Sistema de Manufactura Integrada por Computador con 4 estaciones de Manufactura Aditiva y Sustractiva, **no se podrá** realizar Prácticas de Manufactura en el Laboratorio CNC de la ESPE Sede Latacunga.

$H_1$ : Mediante el diseño e implementación de un Sistema de Manufactura Integrada por Computador con 4 estaciones de Manufactura Aditiva y Sustractiva, **se podrá** realizar Prácticas de Manufactura en el Laboratorio CNC de la ESPE Sede Latacunga.

Existe un **70%** de probabilidad de que se realicen con éxito prácticas de manufactura en el CIM frente a un **30%** de probabilidad de que no se lleve a cabo el proceso correctamente, es decir que **no se coloquen las bandejas con el material de manera correcta.**

Por ende se acepta la hipótesis  $H_1$ .



## Conclusiones

El estado de arte permitió conocer información relevante de trabajos previos, en el mismo se identificaron las posibles alternativas de solución previo al diseño e implementación del sistema de corte y grabado láser, destacando entre ellos, el tipo de estructura, los mecanismos de movimiento, controladores, el cabezal láser y el método de comunicación. Además, la línea base del Laboratorio de CNC, nos permitió identificar determinados parámetros de diseño para garantizar un correcto funcionamiento con el CIM.

Mediante la selección de alternativas se determinó la opción más idónea para indexar el sistema de corte y grabado láser al CIM, el cual consistió en una estructura del tipo cartesiana abierta de pórtico fijo, un sistema de transmisión de movimiento por tornillo de potencia impulsado por motores paso a paso, un módulo láser de diodo, una tarjeta de control Arduino Mega con su Shield RAMPS, utilizando comunicación inalámbrica por medio de un sistema de mensajería MQTT cumpliendo de esta manera, los parámetros de diseños establecidos.



# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se diseñó e implementó de manera exitosa, un sistema de corte y grabado láser que luego fue indexado como estación de corte y grabado dentro del CIM, con un área de trabajo de 294 x 180 mm, un área de deposición de material de 180 mm x 300 mm, un láser con potencia óptica de  $10 \pm 1$  W capaz de cortar materiales blandos como tablero contrachapado y MDF de 4 mm en una sola pasada, además de ser capaz de trabajar sobre materiales no reflectantes.

Mediante la aplicación de la norma ISO 10360 – 2 se encontró que la estación posee una precisión en términos de desviación estándar de  $\pm 0.029$  mm para una confianza del 95% y una exactitud de  $\pm 0.03$  mm cuando trabaja en vacío, mientras que, con las pruebas de cortes se determinó que existe una repetibilidad de  $\pm 0.06$  mm, sin embargo estos valores no presentan un problema debido a que el diseño contempla un uso educativo y de trabajos que no requieran alta precisión.



# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tras realizar las pruebas del Sistema de corte y grabado láser indexada al CIM se obtuvo como resultados el 90% y 70% de un correcto funcionamiento, en el primer caso de manera independiente y en el segundo trabajando de manera sincronizada con la estación de Impresión 3D. Cabe mencionar que se realizaron prácticas con 30 estudiantes de la asignatura de CAM, los mismos fueron capaces de operar la máquina de manera independiente e indexada al CIM siguiendo los pasos establecidos en el manual de usuario proporcionado, por lo que se concluye que se podrá realizar Prácticas de Manufactura en el Laboratorio CNC de la ESPE Sede Latacunga



## Recomendaciones

Repotenciar del sexto eje mediante la implementación de guías prismáticas y un sistema de transmisión por tornillo de potencia con la finalidad de reducir las vibraciones y tambaleos en el Scrobot Er - 4U de modo que se pueda obtener una mayor precisión y exactitud en la colocación de bandejas con material dentro la estación de corte y grabado láser.

Al utilizar el Sistema de Corte y Grabado Láser como una estación del CIM, por ningún motivo, sobrepase el peso máximo establecido de 1 kg que puede llevar el brazo manipulador. Un peso superior implica que la bandeja formará una depresión angular considerable con respecto a la horizontal, produciendo una colisión entre la bandeja, el brazo manipulador y la cama de la estación.

Realizar trabajos con materiales cuyos pesos sean mayores a 1 kg, se recomienda que se utilice la estación de forma individual y que el computador principal este desconectado de la Red wifi CIM\_Manufactura.



Gracias



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA