



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE  
TORNO FRESADOR DE CONTROL NUMÉRICO  
COMPUTARIZADO PARA EL LABORATORIO CNC DE  
LA ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA”**

WALTER DAVID NÚÑEZ BALLADARES.  
ANDRÉS MARCELO GORDÓN GARCÉS.

Latacunga, 2013

# CAPÍTULO I

# GENERALIDADES

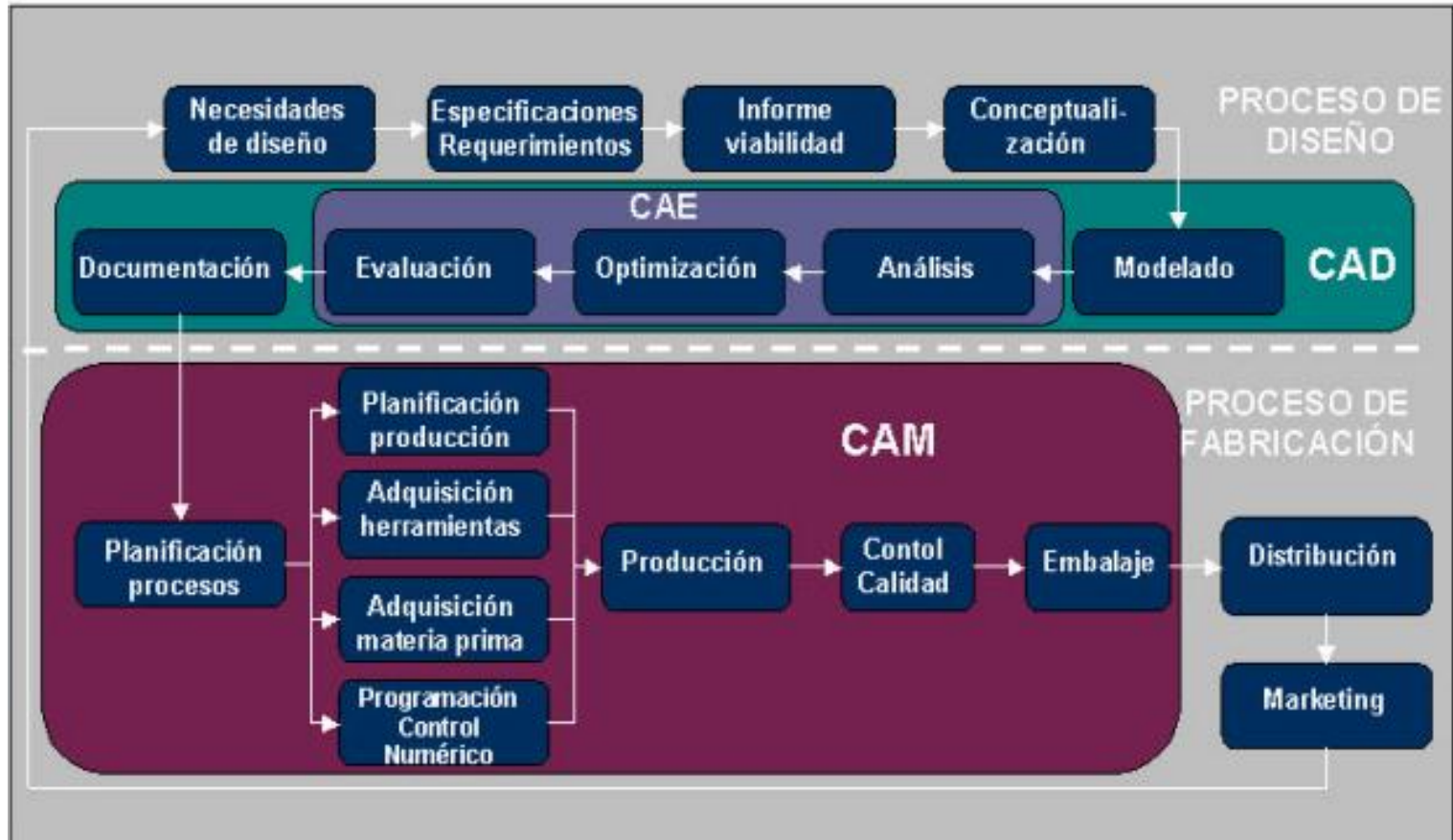


**E S P E**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# CNC



# SISTEMAS CAD/CAM



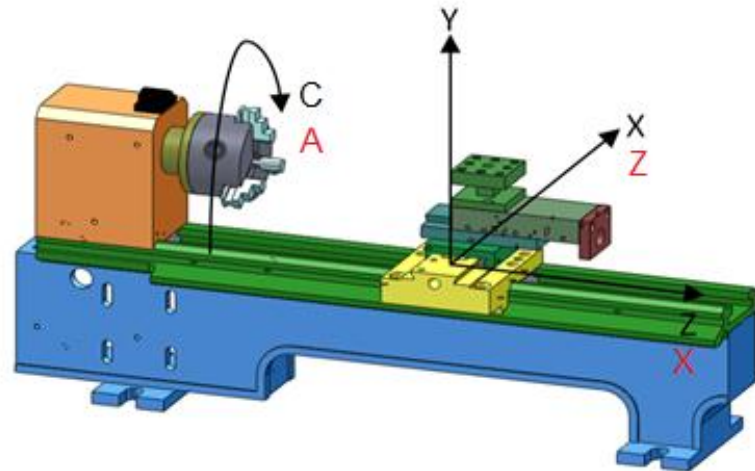
# CAPÍTULO II

## DISEÑO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA MECÁNICO



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# DISEÑO DE LA ESTRUCTURA INICIAL



# PARÁMETROS DE DISEÑO

- Fuerza de corte

$$F_C = k_S * f^{1-z} * (\text{sen } kr)^{-z} * a = 110.59 [N] \approx 111 [N]$$

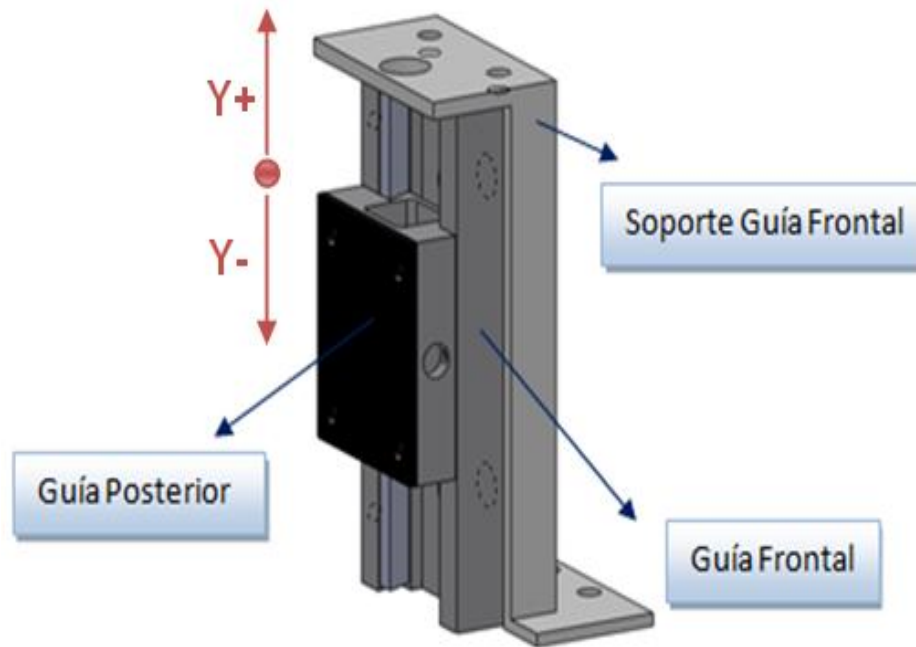
- Potencia de corte

$$P_C = F_C * V_c [W] = 46.62 [W] \cong 47 [W]$$

Velocidad de corte ( $V_{c \max}$ )	Avance ( $S_{\max}$ )	Potencia de corte ( $P_{c \max}$ )	Presión específica de corte ( $K_{s \max}$ )	Profundidad de corte (a)
2500mm/min	0.75mm/rev	47 W	100 N/mm <sup>2</sup>	0.8mm



# DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL EJE Y





# Análisis de Esfuerzos del Soporte de la Guía Frontal

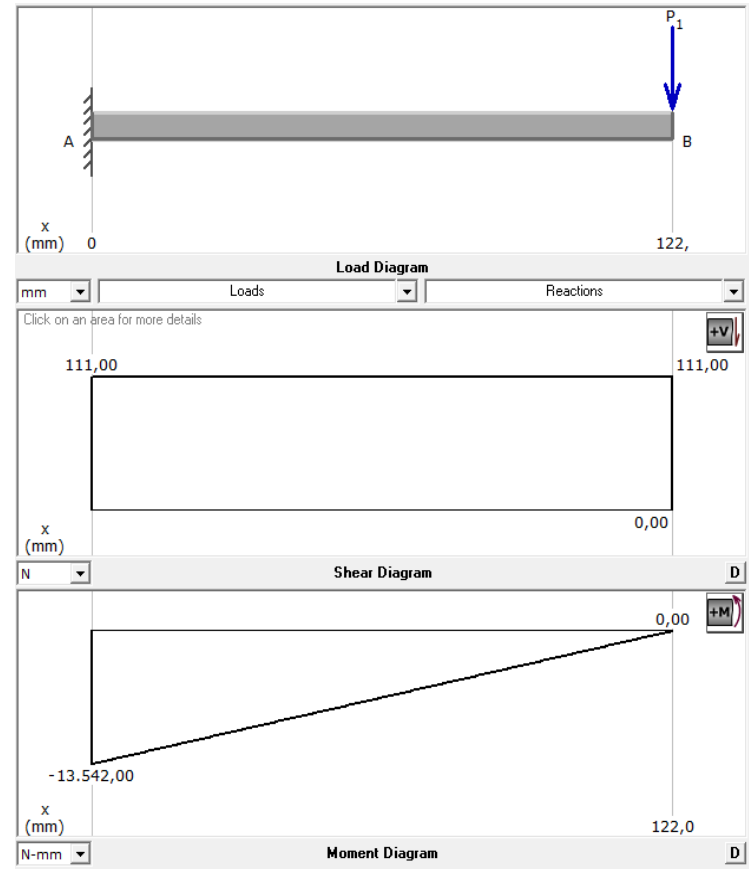
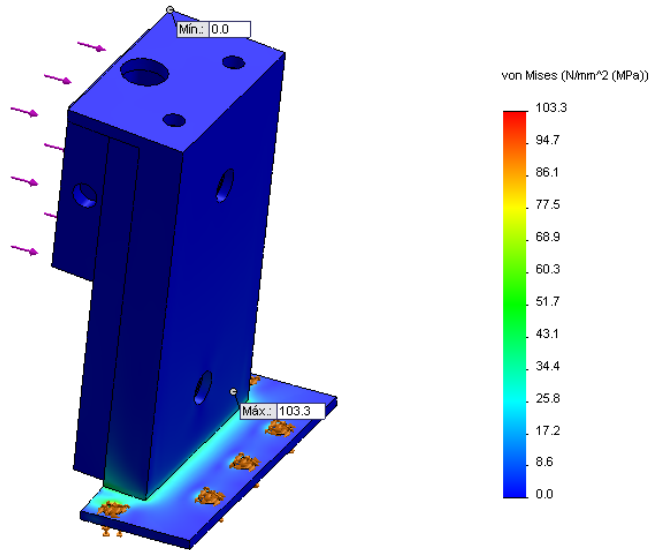
Material: AISI - SAE 1020

Limite Elástico: 331MPa; N= 3

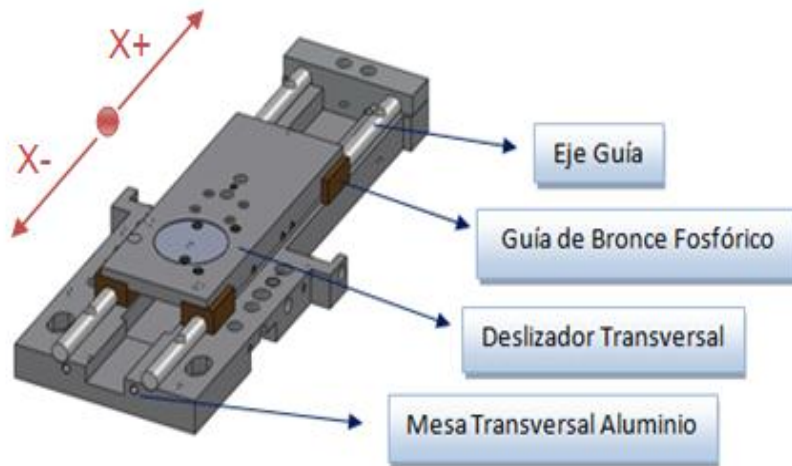
El esfuerzo de diseño máximo  $\sigma_d = 110.33 \text{ MPa}$

Espesor = 4mm  $\sigma' < \sigma_d$

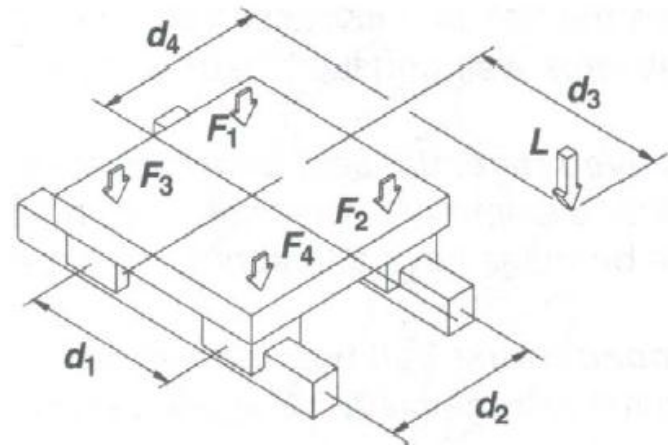
$$103.3 \text{ MPa} < 110.33 \text{ MPa}$$



# DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL EJE X



$$L_X = W_y + F_c = 204.1 \text{ N}$$



$$F_1 = \frac{L}{4} - \frac{L}{2} \left( \frac{d_3}{d_1} + \frac{d_4}{d_2} \right) = 5,56 \text{ N}$$

$$F_2 = \frac{L}{4} + \frac{L}{2} \left( \frac{d_3}{d_1} - \frac{d_4}{d_2} \right) = 49,4 \text{ N}$$

$$F_3 = \frac{L}{4} - \frac{L}{2} \left( \frac{d_3}{d_1} - \frac{d_4}{d_2} \right) = 52,64 \text{ N}$$

$$F_4 = \frac{L}{4} + \frac{L}{2} \left( \frac{d_3}{d_1} + \frac{d_4}{d_2} \right) = 96,49 \text{ N}$$



# Análisis de Esfuerzos del Eje Guía

Material: AISI - SAE 410

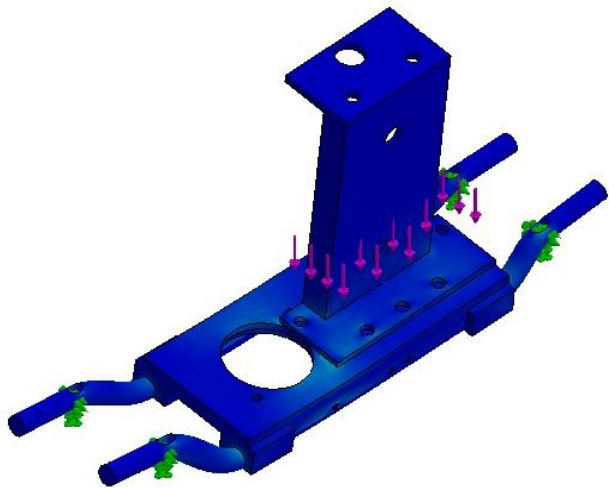
Limite Elástico: 276MPa; N= 3

El esfuerzo de diseño máximo  $\sigma_d = 92 MPa$

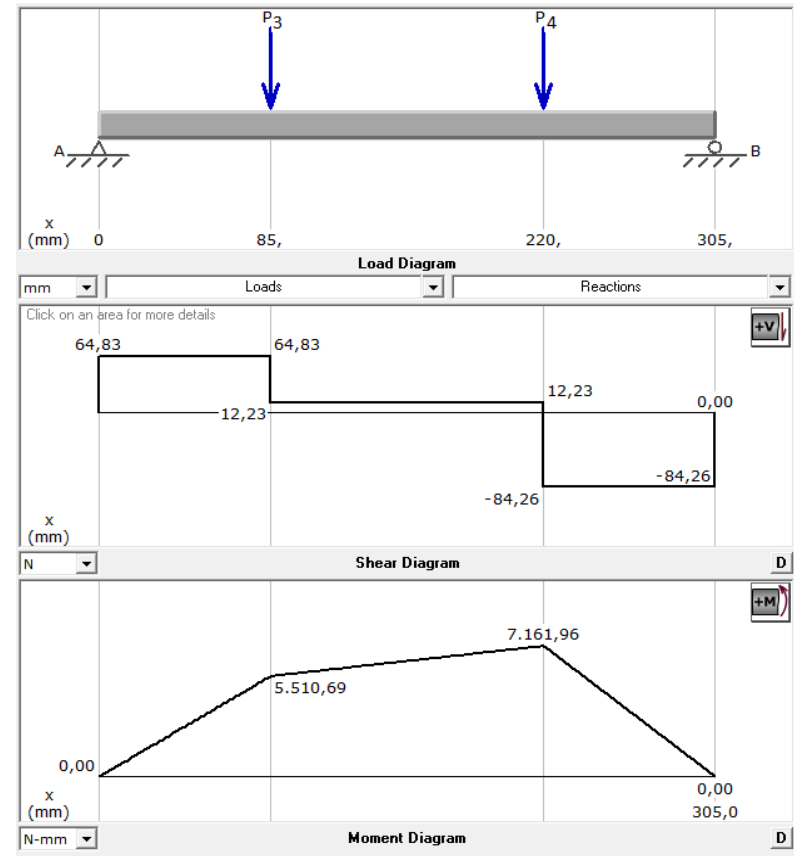
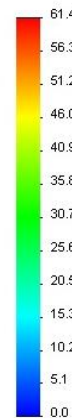
Diámetro= 10mm

$$\sigma' < \sigma_d$$

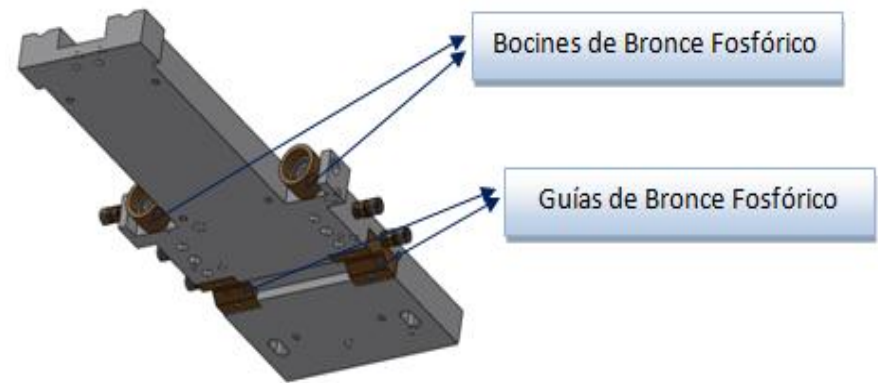
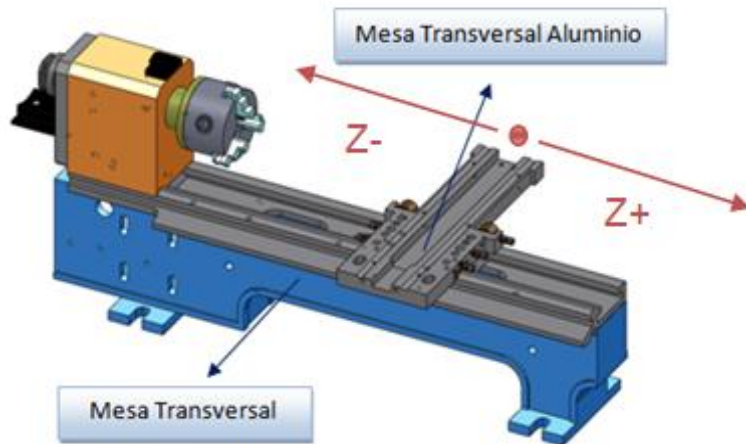
$$61.4 MPa < 92 MPa$$



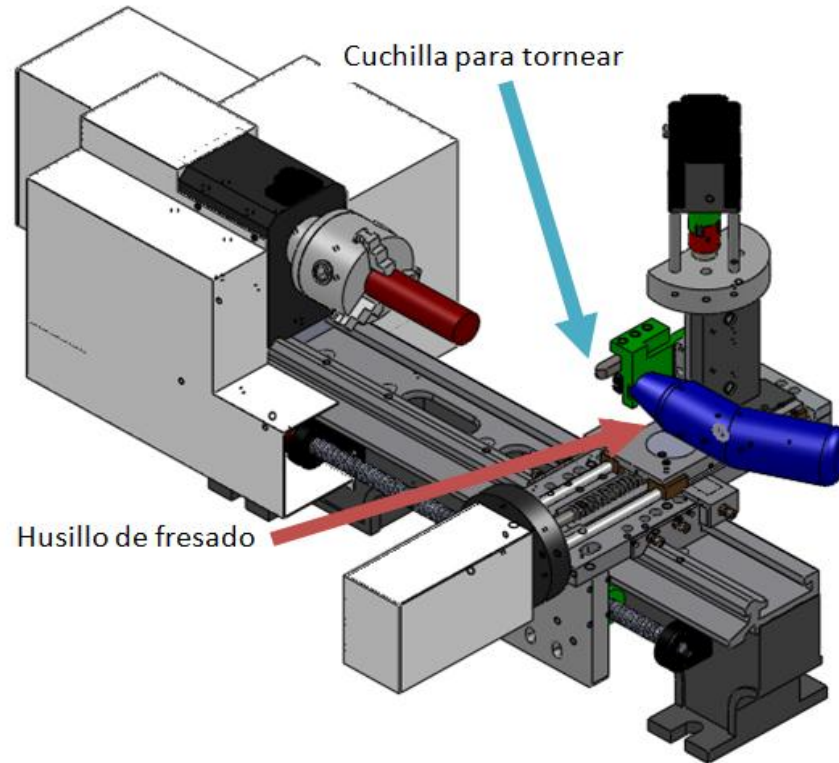
von Mises (N/mm<sup>2</sup> (MPa))



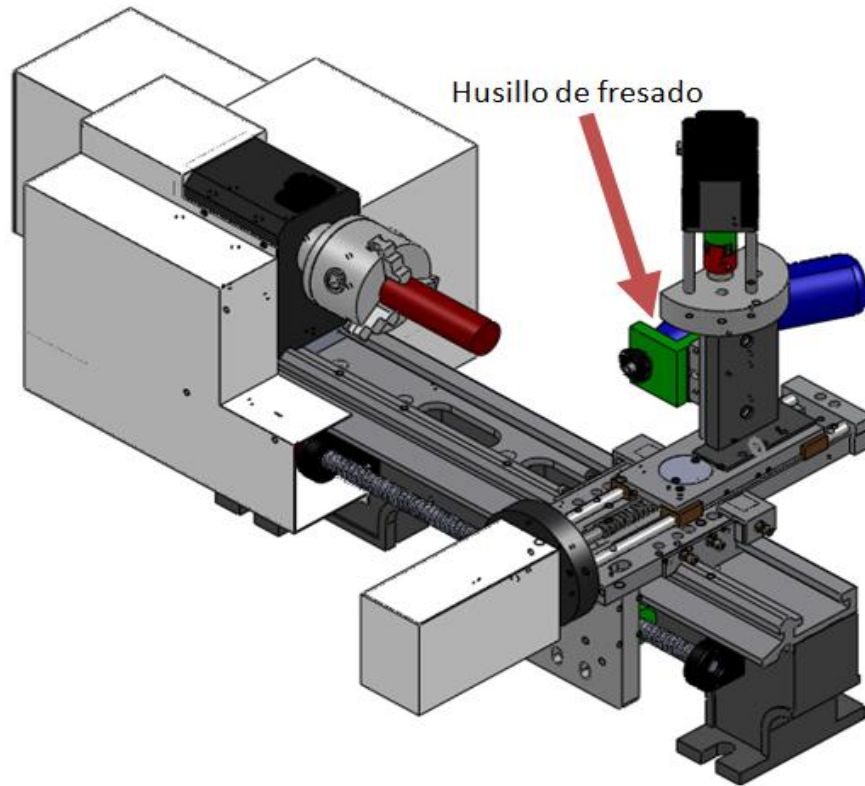
# DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL EJE Z



# Diseño del Portaherramientas 1 para el trabajo como torno y como fresadora.



# Diseño del Portaherramientas 2 para el trabajo como fresadora 4 ejes.



# CAPÍTULO III

## DISEÑO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

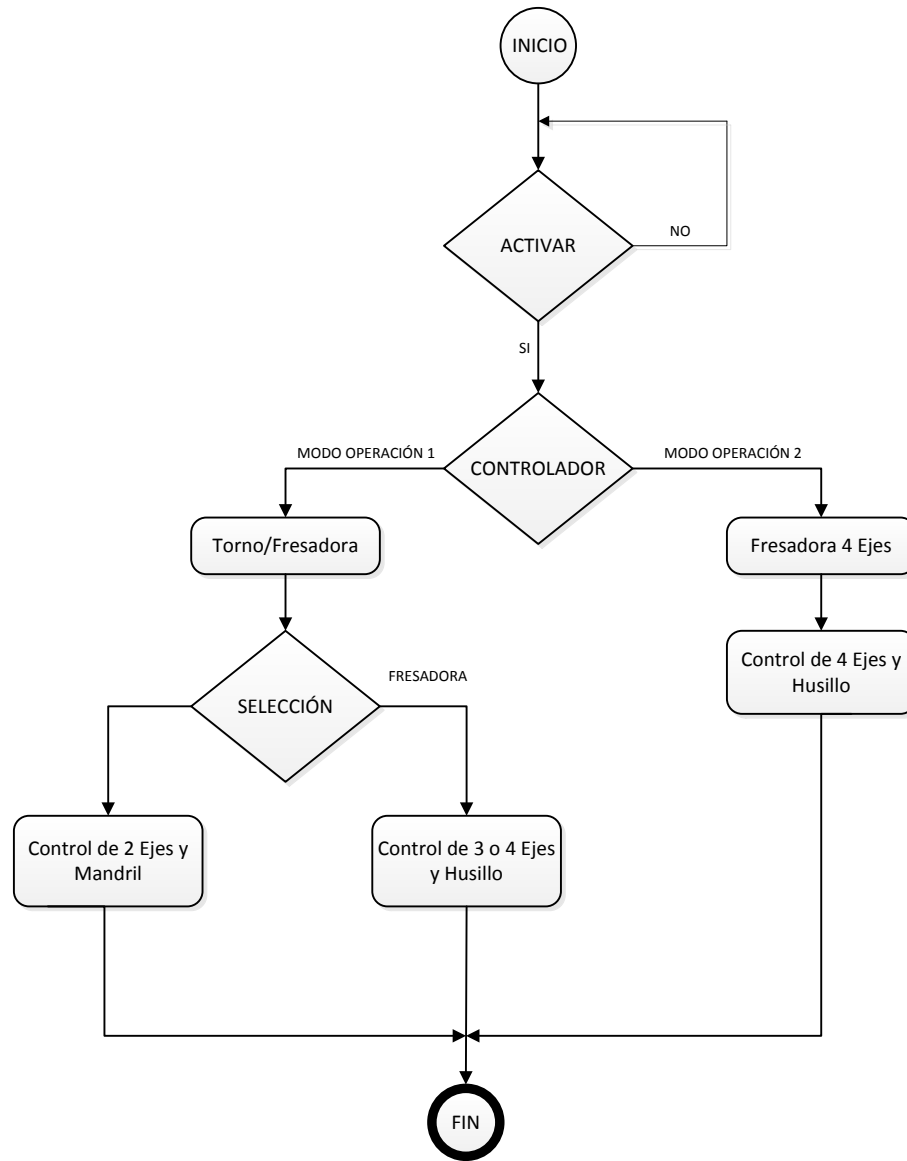


**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

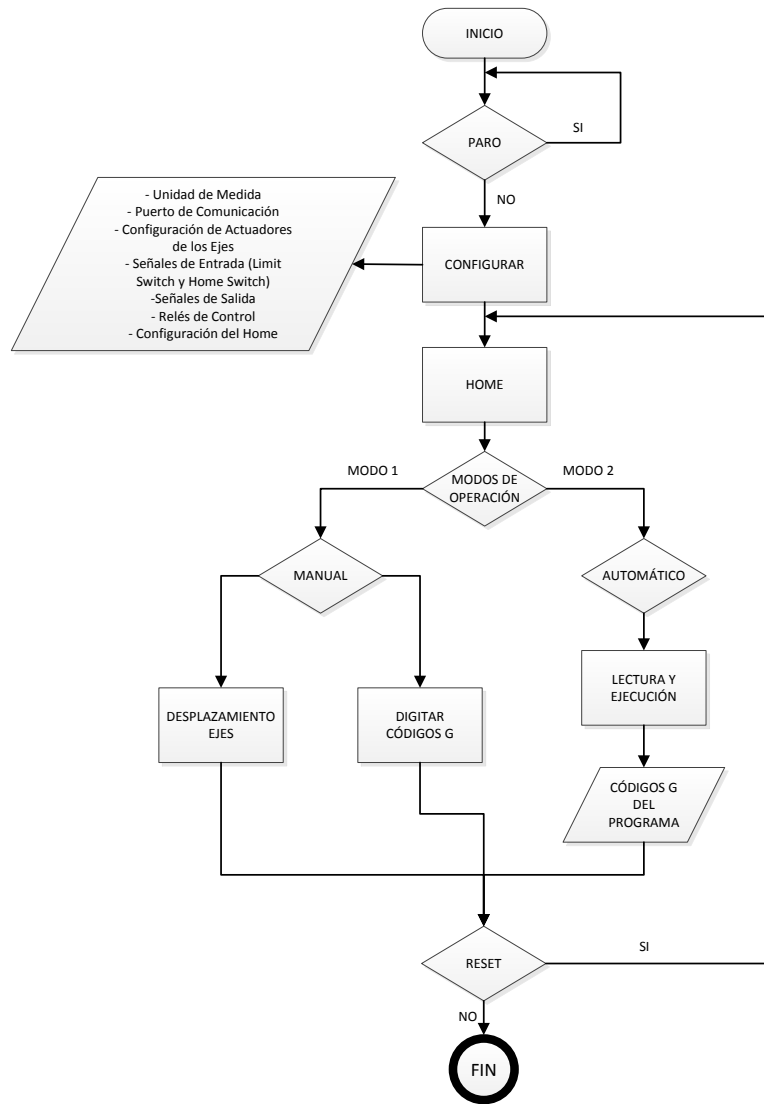
# ESQUEMA GENERAL DE CONTROL



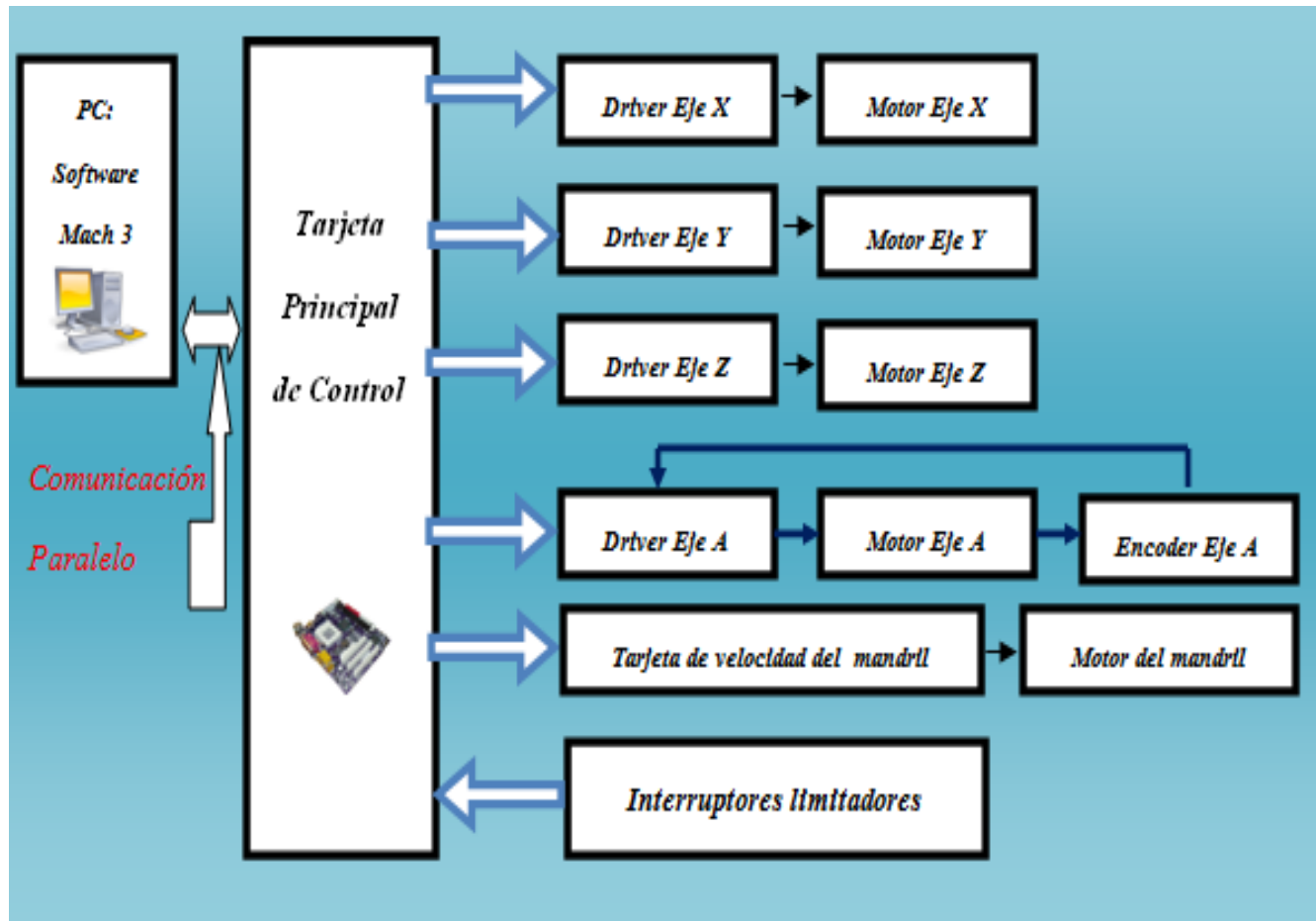




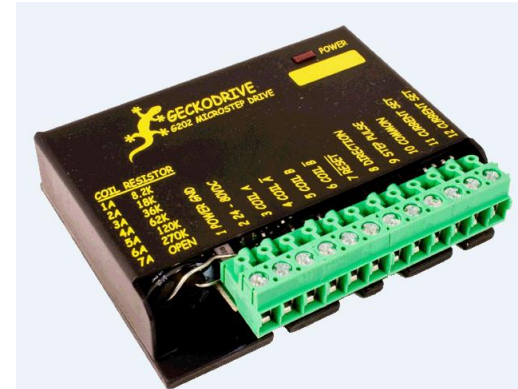
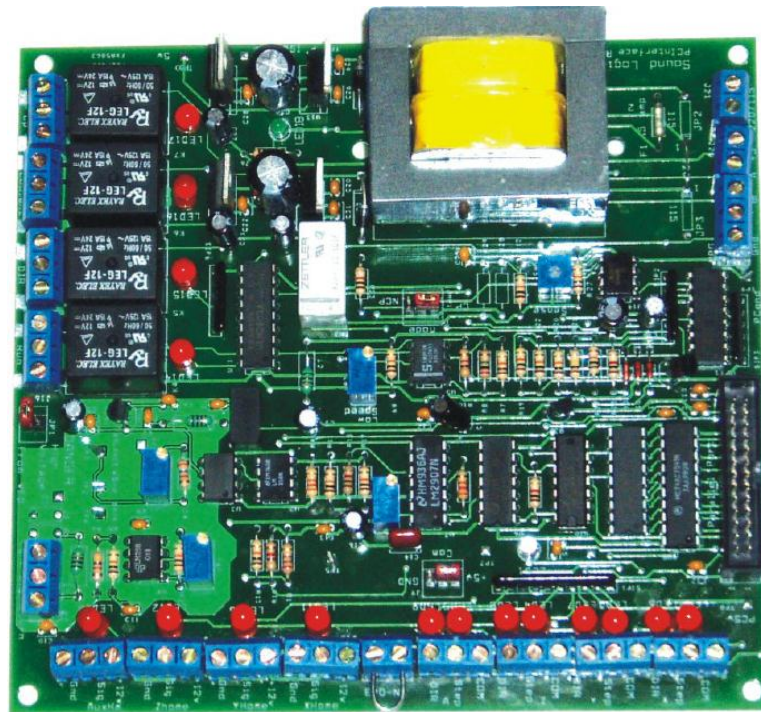
# Diagrama de flujo del software.

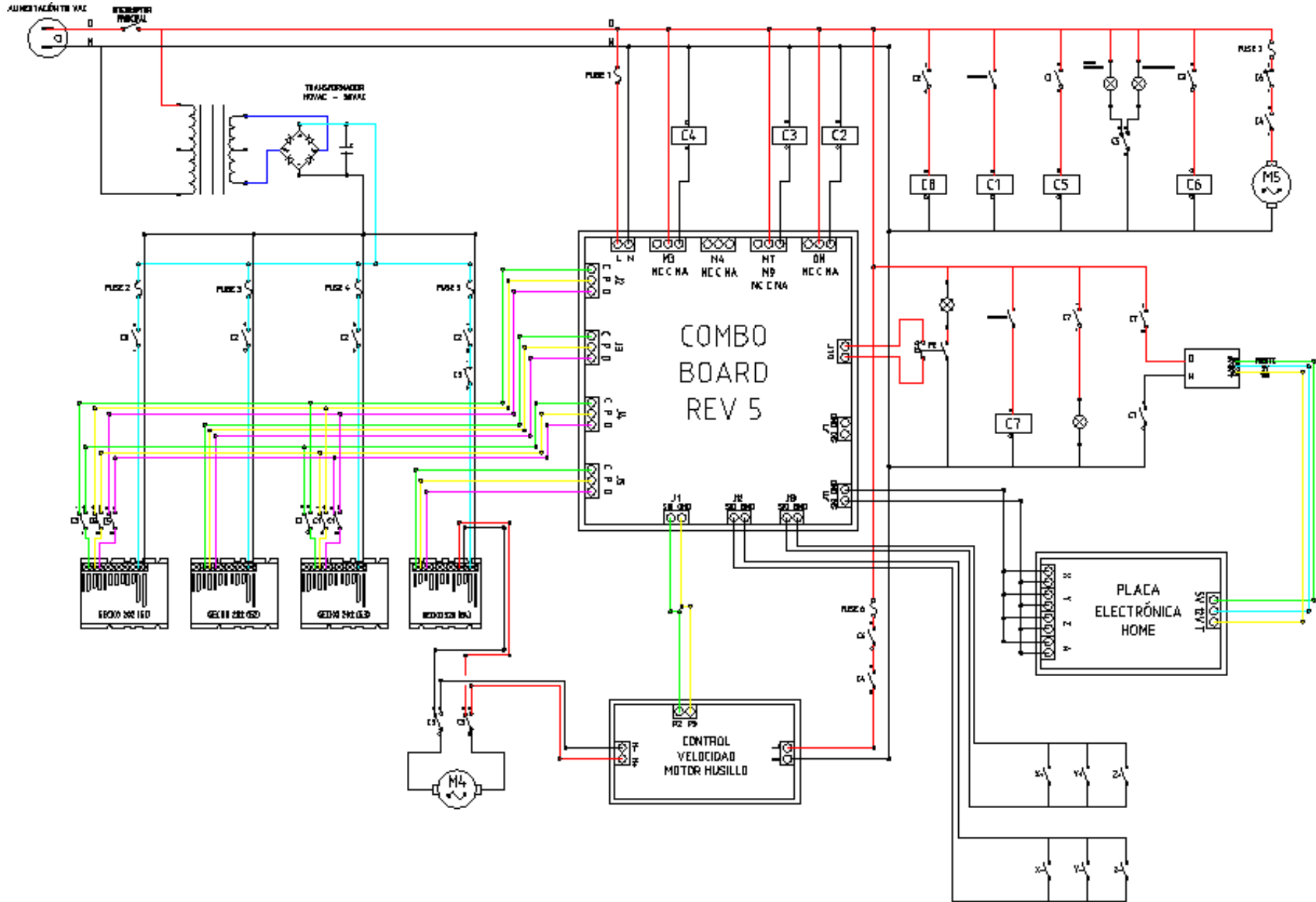


# Diagrama de bloque de las tarjetas controladoras.



# SELECCIÓN DE LAS TARJETAS DE CONTROL



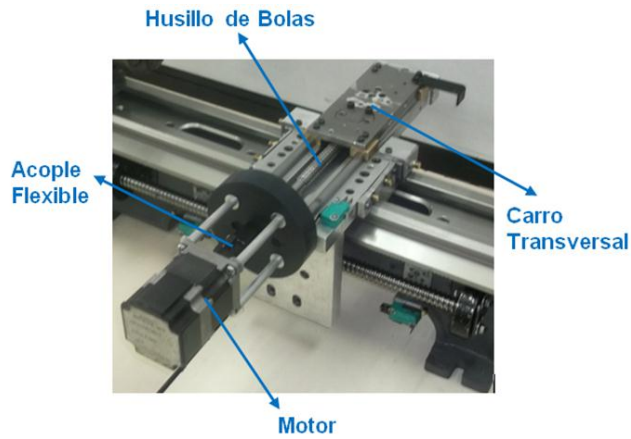
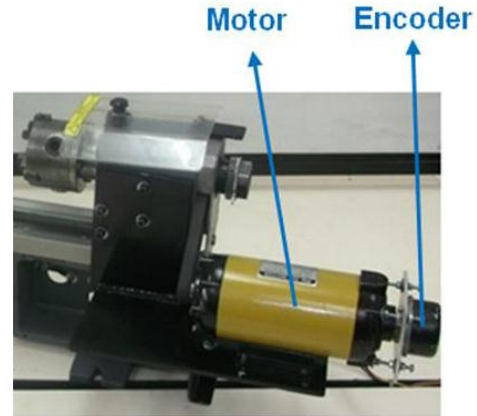
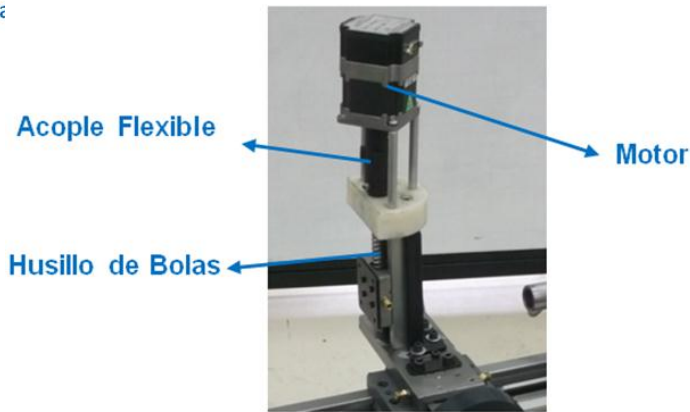
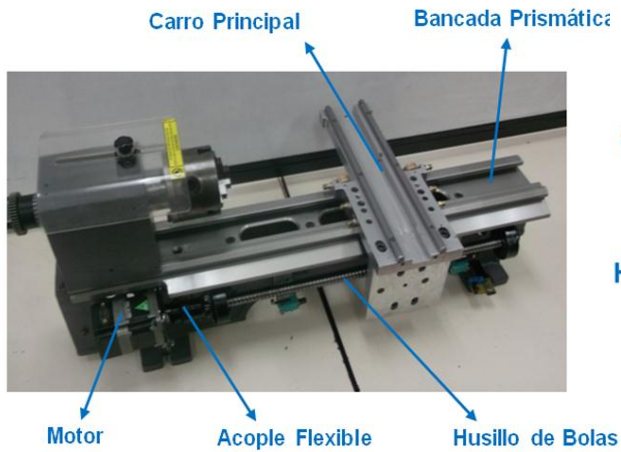


# CAPÍTULO IV IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DEL SISTEMA

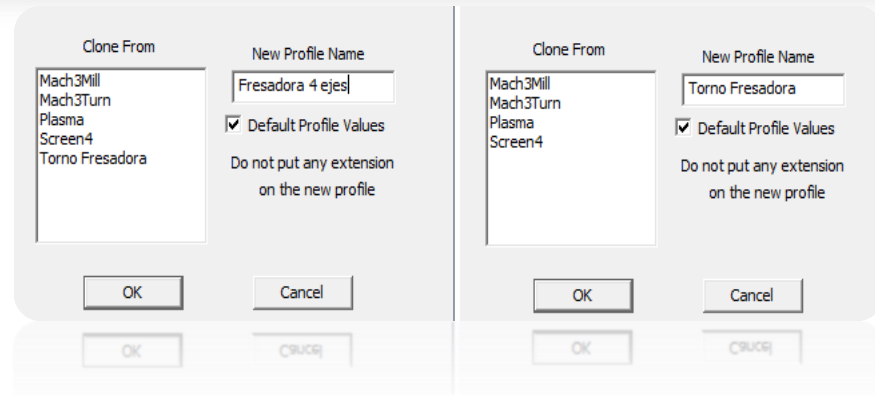
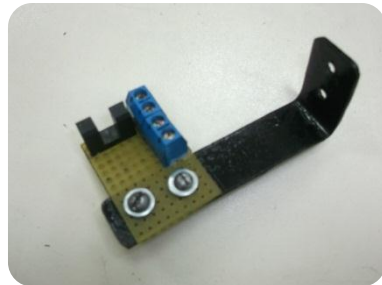
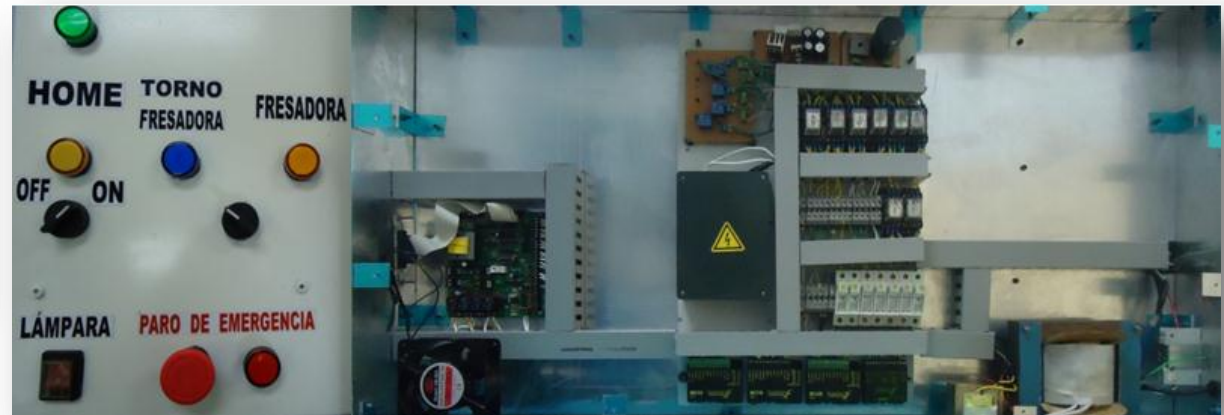


**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# Implementación del sistema mecánico

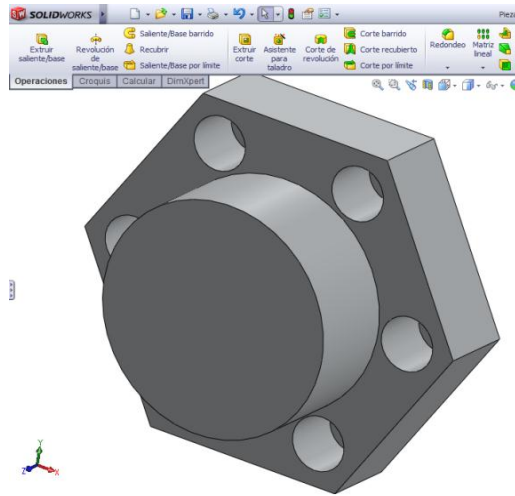


# Implementación del sistema de control





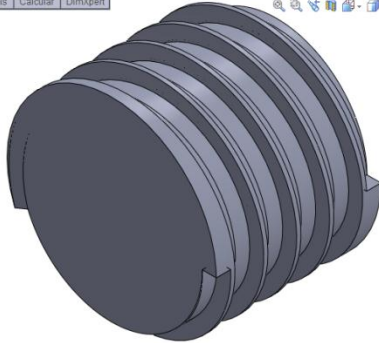
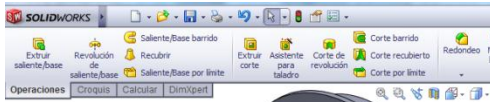
# Mecanizado como Torno-Fresadora



```
Mastercam X Editor - [C:\USERS\HP\DESKTOP\HUSILLO_PRUEBA2.NC]
File Edit View NC Functions Bookmarks Project Compare Communications Tools Window Help
New [Icons]
Mark All Tool Changes Next Tool Goto Previous Tool
Project Explorer
O2534 (HUSILLO_PRUEBA2)
(DATE=DD-MM-YY - 20-11-12 TIME=HH:MM - 12:42)
(MCX FILE - C:\USERS\HP\DOCUMENTS\ESPE L\TESIS\PRUEBAS\FRESADORA 4EJES\HUSILLO_PRUEBA2.MCX)
(NC FILE - C:\USERS\HP\DESKTOP\HUSILLO_PRUEBA2.NC)
(MATERIAL - ALUMINUM MM - 2024)
( T1 | 3. FLAT ENDMILL | H1 )
N10 G21
N20 G0 G17 G40 G49 G80 G90
N30 T1 M6
N40 G0 G90 G54 X0. Y0. A90. S2000 M3
N50 G43 H1 Z14.5
N60 Z14.2
N70 G1 Z12.5 F5.
N80 X-.058 A95.201 F343.3
N81 Y.112 Z100.400
```



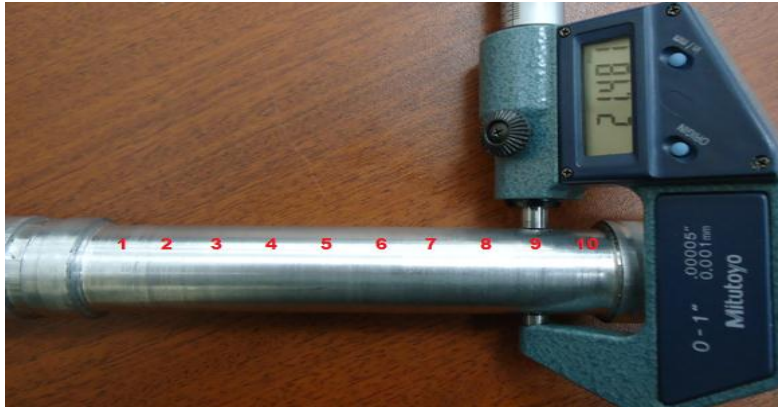
# Mecanizado como Fresadora de 4 ejes



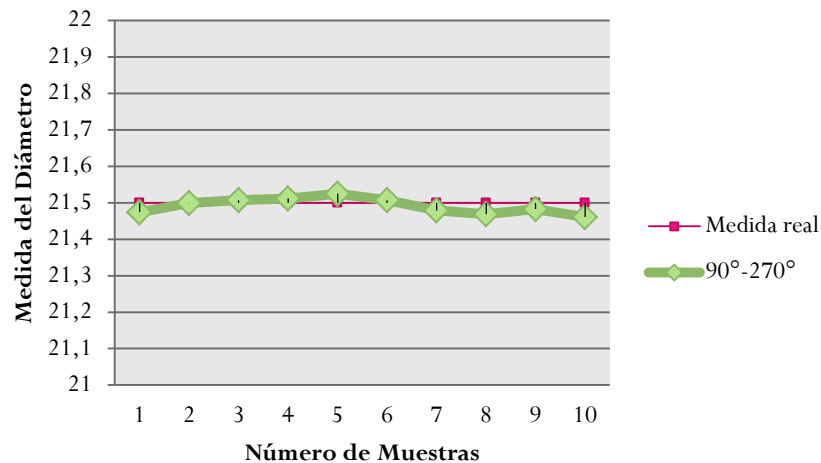
```
Mastercam X Editor - [C:\USERS\HP\DESKTOP\HUSILLO_PRUEBA2.NC]
File Edit View NC Functions Bookmarks Project Compare Communications Tools Window Help
New [Icons]
Mark All Tool Changes Next Tool Goto Previous Tool
Project Explorer
O2534 (HUSILLO_PRUEBA2)
(DATE=DD-MM-YY - 20-11-12 TIME=HH:MM - 12:42)
(MCX FILE - C:\USERS\HP\DOCUMENTS\ESPE L\TESIS\PRUEBAS\FRESADORA 4EJES\HUSILLO_PRUEBA2.MCX)
(NC FILE - C:\USERS\HP\DESKTOP\HUSILLO_PRUEBA2.NC)
(MATERIAL - ALUMINUM MM - 2024)
( T1 | 3. FLAT ENDMILL | H1 )
N10 G21
N20 G0 G17 G40 G49 G80 G90
N30 T1 M6
N40 G0 G90 G54 X0. Y0. A90. S2000 M3
N50 G43 H1 Z14.5
N60 Z14.2
N70 G1 Z12.5 F5.
N80 X-.058 A95.201 F343.3
```



# Pruebas de precisión y resolución en torneado.



Medición en 90°-270°



CILINDRADO				
No. Muestras	Medidas tomadas			
	0°-180°	45°-225°	90°-270°	135°-315°
1	21,430	21,476	21,474	21,440
2	21,461	21,486	21,499	21,501
3	21,491	21,510	21,507	21,523
4	21,499	21,512	21,512	21,503
5	21,511	21,490	21,525	21,478
6	21,501	21,504	21,507	21,509
7	21,485	21,463	21,479	21,497
8	21,484	21,450	21,469	21,486
9	21,476	21,430	21,483	21,478
10	21,441	21,517	21,461	21,452
Promedio	21,478	21,484	21,492	21,487
<b>Promedio Total</b>				<b>21,485</b>

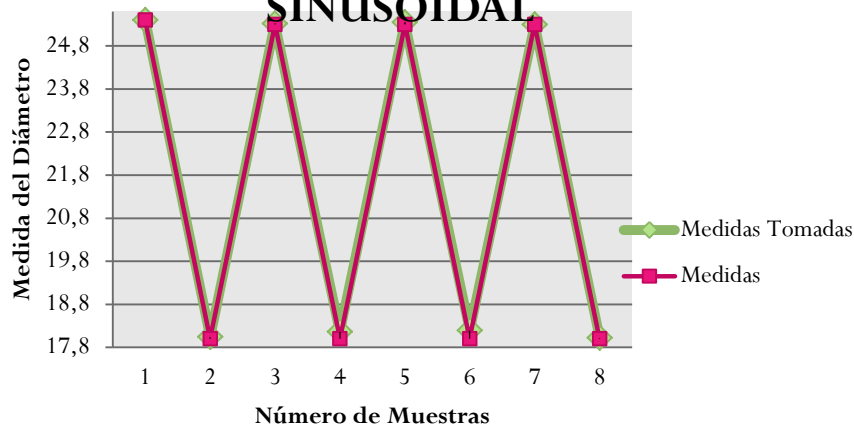


# Pruebas de precisión y resolución en torneado.

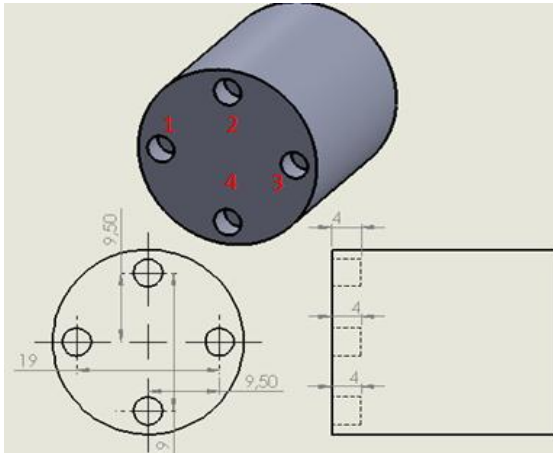


RANURADO SINUSOIDAL EN TORNEADO			
No. Muestras	Medidas	Medidas Tomadas	Resolución
1	25,400	25,400	0,000
2	18,000	18,040	0,040
3	25,300	25,320	0,020
4	18,000	18,160	0,160
5	25,300	25,350	0,050
6	18,000	18,190	0,190
7	25,300	25,300	0,000
8	18,000	18,020	0,020

## MUESTREO DEL RANURADO SINUSOIDAL



# Pruebas de precisión y resolución en el fresado.



MUESTRAS DE CICLO DE TALADRADO												
Taladrado	Medidas			Muestra 1			Muestra 2			Muestra 3		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-			-			-			-		4,0
2	9,5	0	4	9,515	0	4,08	9,514	0	4,02	9,512	0	5
3	0	9,5	4	0	6	4,10	0	6	4,06	0	7	9
4				-			-			-		3,9
5	9,5	0	4	9,505	0	3,95	9,501	0	3,94	9,488	0	5
6		-			9,49			9,48			9,50	4,0
7	0	9,5	4	0	7	4,05	0	7	4,05	0	4	1

**PRECISIÓN REAL 0.014mm**

**RESOLUCIÓN REAL 0.015mm.**



# ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	P.UNIT	TOTAL
1	Torno-Fresador Manual	1	2000	2000
2	Husillos a bolas	3	150	450
3	Servomotores	4	400	1600
4	Servo Drivers	4	250	1000
5	Tarjeta lectora de códigos G	1	400	400
6	Fuente de CC	1	280	280
7	Material Eléctrico	1	300	300
8	Material Mecánicos	1	500	500
5	Carcasa y Mesa	1	250	250
			<b>Total</b>	<b>\$6780</b>

Máquinas semejantes al proyecto están a un **costo de \$ 24000 USD**,



# VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

¿Se podría diseñar e implementar un prototipo de torno-fresador de control numérico computarizado para el Laboratorio CNC de la ESPE Extensión Latacunga?

Se pudo diseñar e implementar el prototipo de torno-fresadora de control numérico computarizado con la ayuda del Laboratorio CNC de la ESPE extensión Latacunga; este proyecto será útil para prácticas del mismo laboratorio ya que es de investigación científica.



# CAPÍTULO V

# CONCLUSIONES Y

# RECOMENDACIONES.





# CONCLUSIONES

- Este proyecto posee un gran nivel de investigación ya que se recopiló información sobre el funcionamiento y operación de Tornos y Fresadoras con el fin de implementar una máquina mixta Torno-Fresador.
- La máquina tiene la posibilidad de ser escalada a nivel industrial para poder contribuir a la generación de trabajo y la producción de mejores recursos en diferentes empresas a nivel nacional.
- Al realizar las pruebas como Torno Fresador, se puede notar que es una máquina eficiente, ya que con los recursos utilizados trabaja de manera similar a prototipos de máquinas importadas desde el exterior.
- El control de la máquina se lo realizó mediante software (Mach3), el mismo que trabaja conjuntamente con una tarjeta principal (ComboBoard); debido a su bajo costo para satisfacer las necesidades del diseño.



# RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar en proyectos relacionados un cambio de herramientas automático.
- En proyectos a gran escala se recomienda utilizar un controlador que sea hardware ya que en software se puede producir interferencia en la comunicación.

