



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

# **ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA**

**Departamento de  
Eléctrica y Electrónica**

**Carrera: Ingeniería Electromecánica**



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

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN  
DE UN SISTEMA DE CONTROL  
SEMIAUTOMÁTICO PARA LA  
FRESADORA VERTICAL MARCA  
TOS CON PANEL OPERADOR E  
INTERFAZ DE COMUNICACIÓN  
(HMI) DE LA EMPRESA  
CARROCERÍAS CENTAURO”**



# OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un sistema de control semiautomático para la fresadora vertical marca tos con panel operador e interfaz de comunicación (HMI) que permita la visualización de los desplazamientos en el mecanizado de ranuras en la empresa CARROCERÍAS CENTAURO



# OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar e implementar el sistema de enfriamiento para mejorar las condiciones de corte en el mecanizado.
- Diseñar el algoritmo de control y elaborar una interfaz de comunicación (HMI) que permita tener una conectividad entre el panel operador y el controlador.
- Diseñar, seleccionar, programar e implementar el sistema eléctrico y de control, para la semi-automatización y puesta en marcha de la fresadora TOS.
- Realizar la guía de procedimiento para la operación y mantenimiento de la máquina fresadora.



# CÁLCULO DE PARÁMETROS.

## a. Velocidad de corte.

$$V_c = \frac{\varnothing * \pi * N}{1000}$$

En donde:

$V_c$  = Velocidad de corte (m/min).

$\varnothing$  = Diámetro de la fresa en milímetros.

$N$  = Número de revoluciones por minuto.



## b. Potencia de corte.

$$P_c = \frac{K_s * b * p * am}{60 * 75 * 100 * 1.36}$$

$P_c$  = Potencia necesaria para el arranque de viruta en Kw.

$K_s$  = Fuerza específica de corte.

$b$  = Ancho de corte en mm.

$p$  = Profundidad de corte en mm.

$am$  = Avance de la mesa en mm.



## c. Velocidad de avance de la mesa.

$$\mu = S_z \quad Z \quad n$$

$\mu$  = Velocidad de avance en mm/min.

$S_z$  = Avance por aristas de corte en mm.

$Z$  = Número de aristas de corte de la fresa.

$n$  = Número de revoluciones de la fresa.



**d. Número de aristas y de corte en ataque.**

$$Z_e = \frac{Z}{2}$$

$Z_e$  = Número de aristas.

$Z$  = Número de aristas de corte de la fresa.





## e. Ancho de viruta.

$$b = \frac{a}{\text{sen } \chi}$$

$b$  = Ancho de viruta en mm.

$a$  = Profundidad de corte por pasada en mm.

$\chi$  = Ángulo de posicionamiento.



## f. Espesor de viruta.

$$hm = 0.84 \quad \text{sen}X \quad S_z$$

$hm$  = Espesor de viruta en mm.

$S_z$  = Avance por aristas de corte en mm.

$\chi$  = Ángulo de posicionamiento.



## g. Potencia de accionamiento de la herramienta.

$$P_{an} = \frac{Z_e * b * h_m * k_s * V_c}{\eta}$$

$P_{an}$  = Potencia de accionamiento en Kw.

$Z_e$  = Número de aristas y de corte en ataque.

$b$  = Ancho de viruta en mm.

$h_m$  = Espesor de viruta en mm.

$K_s$  = Fuerza específica de corte.

$V_c$  = Velocidad de corte en m/min.

$\eta$  = Rendimiento.



## h. Verificación si la herramienta es la correcta para fresado.

Para aceros:

$$\int s = 81^\circ \rightarrow e = 0.6 * D$$

$\int s$  = Ángulo del arco de corte.

$e$  = Ancho de la pasada.

$D$  = Diámetro en mm.



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

# DISEÑO Y SELECCIÓN

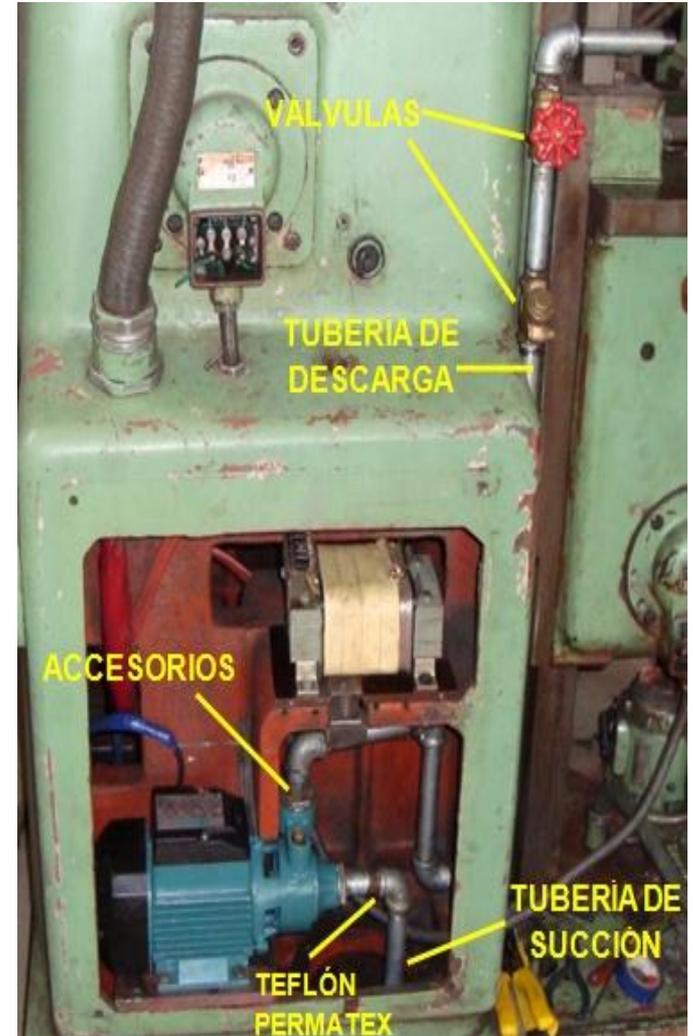
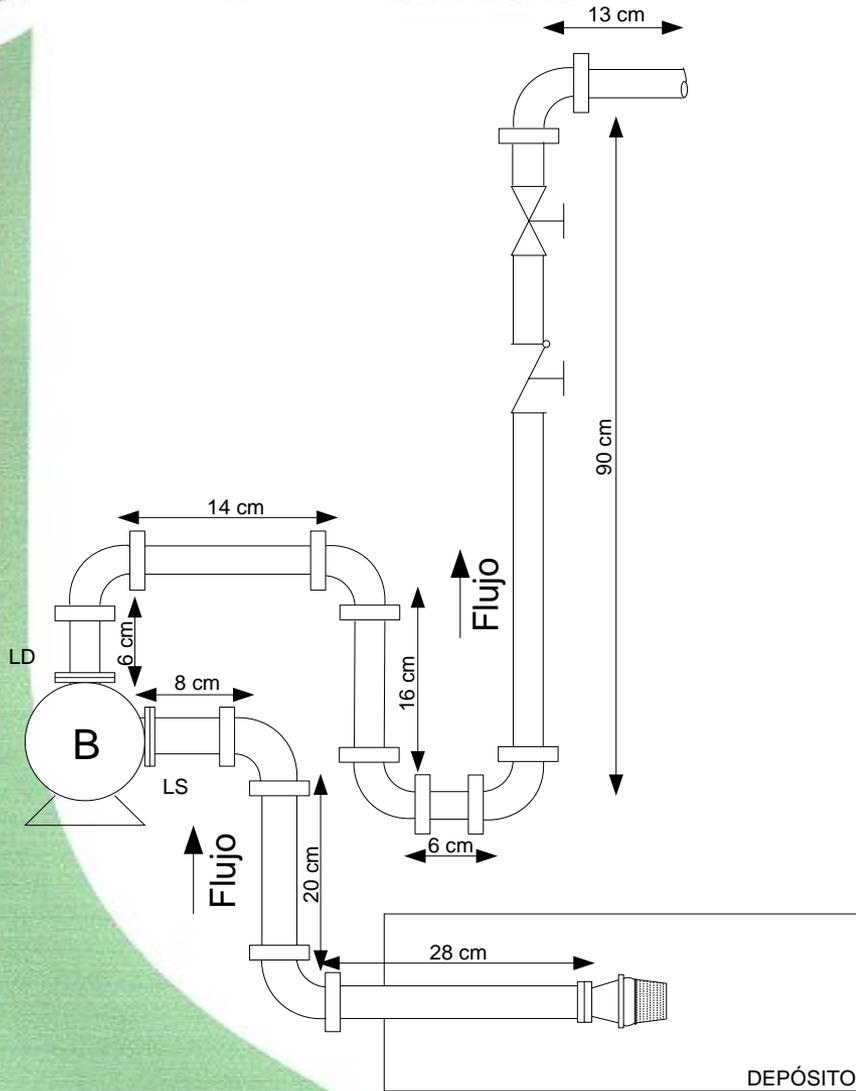


## PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.

- Caudal: 25 Lt/min.
- Potencia máxima:  $\frac{1}{2}$  HP.
- Refrigerante: taladrina semi-sintética.
- Fuente de tensión.
- Tubos, válvulas, accesorios



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





# CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO ( $h_L$ )

- Pérdidas en la línea de succión.

Velocidad en la línea de succión

$$Q = 25 \frac{Lt}{min} \quad A_s = 3,437 \times 10^{-4} m^2$$

$$V_s = \frac{Q}{A_s} = \frac{25 \frac{L}{min}}{3,437 \times 10^{-4} m^2} \times \frac{1 \frac{m^3}{s}}{60000 \frac{L}{min}}$$

$$V_s = 1,212 \frac{m}{s}$$





## Pérdidas primarias (fricción).

### Rugosidad Relativa

$$\frac{D_i}{\epsilon} = \frac{0,0209 \text{ m}}{4,6 \times 10^{-5} \text{ m}} = 454,348$$

### Número de Reynolds

$$N_R = \frac{V \times D_i}{\nu}$$
$$N_R = \frac{1,212 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 0,0209 \text{ m}}{1,15 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}} = 22026,783$$

Entonces debido a que  
 $NR \geq 4000$ , el flujo es turbulento.

### Factor de fricción de la tubería

$$f_T = \frac{0,25}{\left[ \log \left( \frac{1}{3,7 \frac{D_i}{\epsilon}} + \frac{5,74}{N_R^{0,9}} \right) \right]^2}$$

$$f_T = \frac{0,25}{\left[ \log \left( \frac{1}{3,7 \times 454,348} + \frac{5,74}{22026,783^{0,9}} \right) \right]^2}$$

$$f_T = 0,030$$

Pérdida de energía  
debido a la fricción de la  
tubería

$$h_1 = \left( f_T \times \frac{L}{D} \right) \times \left( \frac{V^2}{2g} \right)$$

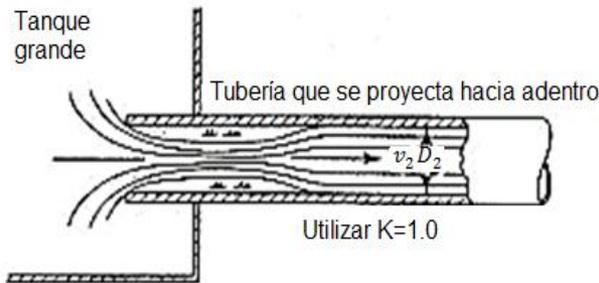
$$h_1 = \left( 0,0300 \times \frac{0,56 \text{ m}}{0,0209 \text{ m}} \right) \times \left( \frac{\left( 1,212 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2}{2 \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \right)$$

$$h_1 = 0,060 \text{ m}$$



## Pérdida en la entrada.

$$h_2 = K \times \frac{V^2}{2g}$$



$$h_2 = \left[ (1) \times \frac{\left(1,212 \frac{m}{s}\right)^2}{\left(2 \times 9,81 \frac{m}{s^2}\right)} \right]$$

$$h_2 = 0,075 \text{ m}$$

## Pérdidas menores (válvulas y accesorios).

### Pérdida en los codos estándar a 90° .

$$h_3 = \left( f_T \times \frac{L}{D} \right) \times \left( \frac{V^2}{2g} \right)$$

$$h_3 = \left[ (0,025 \times 30) \times \left( \frac{\left(1,212 \frac{m}{s}\right)^2}{\left(2 \times 9,81 \frac{m}{s^2}\right)} \right) \right]$$

$$h_3 = 0,056 \text{ m} \times 2 = 0,112 \text{ m}$$

### Pérdida en la válvula de pie con filtro.

$$h_4 = \left( f_T \times \frac{L}{D} \right) \times \left( \frac{V^2}{2g} \right)$$

$$h_4 = \left[ (0,025 \times 420) \times \left( \frac{\left(1,212 \frac{m}{s}\right)^2}{\left(2 \times 9,81 \frac{m}{s^2}\right)} \right) \right]$$

$$h_4 = 0,786 \text{ m}$$



## • Pérdidas en la línea de descarga.

Velocidad en la línea de descarga

$$Q = 25 \frac{Lt}{min}$$

$$A_d = 1,960 \times 10^{-4} m^2$$

$$V_d = \frac{Q}{A_d} = \frac{25 \frac{L}{min}}{1,960 \times 10^{-4} m^2} \times \frac{1 \frac{m^3}{s}}{60000 \frac{L}{min}}$$

$$V_d = 2,126 \frac{m}{s}$$



## Pérdidas primarias (fricción).

### Rugosidad Relativa

$$\frac{D_i}{\epsilon} = \frac{0,0158 \text{ m}}{4,6 \times 10^{-5} \text{ m}} = 343,478$$

### Número de Reynolds

$$N_R = \frac{2,126 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 0,0158 \text{ m}}{1,15 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}}$$

$$N_R = 29209,391$$

Entonces debido a que  
 $NR \geq 4000$ , el flujo es turbulento.

## Factor de fricción de la tubería

$$f_T = \frac{0,25}{\left[ \log \left( \frac{1}{3,7 \times 343,478} + \frac{5,74}{29209,391^{0,9}} \right) \right]^2}$$

$$f_T = 0,0303$$

## Pérdida de energía debido a la fricción de la tubería

$$h_1 = \left( 0,0303 \times \frac{1,25 \text{ m}}{0,0158 \text{ m}} \right) \times \left( \frac{\left( 2,126 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2}{2 \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \right)$$

$$h_1 = 0,552 \text{ m}$$

## Pérdidas menores (válvulas y accesorios).

Pérdida en los codos estándar a 90° .

$$h_2 = \left[ (0,027 \times 30) \times \left( \frac{\left( 2,126 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2}{\left( 2 \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)} \right) \right]$$

$$h_2 = 0,186 \text{ m} \times 5 = 0,933 \text{ m}$$



### Pérdida en la válvula check.

$$h_3 = \left[ (0,027 \times 100) \times \left( \frac{\left(2,126 \frac{m}{s}\right)^2}{\left(2 \times 9,81 \frac{m}{s^2}\right)} \right) \right]$$

$$h_3 = 0,622 \text{ m}$$

### Pérdida en la válvula de compuerta.

$$h_4 = \left[ (0,027 \times 900) \times \left( \frac{\left(2,126 \frac{m}{s}\right)^2}{\left(2 \times 9,81 \frac{m}{s^2}\right)} \right) \right]$$

$$h_4 = 5,598 \text{ m}$$

### Sumatoria de todas las pérdidas

$$h_L = \sum_{i=1}^8 h_i = 8,738 \text{ m}$$

### Carga total en la bomba

$$h_A = \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + Z_2 - Z_1 + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} + h_L$$

$$h_A = Z_2 + h_L$$

$$h_A = 9,898 \frac{Nm}{N}$$

### Potencia de la bomba

$$P_a = h_a \times \gamma \times Q$$

$$P_a = 9,898 \frac{Nm}{N} \times 9,81 \frac{KN}{m^3} \times 0,0004167 \frac{m^3}{s}$$

$$P_a = 40,461 \text{ W} = 0,054 \text{ Hp}$$

### Potencia real de la bomba

$$P_R = \frac{P_a}{\%}$$

$$P_R = \frac{0,054 \text{ Hp}}{0,8} = 0,068 \text{ Hp}$$



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

# DISEÑO DE LOS TABLEROS DE CONTROL.

## TABLERO DE POTENCIA.

- Finales de carrera.
- Embragues electromagnéticos.
- Frenos electromagnéticos.
- Motores.
- Bombas.
- Rectificadores.
- Transformador reductor.





# DISEÑO DE LOS TABLEROS DE CONTROL.

## TABLERO DE CONTROL.

- PLC
- Contactores con sus respectivos relés térmicos.
- Portafusibles.
- Relés auxiliares.
- Borneras de conexión.
- Canaletas.





# PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO.

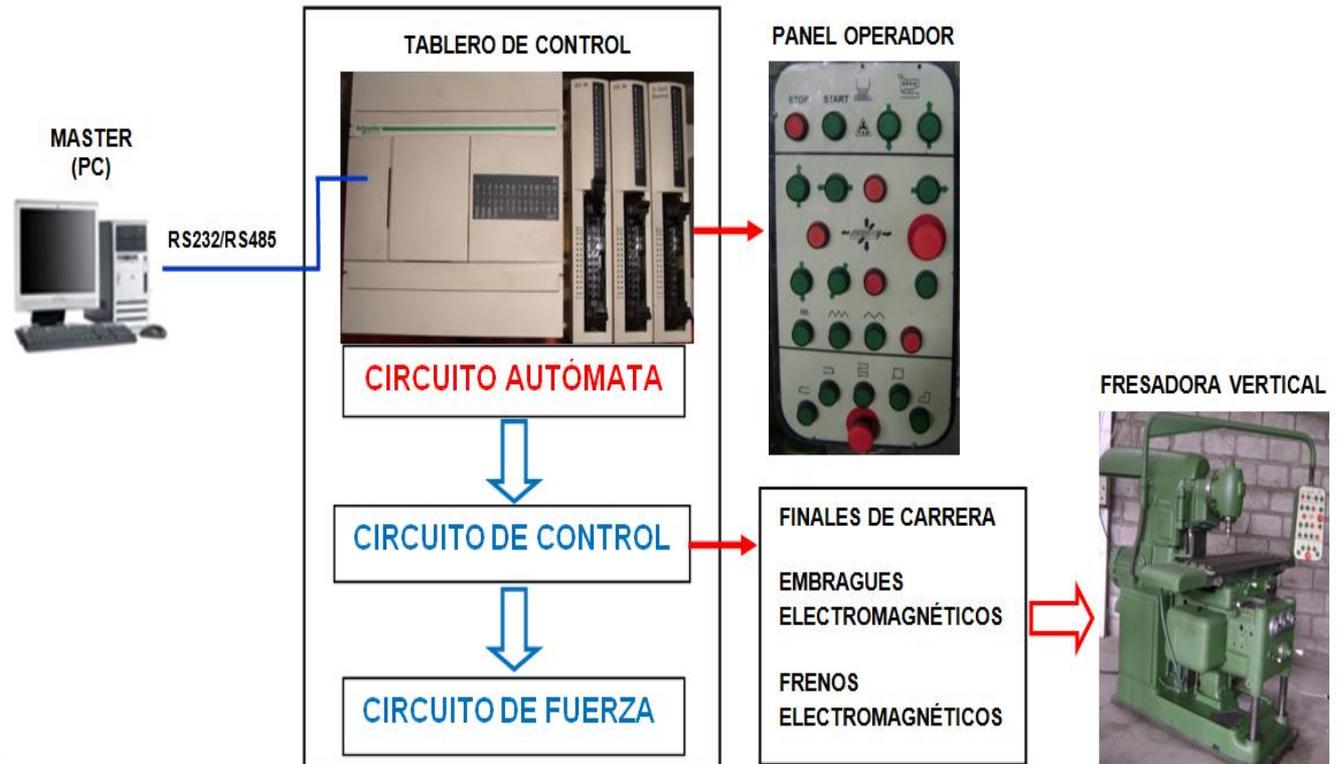
Los parámetros fundamentales para este diseño serán:

- Control de los finales de carrera
- Embragues y frenos electromagnéticos.
- Motor del cabezal, caja de avances carros y desplazamiento vertical de la consola.
- Bombas del cabezal, caja de avances carros y bomba de lubricación (taladrina).
- Realizar un control manual y control automático.





# Diseño del sistema eléctrico de mando y control

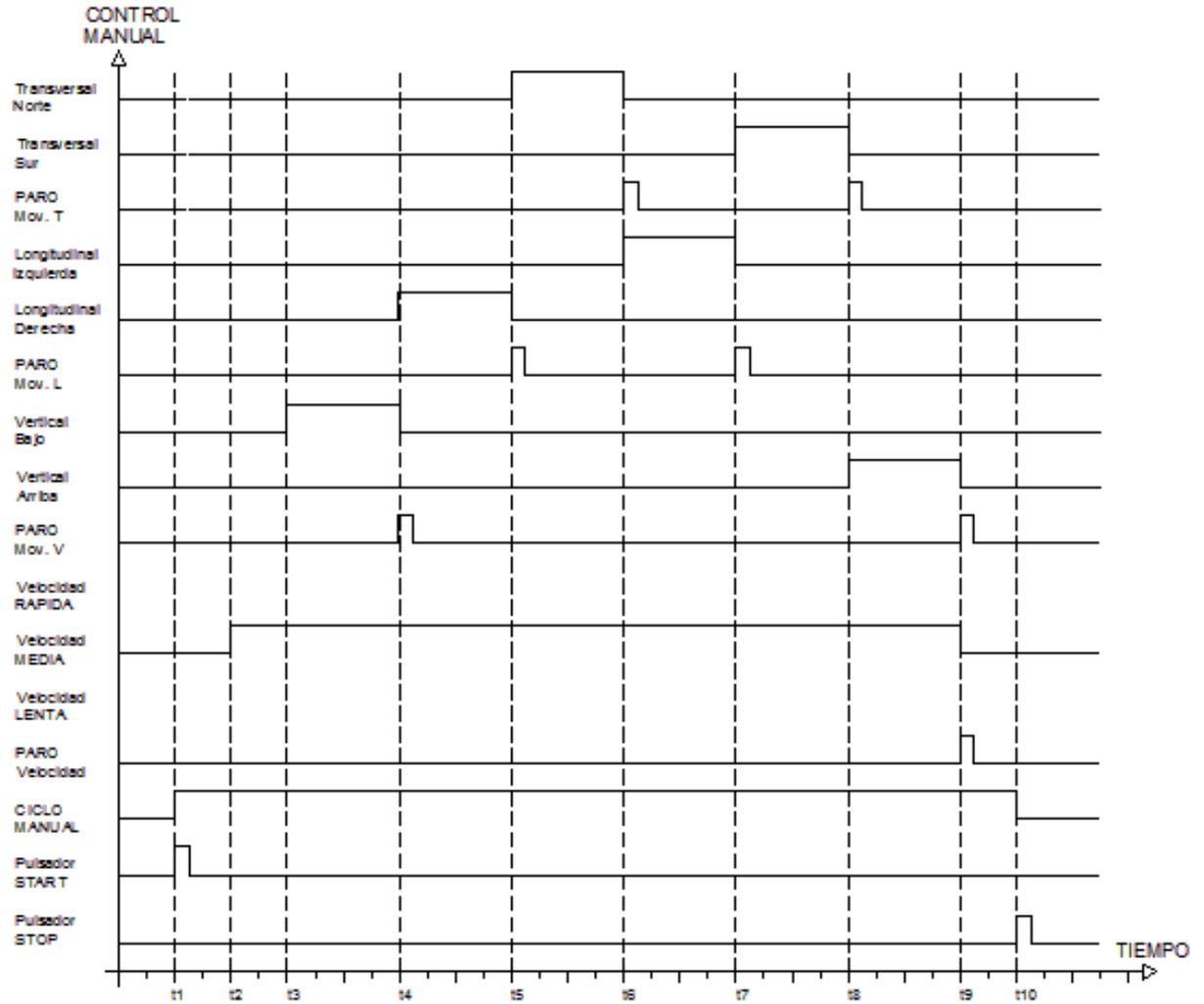




**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# SISTEMA ELÉCTRICO DE MANDO Y CONTROL

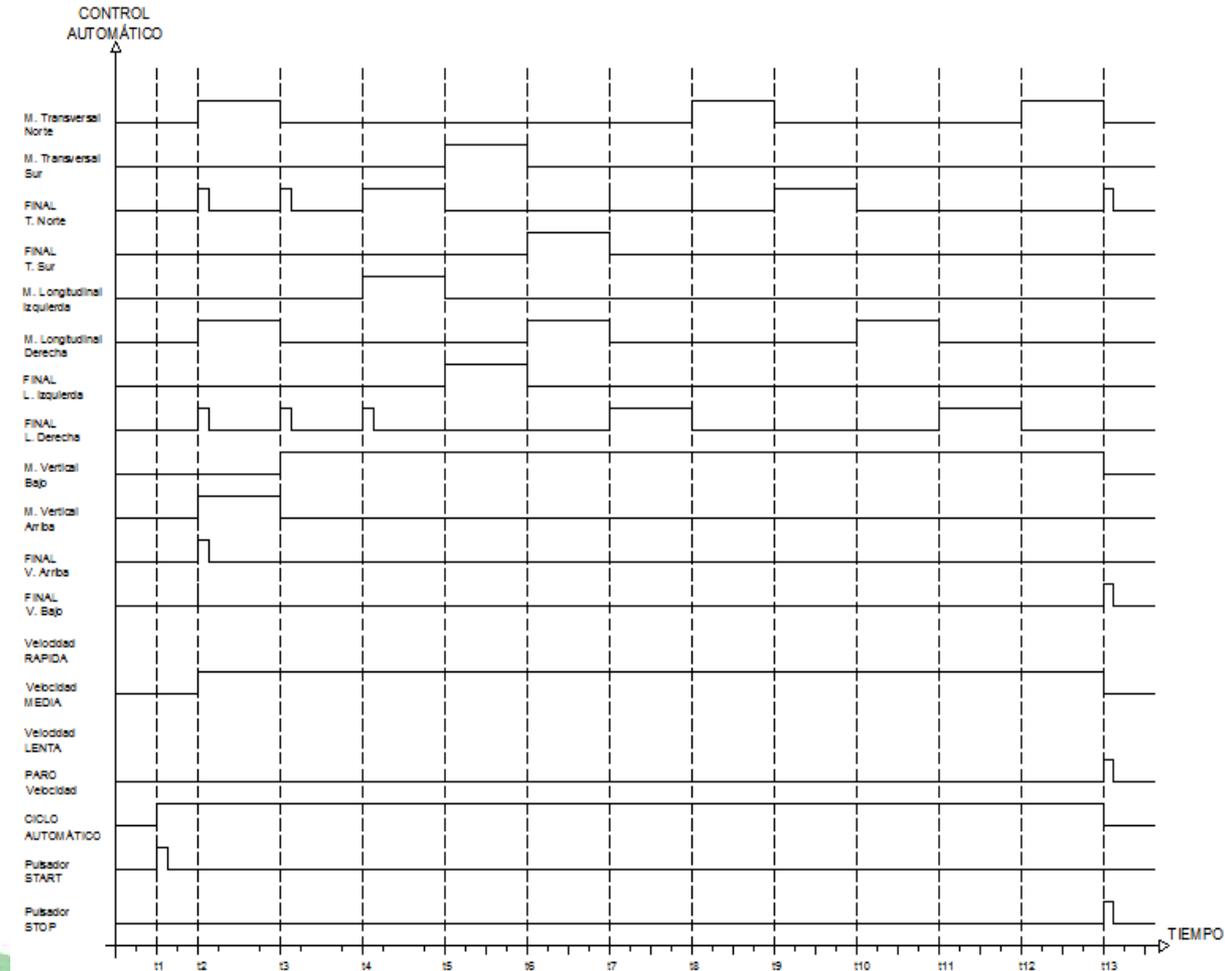
**CONTROL MANUAL:**





# SISTEMA ELÉCTRICO DE MANDO Y CONTROL

**CONTROL AUTOMÁTICO:**





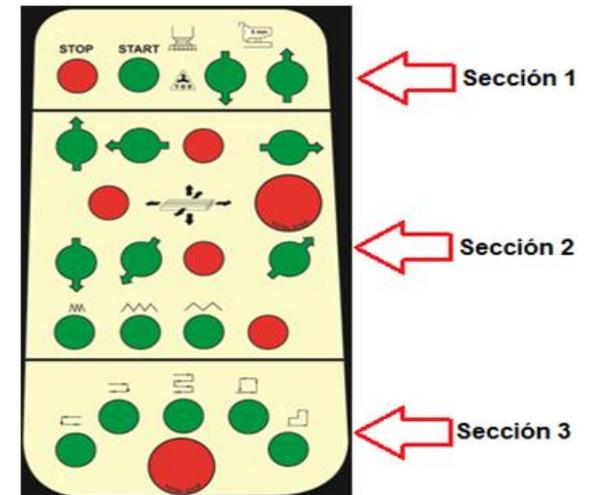
## PANEL OPERADOR DE MANDO (OP)

El panel operador estará dividido en tres secciones

- 1.- Encendido, apagado de la máquina; desplazamiento en forma ascendente y descendente de la consola.
- 2.- Mando manual de las velocidades y los movimientos de la máquina.
- 3.- Mando automático de las diferentes secuencias.



← BRAZO MÓVIL





# ESPE

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

## DISEÑO DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS

De acuerdo con lo que establece el Reglamento Electrotécnico de Baja tensión (REBT), todo circuito debe estar protegido contra los efectos de las sobreintensidades que se pueden presentar en el sistema de circuitos.

Datos Técnicos de los motores y bombas

Motor del cabezal	5,5 KW
Motor de la caja de avances	1,5 KW
Motor de la consola	120 W
Bomba del cabezal	50 W
Bomba de la caja de avances	50 W
Bomba de taladrina	0,37 KW



# DISEÑO DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS

Cálculo de corrientes principales:

Potencia Aparente

—

Corriente de arranque

Intensidad Nominal

$\sqrt{\quad}$

Corriente asimétrica

$\sqrt{\quad}$

Intensidad de sobrecarga

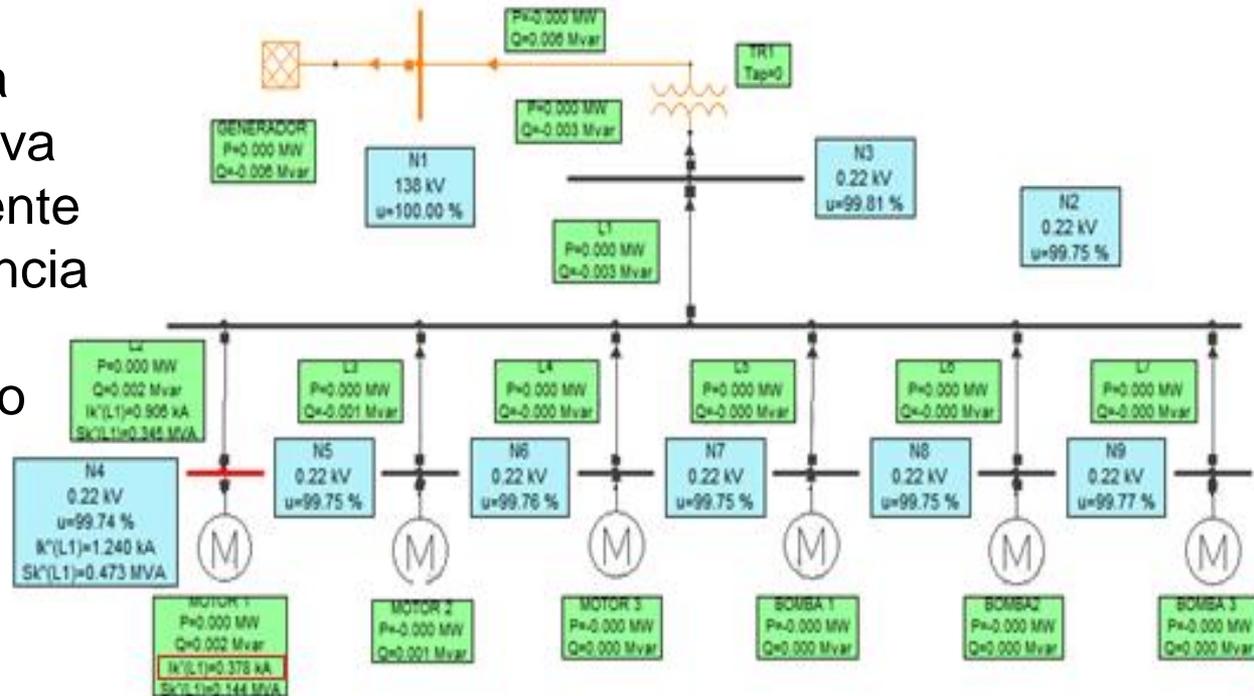
Para el cálculo de la corriente de cortocircuito se empleó el software NEPLAN versión 5.0; para lo cual se debe ingresar el diagrama unifilar del circuito de potencia



# Diagrama unifilar del circuito de potencia en NEPLAN v. 5.0

Los datos a ingresar más importantes son:

- Voltaje
- Corriente
- Potencia activa
- Potencia reactiva
- Potencia aparente
- Factor de potencia
- Eficiencia
- Numero de polo
- Rpm





## DISEÑO DEL CIRCUITO DE POTENCIA.

De acuerdo al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) que regula la relación que debe existir entre las intensidades de arranque y plena carga de los motores alimentados desde una red pública en función de su potencia.

Equipos	$I_{pc}$ (A)	$I_{arr}$ (A)	$\alpha = \frac{I_{arr}}{I_{pc}}$
Motor cabezal, P= 5,5 KW	25,85	50,94	1,97
Motor avance, P= 1,5 KW	4,72	13,89	2,94
Motor consola, P= 120 W	0,44	1,11	2,52
Bomba cabezal, P= 50 W	0,19	0,45	2,37
Bomba avance, P= 50 W	0,19	0,45	2,37
Bomba refrigeración, P= 0,37 KW	1,37	3,42	2,49





## SELECCIÓN DE LA BOMBA.

Se verificó que cumpla con los siguientes parámetros:

- Caudal máximo que requiere el sistema.
- Número de revoluciones.
- Altura máxima de trabajo.
- Potencia máxima.



		
$Q = 5 \div 40$ l/min	$H = 38 \div 5$ m	$P = 0.37$ KW
$Q_{\max} = 40$ l/min	$H_{\max} = 40$ m	$P = 0.5$ Hp
$V = 115/230$ V	$I_n = 4.2/2.1$ A	$F = 60$ Hz
$Rpm = 3400$	$C = 16\mu F$	$IP = 44$



# SELECCIÓN DE LA TUBERÍA PARA LA SUCCIÓN Y DESCARGA DE LA BOMBA

Se utilizará **tubería de acero cédula 40 o estándar (Std)** debido que es resistente a la presión del sistema y resulta más económico comparándola con la tubería cédula 80 o extra fuerte (XS), y para esta aplicación se utilizará **tubería de acero ASTM A-53-A galvanizada**.

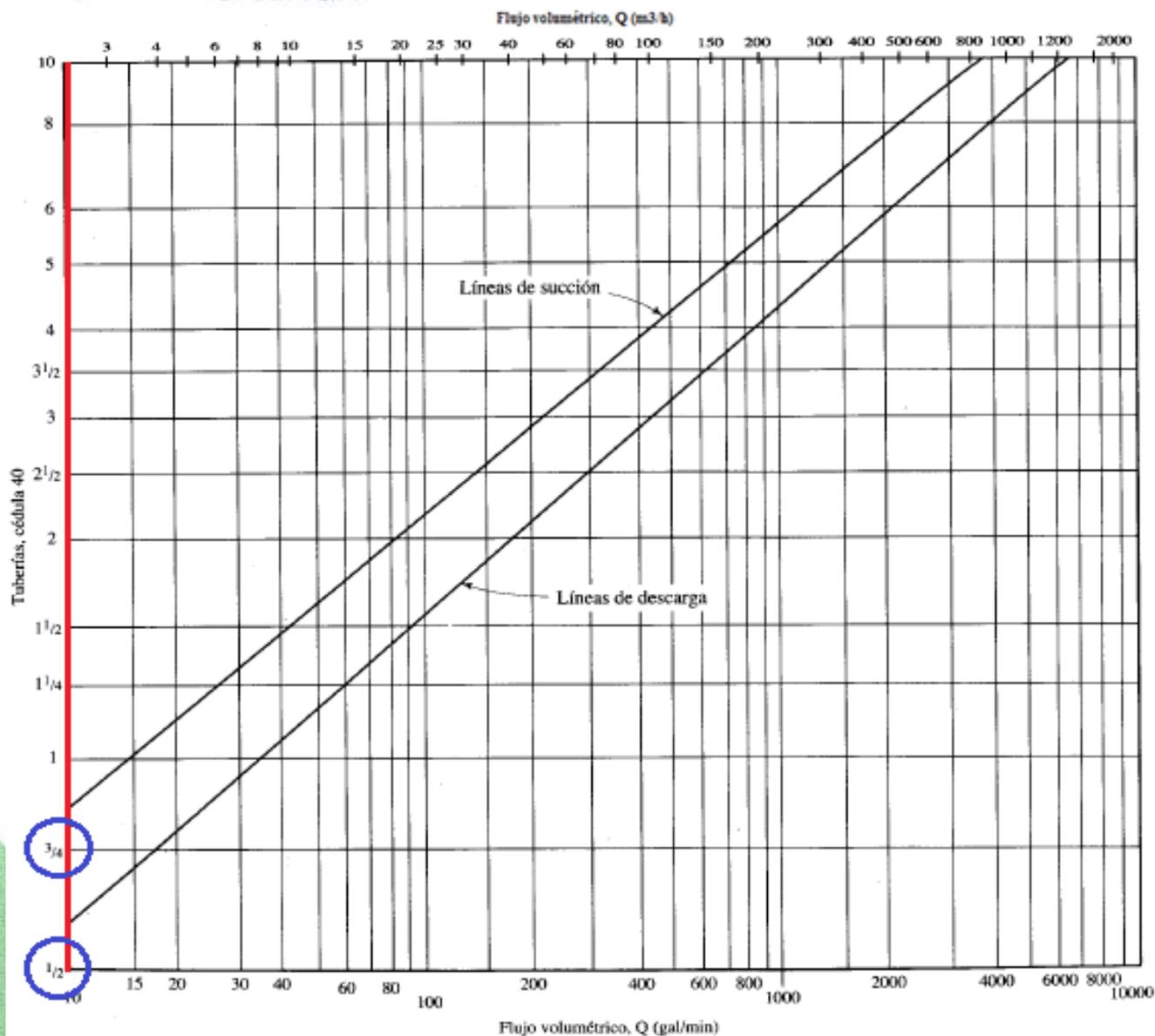
Entonces para un caudal de 25 Lt/min se requiere de:

- Línea de Succión: Tubería de 3/4 pulgada.
- Línea de Descarga: Tubería de 1/2 pulgada.



# ESPE

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA





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

# SELECCIÓN DE ACCESORIOS





## SELECCIÓN DEL REFRIGERANTE

Posee las siguientes características:

- Excelente poder refrigerante y humectante.
- Ayuda a prevenir la formación de óxido y corrosión de los metales.
- Usada principalmente en el mecanizado de acero, latón, aluminio y otras aleaciones con excepción del magnesio.
- Se mezcla fácilmente en proporciones de agua/aceite que es de 10/1.

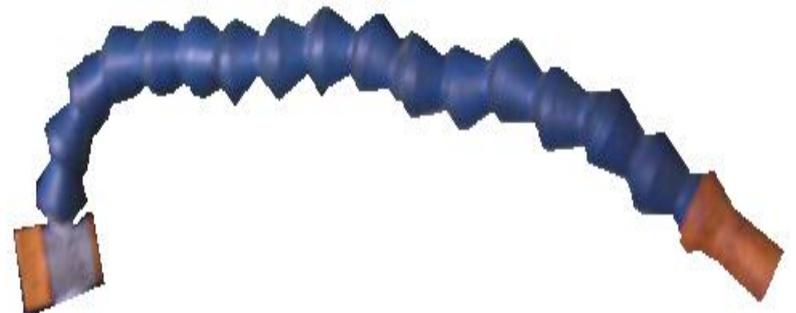




# UTILIZACIÓN DEL TUBO FLEXIBLE ARTICULADO PARA EL LÍQUIDO REFRIGERANTE.

Se utilizará para posicionar en todas las direcciones permitiendo que el líquido refrigerante que recorre por allí pueda alcanzar tanto a la herramienta de corte como al material al momento de iniciar el mecanizado

TUBO FLEXIBLE ARTICULADO	CARACTERÍSTICAS
Marca	LOC-LINE
Temperatura de fusión	165 °C
Temperatura de trabajo máxima	76 °C
Presión	1,5 – 2 bar
Caudal	1.800 L/hr
Compatibilidad a agentes químicos	Aceites, Lubricantes.





## SELECCIÓN DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS

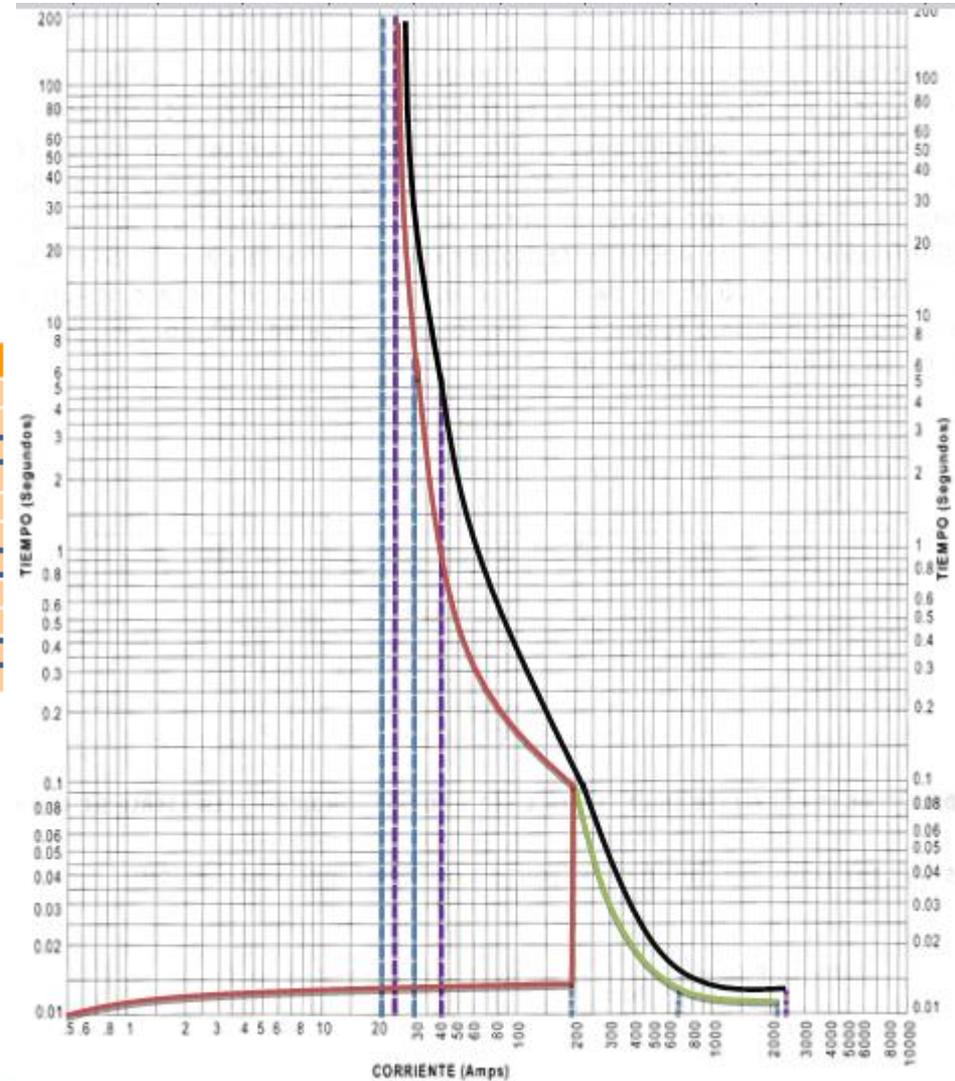
### Selección de Fusibles

#### FUSIBLES CILINDRICOS DE CERAMICA *CAMSCO*

PODER DE CORTE: 100 KA

TIPO: gG

AMPERAJE	VOLTAJE	MEDIDAS
0,5 AMP	500V	10.3 x 38 mm
1 AMP	500V	10.3 x 38 mm
2 AMP	500V	10.3 x 38 mm
4 AMP	500V	10.3 x 38 mm
6 AMP	500V	10.3 x 38 mm
8 AMP	500V	10.3 x 38 mm
10 AMP	500V	10.3 x 38 mm
16 AMP	500V	10.3 x 38 mm
20 AMP	500V	10.3 x 38 mm
25 AMP	500V	10.3 x 38 mm
32 AMP	500V	10.3 x 38 mm





# SELECCIÓN DE PUENTES RECTIFICADORES.

## RECTIFICADOR MONOFÁSICO.

Sirve para la alimentación de los siguientes elementos:

- PLC/ módulos de ampliación (entradas).



PARÁMETROS	KBPC 35-04	UNIDADES
Corriente Máxima de Salida DC ( $I_0$ )	35	[A]
Corriente Máxima Pico ( $I_{FSM}$ )	400	[A]
Unión Máxima ( $I^2t$ )	664	[A <sup>2</sup> s]
Voltaje Máximo de Unión ( $V_{RRM}$ ) Rango	50 a 400	[V]
Temperatura Máxima de Unión ( $T_J$ )	-55 a +150	[°C]





# SELECCIÓN DE PUENTES RECTIFICADORES.

## RECTIFICADOR TRIFÁSICO.

Sirve para la alimentación de los embragues y frenos electromagnéticos.



PARÁMETROS	SKD 50/04 A3	UNIDADES
Corriente Máxima de Salida DC ( $I_0$ )	60	[A]
Corriente Máxima Pico ( $I_{FSM}$ )	750	[A]
Unión Máxima ( $I^2t$ )	2800	[A <sup>2</sup> s]
Voltaje Máximo de Unión ( $V_{RRM}$ ) Rango	100 a 400	[V]
Temperatura Máxima de Unión ( $T_J$ )	-55 a +150	[°C]



# SELECCIÓN DEL PLC

- Fácil conexión con la PC.
- Las suficientes entradas y salidas digitales.
- Su bajo costo que tiene en el mercado se ha seleccionado el PLC Twido TWLCAA24DRF.
  - Corriente máxima de carga 2 [A] por salida.
  - Tensión de alimentación 24 [Vcc]
  - Se puede añadir como máximo 4 módulos.
  - Tiempo de encendido I0 e I13 35  $\mu$ s.
  - Tiempo de apagado I0 e I13 45  $\mu$ s.
  - Vida útil eléctrica 100000 operaciones.
  - Vida útil mecánica 20000000 de operaciones.
  - Carga nominal (resistiva/inductiva) 240 Vca/2A, 30 Vcc/2A.



Se seleccionó 3 módulos de expansión de entradas digitales TWDDDI16DK y uno de salidas TWDDDO16TK.

TWDDDI16DK	
Corriente de entrada nominal	5mA/entrada (24 Vcc)
Tiempo de encendido	8 ms
Tiempo de apagado	8ms
Longitud del cable	3 m para cumplir inmunidad
Numero medio de conexiones	100 veces como mínimo

TWDDDO16TK	
Corriente a máxima carga	0.12A/salida (24 Vcc)
Tipo de salida	Transistor de lógica positiva
Caída de tensión	Máximo de 1V
Potencia absorbida	8 W
Numero medio de conexiones	100 veces como mínimo



## SELECCIÓN DE CONTACTORES

Se utilizarán **siete contactores**, un contactor **GMC-32** para el motor de 5.5 kW siendo el más grande y **siete** para el resto motores y también para las bombas.



CONTACTORES	CARACTERÍSTICAS
Marca	LS Industrial Systems
Modelos	GMC – 32 GMC – 9
N de polos	3
Tipo de montaje	Sobre riel DIN
Intensidad máxima de operación	32 A / 11 A
Voltaje de bobina y trabajo	110V / 220 V
N de operaciones eléctricas	2000000



# RELÉS TÉRMICOS

Se utilizarán los relés de acuerdo al tamaño del contactor y tomando como referencia la corriente de sobrecarga.



SELECCIÓN DE RELÉS TÉRMICOS MARCA MEC

Equipo	Código	Relés térmicos GTK	Rango [A]	Tamaño del contactor	Serie
<b>Motor 1</b>	B 20-32	GTK 40 – 22 A	18 - 26	GMC - 32	
<b>Motor 2</b>	B 20-25	GTK 22 – 6.5 A	5 - 8	GMC - 9	
<b>Motor 3</b>	B 20-23	GTK 22 – 3.3 A	2.5 - 4	GMC - 9	
<b>Bomba 1</b>	B 20-23	GTK 22 – 3.3 A	2.5 - 4	GMC - 9	
<b>Bomba 2</b>	B 20-23	GTK 22 – 3.3 A	2.5 - 4	GMC - 9	
<b>Bomba 3</b>	B 20-23	GTK 22 – 3.3 A	2.5 - 4	GMC - 9	



## SELECCIÓN DE RELÉS AUXILIARES

Se tomará en cuenta los siguientes aspectos:

- Vida útil eléctrica y mecánica.}
- Tensión de contactos.
- Voltaje de la bobina.
- Dimensiones
- Precio



RELÉ AUXILIAR	CARACTERÍSTICAS
Marca	CAMSCO
Modelo	MY 2
Tipo	Electromecánico de armadura
Contactos	$I_{\text{máx}} = 10 \text{ A}$ $V_{\text{máx}} = 250/125 \text{ V AC/DC}$ $I_{\text{min}} = 10 \text{ mA} / 10 \text{ V}$
Bobina	$I = 37,7 \text{ mA}$ $V_{\text{CC}} = 24 \text{ V}$ $P_{\text{N}} = 0,9 \text{ W}$
Código de la base	PYF08A-E



# ESPE

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

## SELECCIÓN DE CABLES ELÉCTRICOS

Para la alimenta de elementos eléctricos como pulsadores, finales de carrera, y conexiones al PLC se elije un conductor #16 AWG, dando preferencia a normas de cableado AS-Interface y reglas que dicta Schneider Electric.

CONDUCTOR	CARACTERÍSTICAS
Tipo	TFN, resistente a la humedad y calor.
Tensión de servicio	600 V
Capacidad de corriente	10 A
N° de hilos	19
Temperatura máx.	90 °C

Para la alimenta de elementos eléctricos como motores, bombas, embregues-frenos electromagnéticos elije un conductor #14AWG.

CONDUCTOR	CARACTERÍSTICAS
Tipo	THHW, lugares secos y húmedos.
Tensión de servicio	600 V
Capacidad de corriente	30 A
N° de hilos	19
Temperatura máx.	90 °C



## UTILIZACIÓN DE BANDAS DE TRANSMISIÓN PARA EL SISTEMA DE AVANCE.

Se utiliza para el mecanismo de la caja de avances que será accionado por un motor que se encuentra acoplado mediante un sistema por poleas para la activación de los embragues-frenos electromagnéticos.



BANDA DE TRANSMISIÓN	CARACTERÍSTICAS
MARCA	CONTINENTAL
Tamaño	12.5 x 940 mm
Tipo de banda	3V de sección estrecha
Tipo de trabajo	Usos industriales, máquinas-heramientas





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

## SELECCIÓN DEL LUBRICANTE.

Posee las siguientes características:

- Presenta estabilidad a la oxidación garantizando una larga vida del aceite a elevadas temperaturas.
- Evita también la formación de depósitos.
- Ideal para sistemas de transmisión por engranes para máquinas-herramientas.





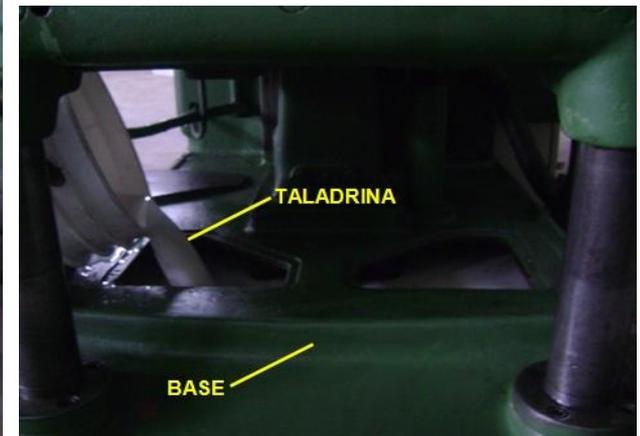
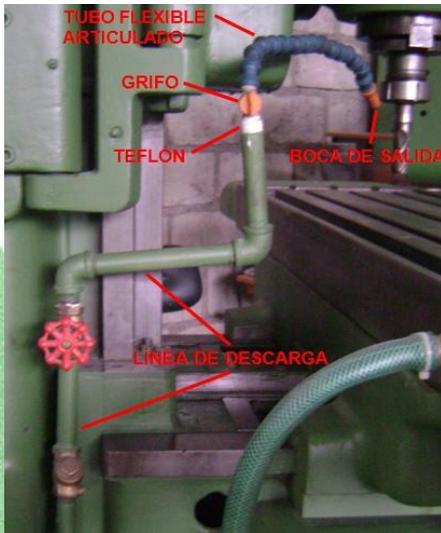
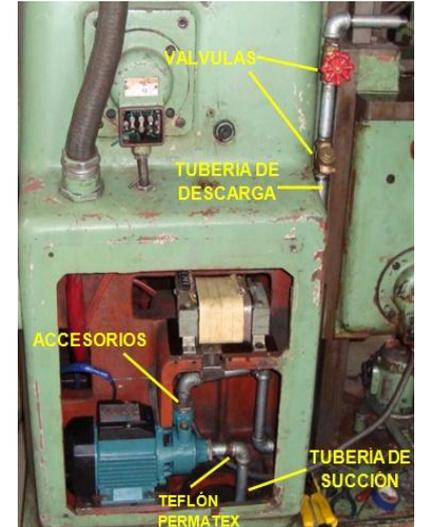
**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# IMPLEMENTACIÓN Y MONTAJE



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

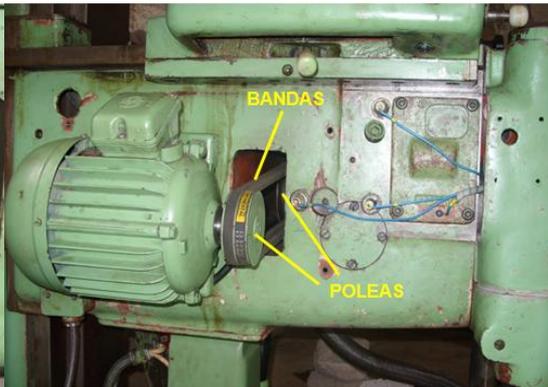
# MONTAJE E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.





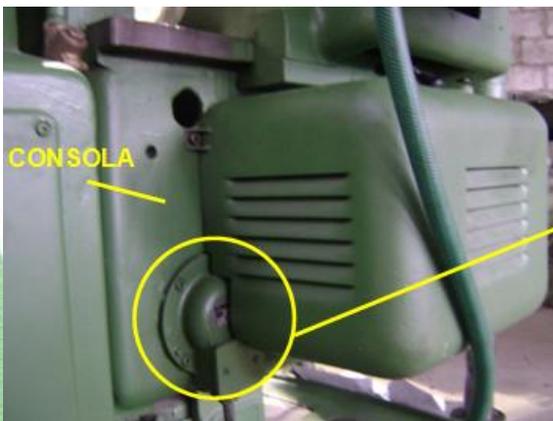
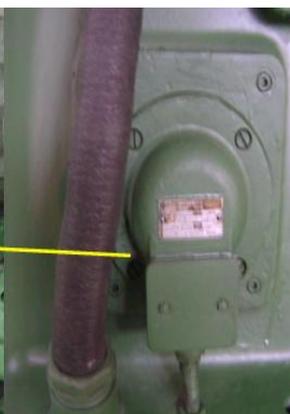
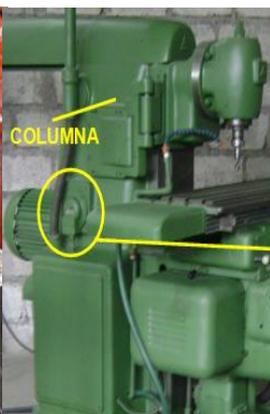
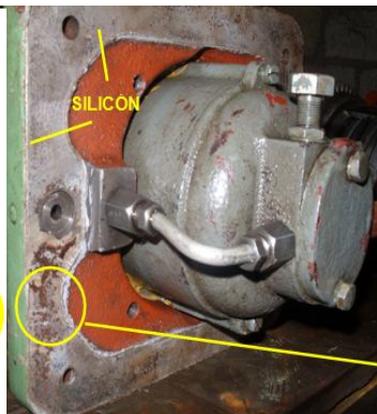
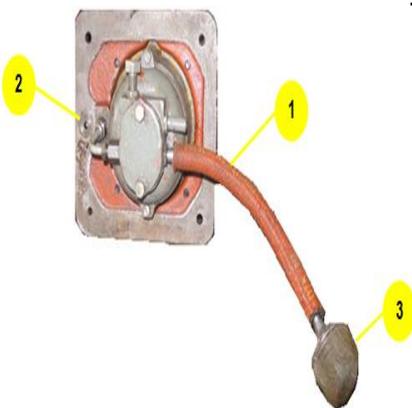
**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# MONTAJE DE LOS MOTORES





## MONTAJE DE LAS BOMBAS





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

# MONTAJE DE EMBRAGUES-FRENOS ELECTROMAGNÉTICOS.





# ESPE

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

## MONTAJE E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL TABLERO DE POTENCIA.





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

# MONTAJE E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL TABLERO DE CONTROL.







**ELEMENTOS  
DEL  
TABLERO DE  
CONTROL**

<b>CANT.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
6	Contactador GMC 9 220V 50/60Hz.
1	Contactador GMC 32 220V 50/60Hz.
5	Relé térmico GTK-22.
1	Relé térmico GTK-40.
1	PLC TWIDO TWDLCAA24DRF 14/10 I/O
3	Módulos de entradas digitales TWDDDI16DK
1	Módulo de salidas digitales TWDDDO16TK
12	Relés auxiliares CAMSCO MY-2 5A/24 DC
9	Portafusibles 32 A Camsco para riel DIN.
3	Fusibles cilíndricos CAMSCO 10x38 mm 24 A
3	Fusibles cilíndricos CAMSCO 10x38 mm 16 A
3	Fusibles cilíndricos CAMSCO 10x38 mm 2 A
1	Riel DIN de 35 mm x 2.00 m.
40	Mtrs. Cable # 16 AWG (THHW - TFN) (Negro-Amarillo).
30	Mtrs. Cable # 14 AWG (THHW) (Negro).
1	Funda de terminales aislados U # 16-14
1	Mtr. espiral de ½ pulgada
2	Libretines de marquillas DEXON (letras-números-signos)



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

# MONTAJE E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL PANEL OPERADOR DE MANDO.



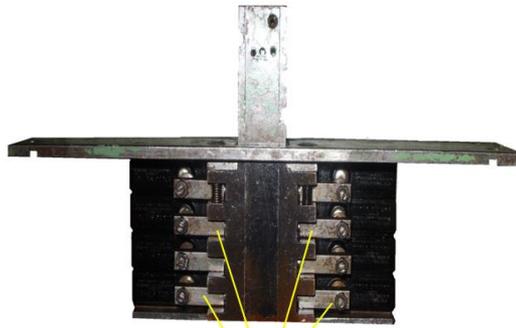


**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

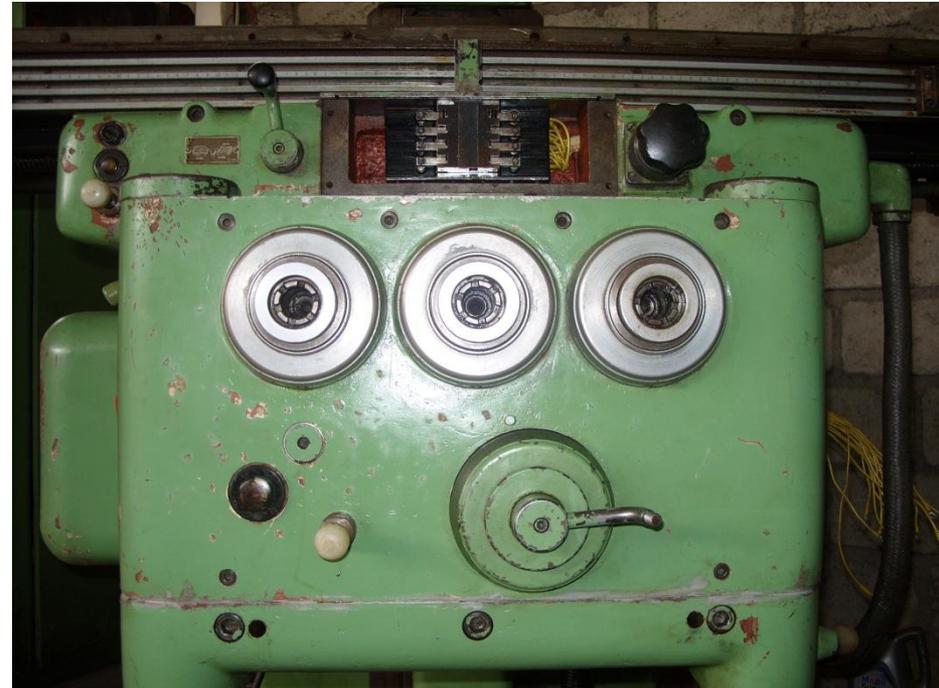
# MONTAJE DE FINALES DE CARRERA.



SUJECIÓN CON PERNOS



ACCIONAMIENTO MECÁNICO

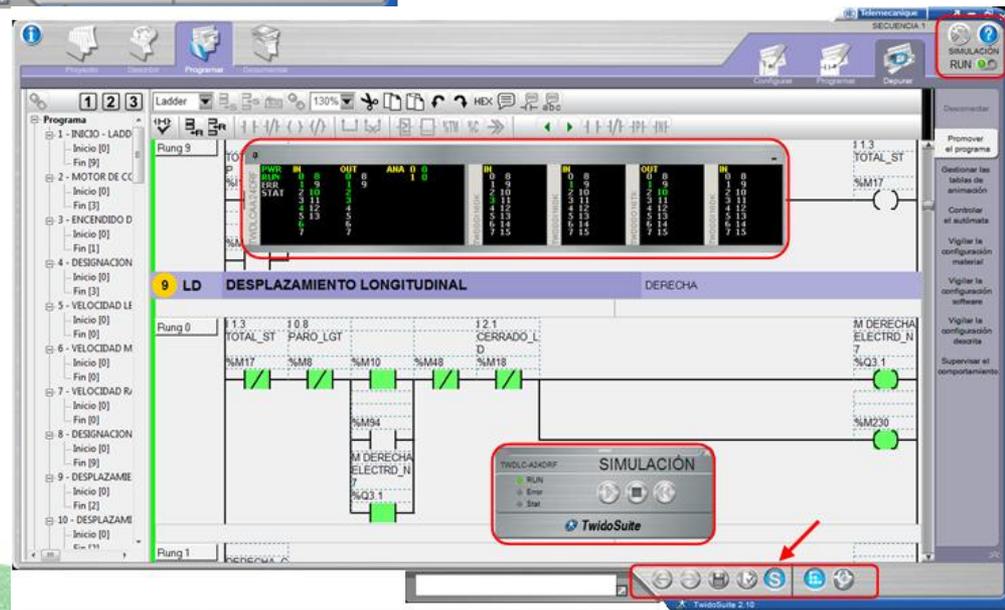
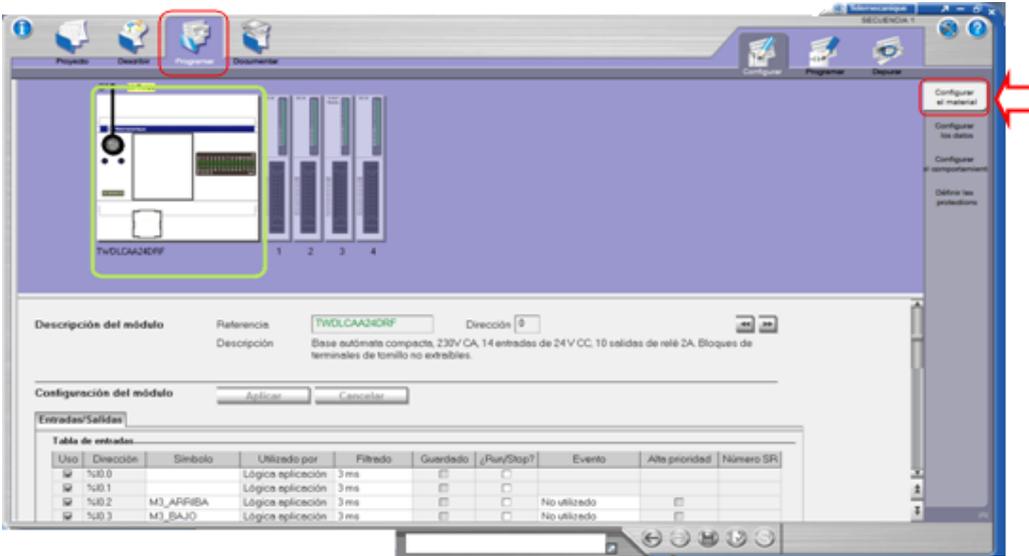




# ESPE

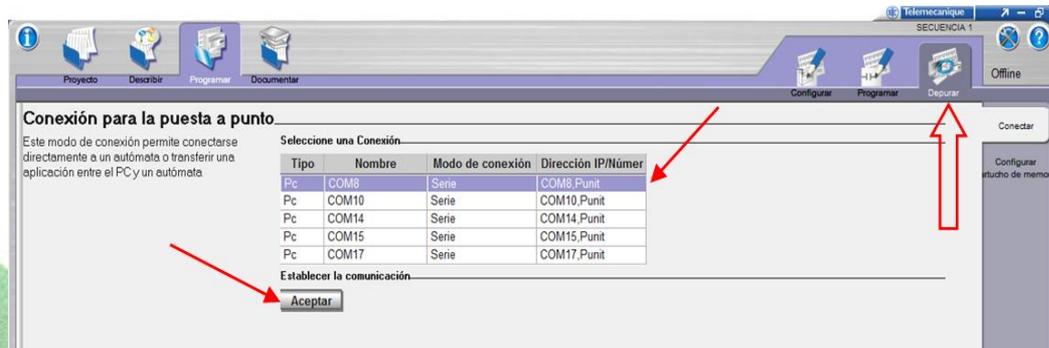
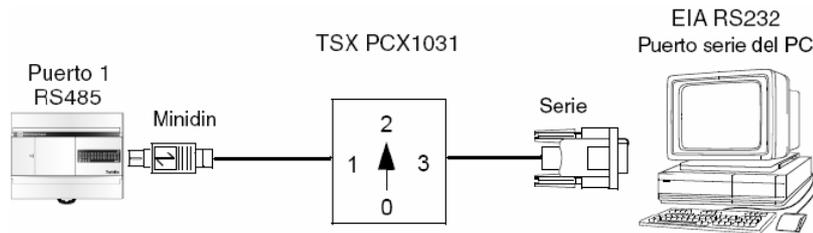
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

## PROGRAMACIÓN DEL TWIDO





## Conexión de la PC con el TWIDO TWDLCAA24DRF





## CONFIGURACIÓN RED MODBUS

The screenshots illustrate the following steps:

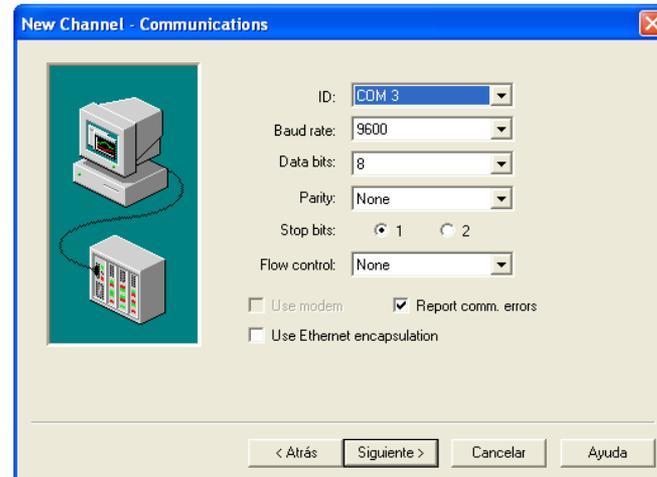
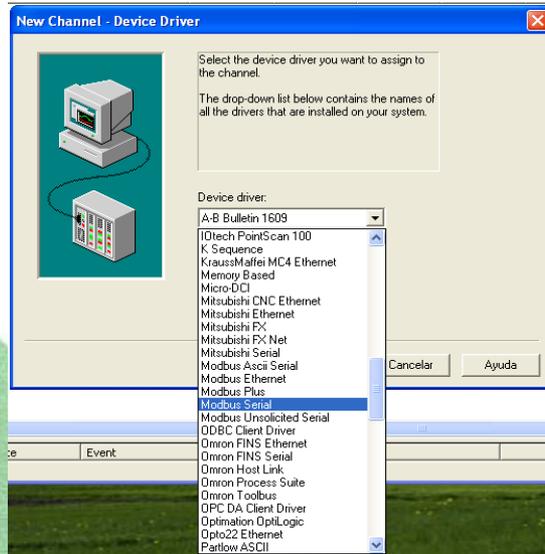
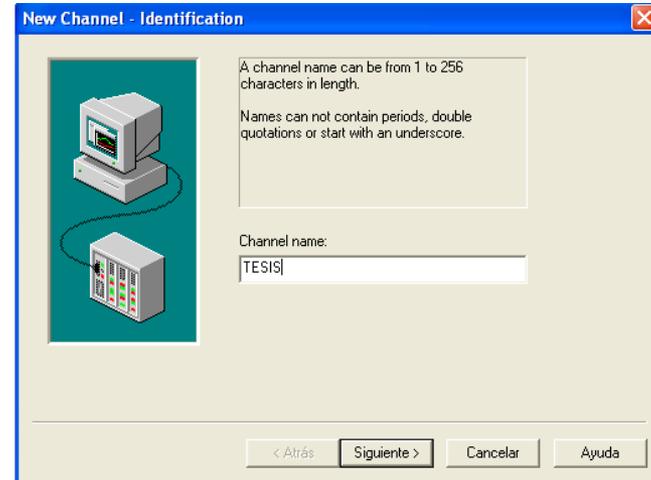
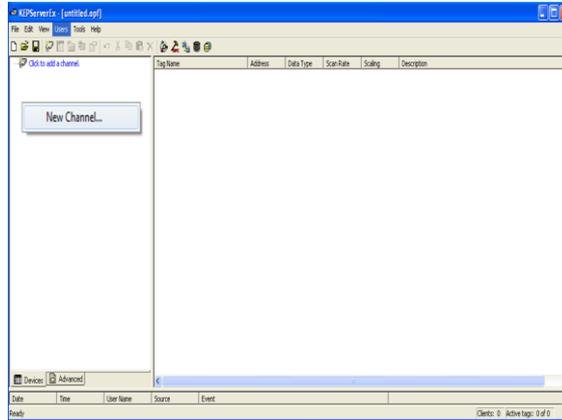
- Component Selection:** The sidebar on the left shows the 'Elementos Modbus' category expanded, with 'Elemento genérico Modbus' selected and highlighted in red. Below it, a 'Modbus' icon is visible.
- Element Configuration:** A 'Configuración' dialog box is open, showing the 'Elemento' configuration. The 'Nombre' field is set to 'Esclavo 0', 'Tipo' is 'Modbus', and 'Dirección' is '1'. 'Aceptar' and 'Cancelar' buttons are at the bottom.
- Port Configuration:** A 'Configuración' dialog box is open, showing the 'Puerto 1' configuration. The 'Tipo' is 'Modbus' and 'Dirección' is '2'. 'Aceptar' and 'Cancelar' buttons are at the bottom.
- Network Configuration:** A 'Configuración' dialog box is open, showing the 'Red' configuration. The 'Tipo' is 'Modbus' and 'Nombre' is 'mi red 1'. Under 'Parámetros', 'Caudal' is 9600, 'Bits de datos' is 8 (RTU), and 'Paridad' is 'ninguna'. 'Bit de parada' is 1, 'Tiempo de respuesta' is 10 x 100 ms, and 'Tiempo de espera entre tramas' is 10 ms. 'Aceptar' and 'Cancelar' buttons are at the bottom.

The main workspace shows a rack of modules with a 'Mi Twido' module and a 'Modbus' slave icon labeled 'Esclavo 0 @1' connected to it. The text 'Página 1' is visible in the workspace area.



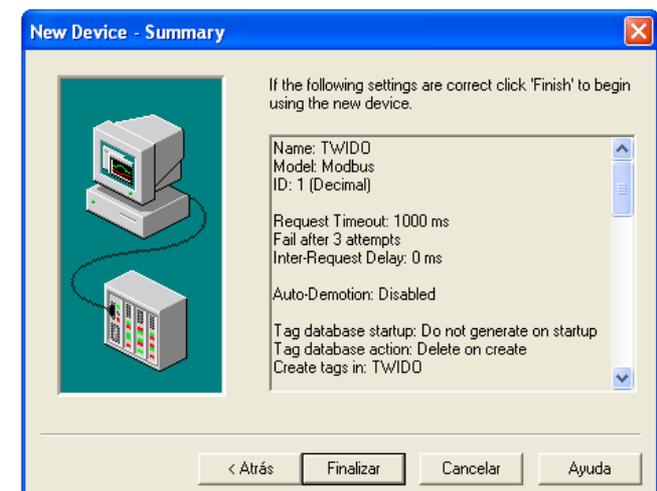
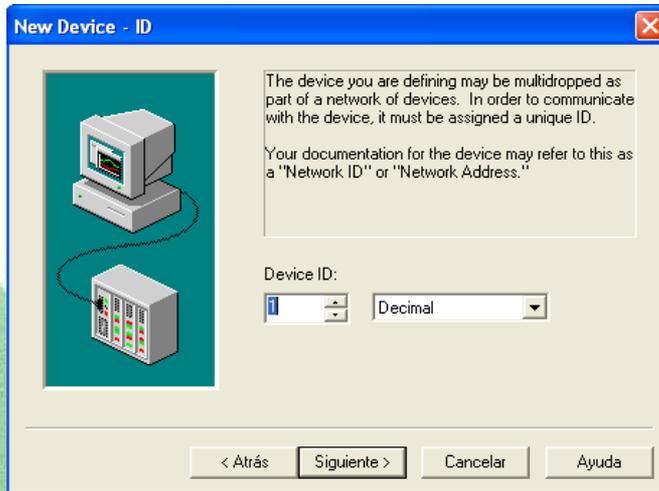
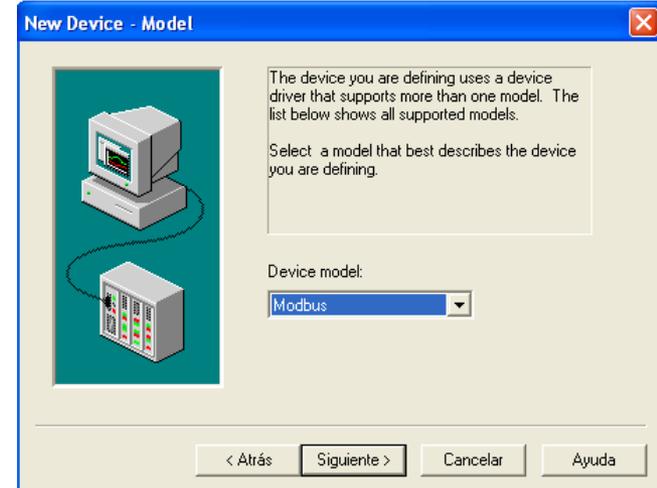
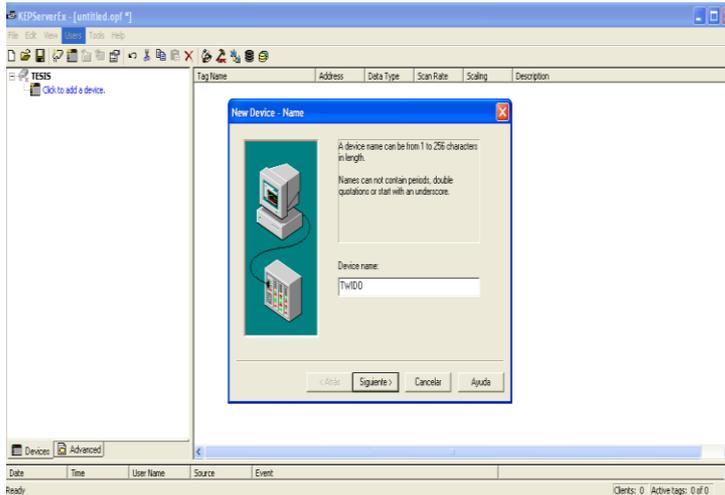
# OPC KEPSERVEREX

## Creación del canal.





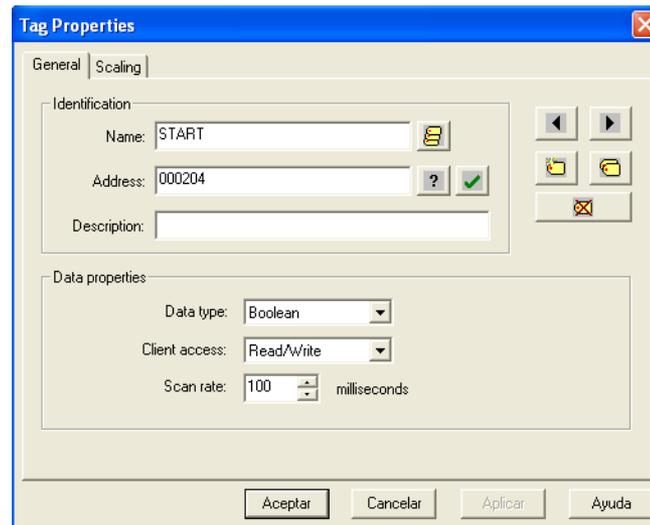
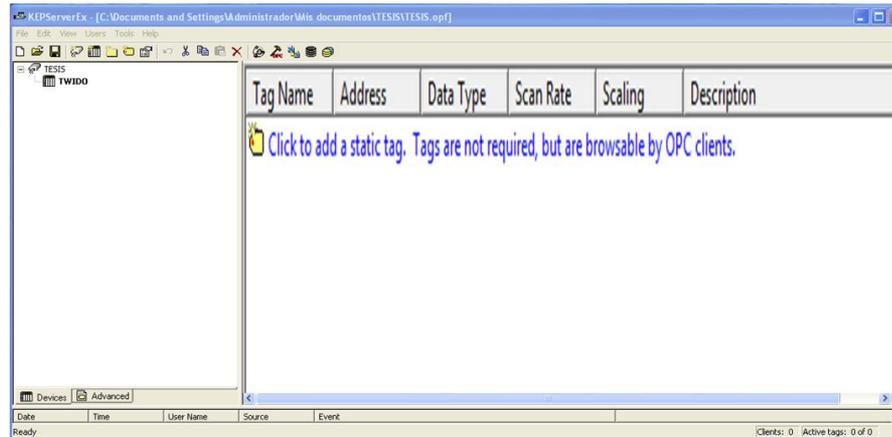
## Creación del dispositivo en el canal.







## Creación de variables.



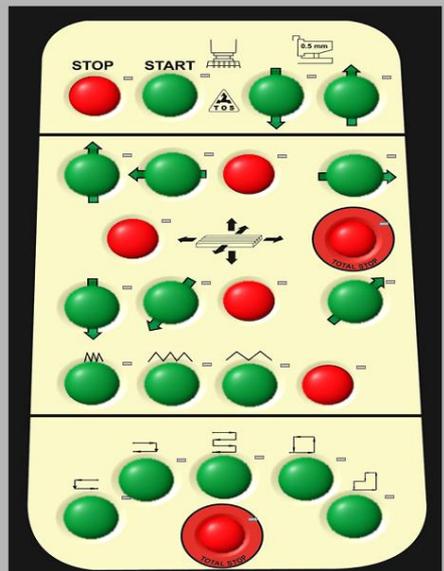


# ESPE

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

## LABVIEW 8.5.

PRESENTACION CONTROL VISUALIZACIÓN DE LAS SECUENCIAS



### INDICADORES

**MOTORES**



M. CABEZAL M. CARROS M. C. BAJA M. C. SUBE

**BOMBAS**



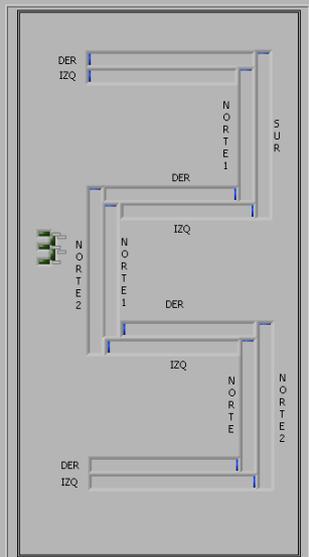
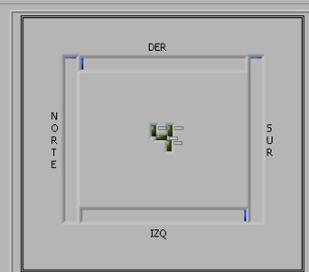
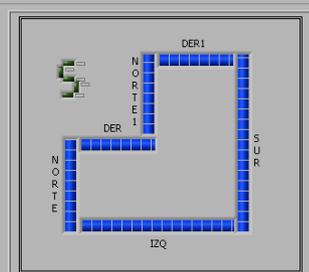
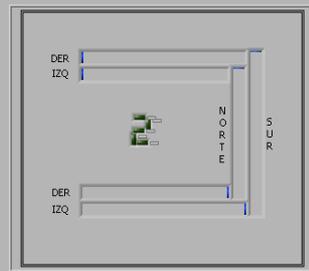
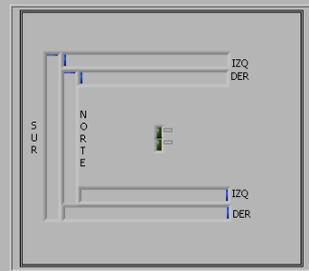
B. CABEZAL B. CARROS B. TALADRINA

**EMBRAGUES ELECTROMAGNÉTICOS**



V. LENTA V. MEDIA V. RAPIDA L. DERECHA T. SUR V. ASCENDENTE  
L. IZQUIERDA T. NORTE V. DESCENDENTE

PARAR PROGRAMA

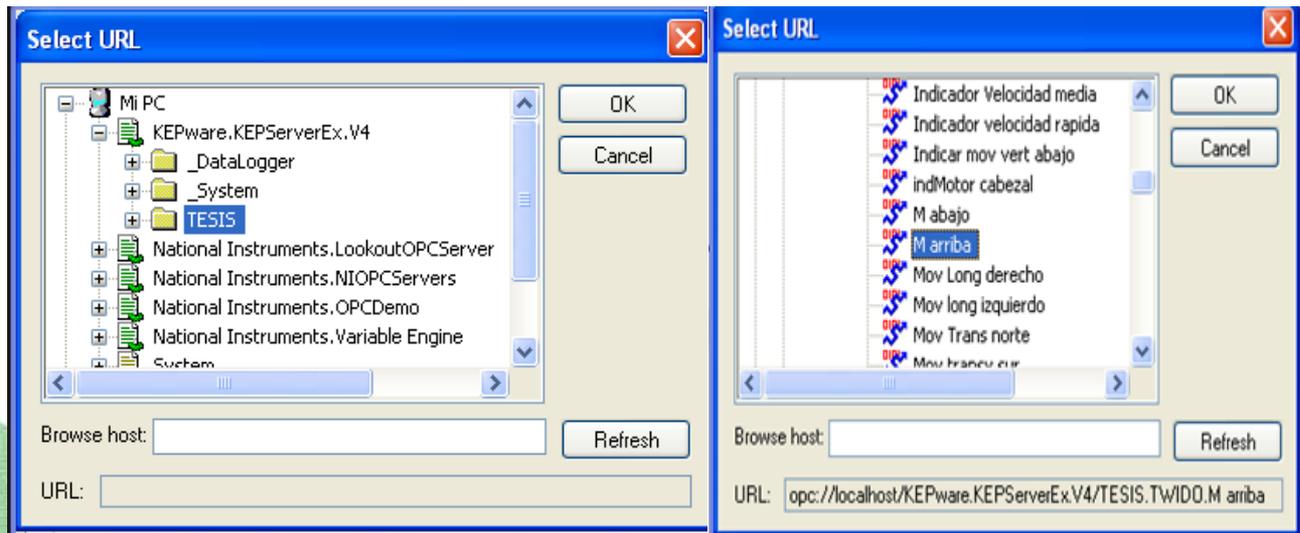
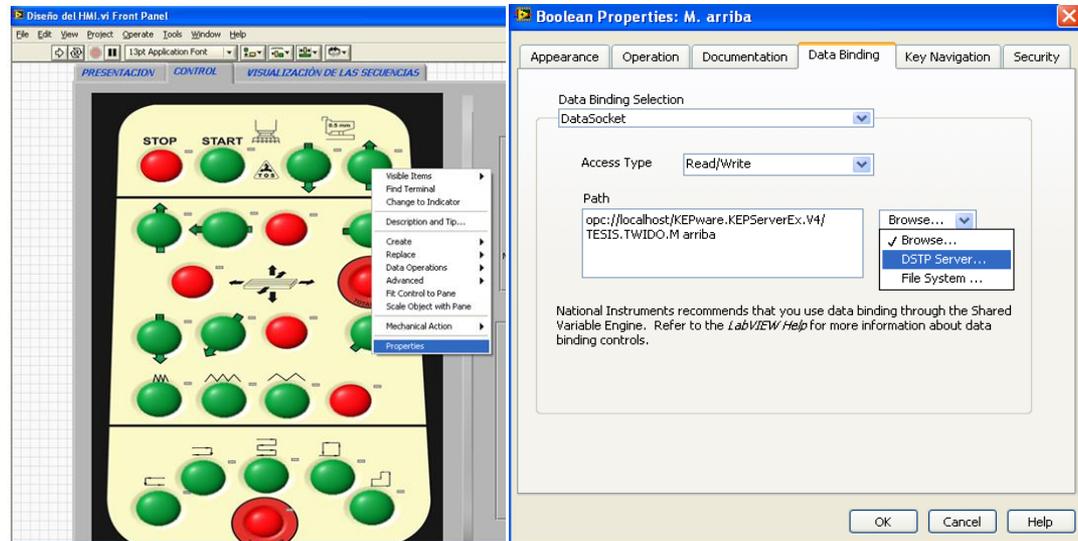




# ESPE

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

## COMUNICACIÓN DE LABVIEW 8.5 Y KEPSERVEREX





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

# LLENADO DE ACEITE EN LOS COMPONENTES PRINCIPALES DE LA MÁQUINA.





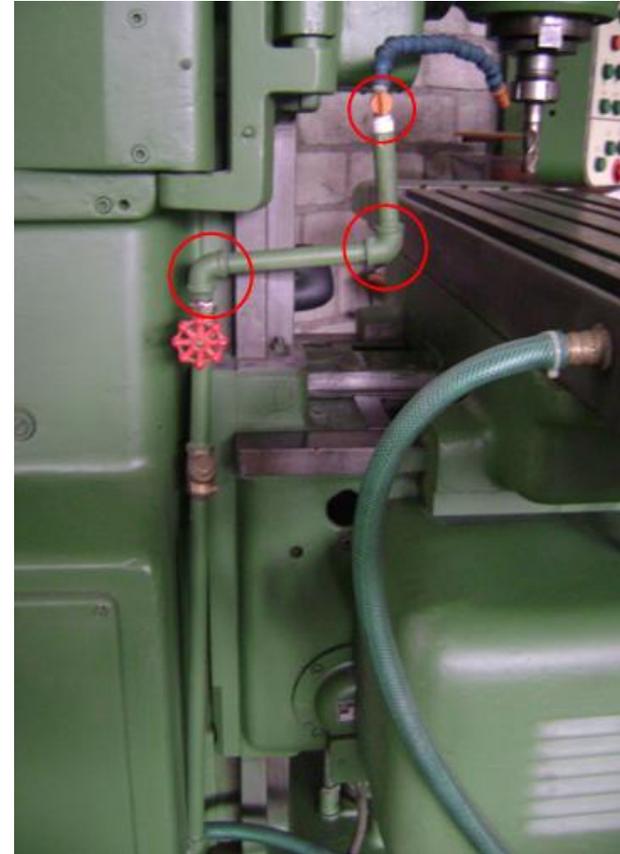
**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# PRUEBAS Y RESULTADOS



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

## PRUEBAS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

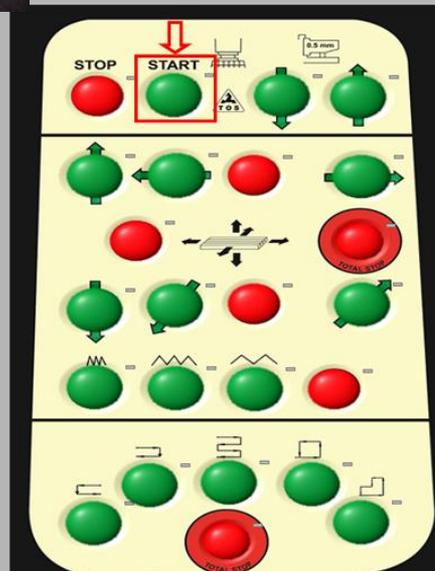
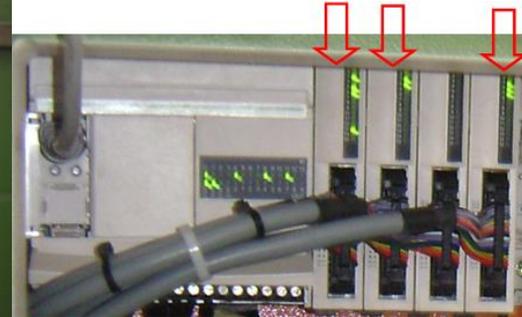




# ESPE

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

## PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DESDE EL OP E INTERFACE





# ESPE

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA





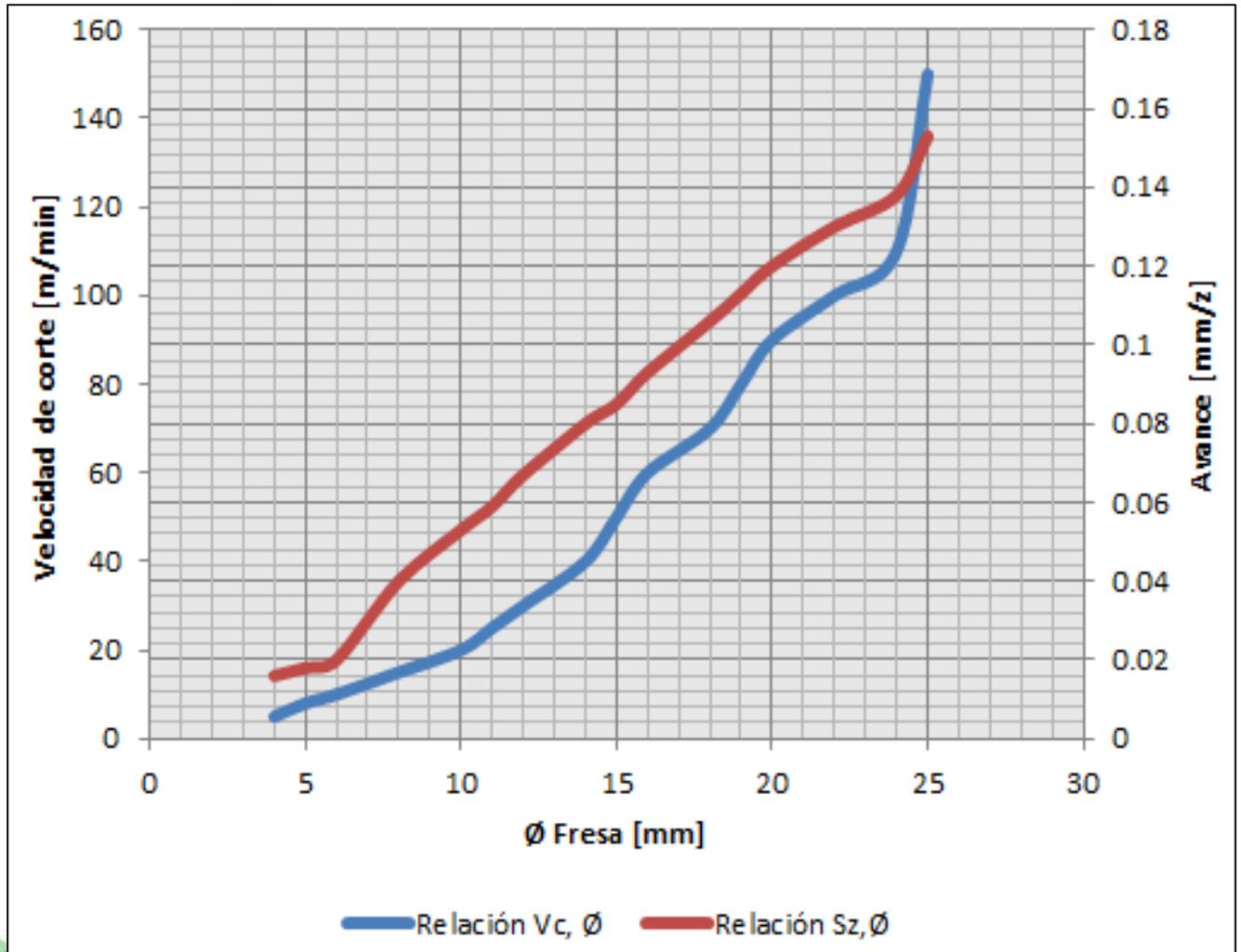


ACERO SAE 1018									
Ø DE LA FRESA									
Mm		4	6	8	12	14	16	20	25
S <sub>Z</sub> [mm/z]		0.016	0.027	0.040	0.067	0.080	0.093	0.120	0.153
RPM	Z	Avance de la mesa [mm/min]							
35	3-4	2.0	3.3	4.9	8.2	9.8	11.4	14.7	18.7
56	3-4	3.1	5.3	7.8	13.1	15.7	18.2	23.5	30.0
90	3-4	5.0	8.5	12.6	21.1	25.2	29.3	37.8	48.2
112	3-4	6.3	10.6	15.7	26.3	31.4	36.5	47.0	60.0
140	3-4	7.8	13.2	19.6	32.8	39.2	45.6	58.8	75.0
180	3-4	10.1	17.0	25.2	42.2	50.4	58.6	75.6	96.4
280	3-4	15.7	26.5	39.2	65.7	78.4	91.1	117.6	149.9
355	3-4	19.9	33.5	49.7	83.2	99.4	115.6	149.1	190.1
450	3-4	25.2	42.5	63.0	105.5	126.0	146.5	189.0	241.0
560	3-4	31.4	52.9	78.4	131.3	156.8	182.3	235.2	299.9
710	3-4	39.8	67.1	99.4	166.5	198.8	231.1	298.2	380.2
900	3-4	50.4	85.1	126.0	211.1	252.0	293.0	378.0	482.0
1120	3-4	62.7	105.8	156.8	262.6	313.6	364.6	470.4	599.8
1800	3-4	100.8	170.1	252.0	422.1	504.0	585.9	756.0	963.9



# ESPE

ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJERCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA





# CONCLUSIONES:

- Se diseñó e implementó el sistema de control semiautomático para la fresadora vertical marca Tos con panel operador e interfaz de comunicación (HMI) de la empresa Carrocerías Centauro, logrando el funcionamiento ideal de la máquina que se encontraba fuera de servicio para el mecanizado de piezas en serie de diferentes formas.
- Se creó el HMI con una red de comunicación MODBUS para el control manual y automático de la máquina fresadora utilizando la plataforma de instrumentación virtual LabVIEW, además se logró visualizar el comportamiento de la máquina en el control automático, desarrollando una interface entre el usuario (operador) y el proceso de control, observando virtualmente el mecanizado en tiempo real así como la activación de sensores y actuadores.



# CONCLUSIONES:

- Se implementó el algoritmo del sistema de control eléctrico, logrando satisfacer el ciclo de trabajo manual y automático garantizando el funcionamiento adecuado de la máquina en el mecanizado previa simulación y optimización en el software TwidoSuite 2.10.
- Se elaboró una guía de procedimientos para la operación y mantenimiento incluyendo Mitigación de Riesgos y Control Medio Ambiental.
- Se diseñó el sistema de enfriamiento permitiendo lubricar y eliminar el calor producido en la operación de mecanizado, incrementando la vida útil de la herramienta y una mejora en el acabado de las piezas mecanizadas.



# CONCLUSIONES:

- Se calibró los tiempos de activación de los finales de carrera y embragues-frenos electromagnéticos que intervienen en el control de la máquina, optimizando el mecanizado automático para las distintas secuencias que dispone la máquina fresadora.
- Según el análisis financiero de acuerdo al flujo de caja proyectado se puede concluir que la empresa CARROCERÍAS CENTAURO recuperará su inversión inicial en un periodo de “6 meses y 11 días”.



# RECOMENDACIONES:

- Seguir el manual de operación y mantenimiento de la máquina fresadora para su eficaz y correcto funcionamiento para evitar su deterioro prematuro, así como también siempre tomar en cuenta las normas de seguridad y medio ambientales.
- Realizar cálculos previos al mecanizado para seleccionar la correcta velocidad de avance y revoluciones de husillo para de esta manera evitar daños tanto del útil de corte como de la máquina.



# RECOMENDACIONES:

- Se recomienda realizar un estudio para implementar nuevos procesos en el mando automático, debido a que el presente proyecto se lo ejecutó en base a los trabajos de mayor aplicación para la empresa en lo que se refiere al mecanizado de ranuras cuando la fresadora se encuentra configurada para trabajar en forma vertical.
- Realizar convenios por parte de la universidad con empresas de la ciudad o fuera de ella donde puedan desarrollarse proyectos de tesis, de esta manera vinculando a los estudiantes dentro del campo industrial.



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

**GRACIAS POR SU  
ATENCIÓN!!**