



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA CONTROL**

**Y REDES INDUSTRIALES**

**“REPOTENCIACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL SEMIAUTOMÁTICO  
PARA UNA CORTADORA DE PERFILES UTILIZANDO PLC PARA LA  
EMPRESA IMAC”**

**TESIS DE GRADO**

**Previa la obtención del título de**

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA CONTROL Y REDES INDUSTRIALES**

**Presentado por**

**JOHN GERMAN VERA LUZURIAGA**

**LUIS ALBERTO ZABALA AGUIAR**

**RIOBAMBA-ECUADOR**

**2011**

A nuestros Maestros Ing. Edwin Altamirano, Ing. Lenin Aguirre, quienes con humildad, sinceridad y responsabilidad, supieron guiarnos e impartir sus valiosos conocimientos.

Al señor Ruperto Esparza y sus colaboradores del taller de Cedicom de la Facultad de Mecánica por brindarnos el espacio para desarrollar el proyecto y su aporte para la culminación de la tesis.

A Dios y mi Madre Dolorosa por guiarme e iluminarme en toda mi carrera politécnica.

A mi mami Yolanda Aguiar por ser la mujer más importante en mi vida que sin su apoyo no hubiera llegado hasta este punto gracias mami. A mi padre Rómulo Zabala por estar junto a tus hijos siempre.

A mis hermanos Xavi, Huguito, Lili por apoyarme y criticarme cuando fue necesario, gracias ñaños.

A toda mi familia por sus consejos y ayuda cuando los necesite. A mi Abuelito Manuel y a mi tío Luis por ser los angelitos que me protegen siempre.

A todos mis amigos gracias por compartir los buenos momentos de estudio y diversión en la poli.

**Luis**

Este trabajo de tesis está enteramente dedicada a un sueño, el de ser un profesional que ayude en el progreso de mi familia y país. Gracias a mis padres John Vera Guevara y María Magdalena Luzuriaga por confiar en mí porque sin ustedes este sueño no se hubiera vuelto realidad. Porque no hay palabras que expresen lo tan agradecido que estoy ya que mis bases están basadas en el conocimiento y perseverancias que me inculcaron.

**John**

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Iván Menes <b>DECANO DE LA FACULTAD            DE INFORMÁTICA Y            ELECTRÓNICA</b>	.....	.....
Ing. Paul Romero <b>DIR.ESC.ING.ELECTRONICA            CONTROL Y REDES INDUSTRIALES</b>	.....	.....
Ing. Edwin Altamirano <b>DIRECTOR DE TESIS</b>	.....	.....
Ing. Lenin Aguirre <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	.....	.....
Lcdo. Carlos Rodríguez <b>DIRECTOR DPTO.            DOCUMENTACIÓN</b>	.....	.....
<b>NOTA DE LA TESIS</b>	.....	

“Nosotros, **Luis Alberto Zabala Aguiar** y **John Germán Vera Luzuriaga** somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis; y, el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”

.....

.....

Luis Alberto Zabala Aguiar

John Germán Vera Luzuriaga

## INDICE DE ABREVIATURAS

AFD	Adjustable Frequency Drive
CETOP	Comité europeo de transmisiones oleo hidráulicas y neumáticas
CM	Módulo de comunicación
CPU	Unidad de control de procesamiento
DB	Bloque de datos
EEPROM	Memoria de solo lectura programable y borrable eléctricamente
EMI	Interferencia electromagnética
EPROM	Memoria de solo lectura programable eléctricamente
FUP	Programación en diagrama de funciones
HMI	Interfaz Hombre-Maquina
I/O	Entradas/Salidas
IEC	International Electrotechnical Commission
IMAC	Ingeniería de mantenimiento y automatización industrial
IP	Protocolo de internet
ISO	Organización de estándares internacionales
KOP	Programación en Lenguaje de contactos
KVA	Kilovoltio Amperios
LED	Diodo emisor de luz
OB	Bloque de organización
PC	Computadora personal
PG	Programadora

PID	Proporcional, Integral, Derivativo
PLC	Controlador Lógico Programable
PWM	Modulación por ancho de pulso
RAM	Memoria de acceso aleatorio
RFI	Interferencia de radiofrecuencia
RPM	Revoluciones por minuto
RS 485	Estándar recomendado 485
SB	Signal Board
TIA	Totally Integrated Automation
UVPROM	Memoria de solo lectura programable y borrable con luz ultravioleta
VAC	Voltaje de corriente alterna
VDC	Voltaje de corriente directa
VFD	Variable Frequency Drive
VVVF	Variador de voltaje variador de frecuencia

## INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	
DEDICATORIA	
FIRMAS DE RESPONSABILIDAD	
RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES	
ÍNDICE	
INTRODUCCIÓN	
CAPÍTULO I	
GENERALIDADES	
1.1 Antecedentes .....	- 16 -
1.2 Justificación .....	- 16 -
1.3 Objetivos .....	- 17 -
1.3.1 General .....	- 17 -
1.3.2 Específicos.....	- 17 -
1.4 Estado actual de la máquina.....	- 18 -
1.4.1 Mecánica.....	- 18 -
1.4.2 Eléctrica y Electrónica.....	- 18 -
1.4.3 Neumática.....	- 19 -
CAPÍTULO II	
FUNDAMENTO TEÓRICO	
2.1 Controlador Lógico Programable .....	- 20 -
2.1.1 Selección de un PLC .....	- 20 -
2.1.2 Características.....	- 25 -
2.2 Variador de frecuencia.....	- 32 -
2.2.1 Características.....	- 33 -
2.3 Sensores .....	- 36 -
2.3.1 Fin de carrera industrial.....	- 36 -
2.3.2 Presostatos .....	- 38 -
2.3.3 Sensores Inductivos .....	- 39 -
2.4 Encoder .....	- 41 -
2.4.1 Tipos de encoder.....	- 42 -

2.4.2	Funcionamiento .....	- 44 -
2.5	Válvulas neumáticas .....	- 44 -
2.5.1	Válvulas de vías o distribuidoras.....	- 45 -
2.5.2	Válvulas Reguladoras .....	- 48 -
2.5.3	Válvulas de bloqueo .....	- 50 -
2.6	Cilindros neumáticos .....	- 52 -
2.6.1	Tipos de cilindros .....	- 52 -
2.6.1.1	Cilindros De Simple Efecto .....	- 52 -
2.6.1.2	Cilindros De Doble Efecto.....	- 53 -
2.7	Sistemas de refrigeración.....	- 54 -
2.7.1	Cortes de metal .....	- 54 -
<b>CAPITULO III</b>		
<b>IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA</b>		
3.1	Mantenimiento correctivo mecánico .....	- 56 -
3.2	Diagrama de flujo de funcionamiento .....	- 58 -
3.3	Circuito de fuerza y control .....	- 62 -
3.3.1	Diseño del circuito de control.....	- 62 -
3.3.2	Diseño del circuito de fuerza.....	- 68 -
3.4	Sistema de refrigeración .....	- 70 -
3.4.1	Refrigerantes.....	- 71 -
3.5	Implementación del Encoder .....	- 71 -
3.6	Desarrollo del programa para el sistema de control .....	- 72 -
3.6.1	Totally Integrated Automation .....	- 72 -
3.6.1.1	Programación en Step 7 Basic .....	- 73 -
3.6.1.2	Diseño de las pantallas de usuario en WinCC Basic .....	- 82 -
3.6.2	Comunicación PC con el PLC.....	- 88 -
3.6.3	Comunicación Profinet s7-1200 con la pantalla ktp400.....	- 88 -
3.7	Circuito Neumático.....	- 89 -
3.8	Tablero de control.....	- 91 -
3.8.1	Dimensionamiento de las protecciones .....	- 91 -

3.9	Ubicación de elementos en el tablero de control .....	- 92 -
CAPITULO IV .....		- 93 -
PUESTA EN MARCHA, PRUEBAS Y RESULTADOS.....		- 93 -
4.1	Arranque de motores.....	- 93 -
4.2	Pruebas del panel de control .....	- 94 -
4.3	Pruebas de medición longitudinales .....	- 94 -
4.4	Detección de fallas y depuración .....	- 95 -
CONCLUSIONES		
RECOMENDACIONES		
RESUMEN		
SUMMARY		
GLOSARIO		
ANEXOS		

## INDICE DE FIGURAS

Figura II. 1 Tipos de control.....	- 22 -
Figura II. 2 PLC s7-1200.....	- 25 -
Figura II. 3 Signal Board en el CPU .....	- 27 -
Figura II. 4 CPU más SM.....	- 27 -
Figura II. 5 CPU más CM .....	- 28 -
Figura II. 6 Vista de inicio TIA.....	- 29 -
Figura II. 7 Vista del proyecto.....	- 30 -
Figura II. 8 Elementos que forman un final de carrera industrial. ....	- 38 -
Figura II. 9 Presostato .....	- 39 -
Figura II. 10 Corriente en un conductor .....	- 40 -
Figura II. 11 Bobinado del sensor inductivo .....	- 40 -
Figura II. 12 Etapas del funcionamiento del sensor inductivo. ....	- 41 -
Figura II. 13 Partes de un encoder .....	- 42 -
Figura II. 14 Partes de un encoder absoluto. ....	- 43 -
Figura II. 15 Componentes generales de un encoder. ....	- 44 -
Figura II. 16 Símbolo de válvulas direccionales .....	- 45 -
Figura II. 17 Símbolo del flujo.....	- 46 -
Figura II. 18 Dirección de flujo.....	- 46 -
Figura II. 19 Válvula Direccional 5/2 .....	- 47 -
Figura II. 20 Accionamientos manuales.....	- 47 -
Figura II. 21 Accionamientos mecánicos .....	- 48 -
Figura II. 22 Accionamientos electros neumáticos .....	- 48 -
Figura II. 23 Símbolo válvula reguladora .....	- 48 -
Figura II. 24 Símbolo válvula limitadora de presión.....	- 49 -
Figura II. 25 Símbolo válvula secuencial.....	- 49 -
Figura II. 26 Símbolo válvula reguladora de caudal .....	- 49 -
Figura II. 27 Símbolo válvula reguladora con antirretorno.....	- 50 -
Figura II. 28 Símbolo válvula antirretorno.....	- 50 -
Figura II. 29 Símbolo válvula simultánea .....	- 51 -
Figura II. 30 Símbolo válvula selectora .....	- 51 -
Figura II. 31 Símbolo válvula de escape .....	- 52 -
Figura II. 32 Cilindro de simple efecto .....	- 53 -
Figura II. 33 Cilindro de doble efecto .....	- 54 -
Figura II. 34 Sierra circular.....	- 55 -
Figura III. 35 Cortadora de perfiles. ....	- 57 -
Figura III. 36 Circuitería neumática. ....	- 57 -
Figura III. 37 Transportador de perfiles. ....	- 57 -
Figura III. 38 Máquina después del mantenimiento mecánico.....	- 58 -
Figura III. 39 Esquema de la máquina.....	- 58 -
Figura III. 40 Diagrama de flujo principal.....	- 59 -
Figura III. 41 Diagrama de flujo Modo automático .....	- 61 -

Figura III. 42 Bloque 1 de entradas .....	- 62 -
Figura III. 43 Bloque 2 de entradas .....	- 63 -
Figura III. 44 Bloque 3 de entradas .....	- 64 -
Figura III. 45 Bloque 1 de salidas.....	- 65 -
Figura III. 46 Bloque 2 de salidas.....	- 66 -
Figura III. 47 Activación de Contactores y electroválvulas .....	- 67 -
Figura III. 48 Activación de electroválvulas .....	- 68 -
Figura III. 49 Circuito de fuerza .....	- 69 -
Figura III. 50 Circuito de fuerza de la bomba .....	- 70 -
Figura III. 51 Encoder implementado.....	- 71 -
Figura III. 52 Integración con TIA .....	- 72 -
Figura III. 53 Selección del modelo de CPU.....	- 73 -
Figura III. 54 Vista del proyecto .....	- 74 -
Figura III. 55 Enclavamiento del botón start.....	- 75 -
Figura III. 56 Selección de modo .....	- 75 -
Figura III. 57 Parámetros contador rápido.....	- 76 -
Figura III. 58 Contador de número cortes .....	- 77 -
Figura III. 59 Recorrido manual del pistón 1 .....	- 77 -
Figura III. 60 Corte manual .....	- 78 -
Figura III. 61 Modo manual de pistones.....	- 78 -
Figura III. 62 Grafcet de control de la máquina cortadora .....	- 79 -
Figura III. 63 Reseteo externo de marca.....	- 81 -
Figura III. 64 Segmento de posición inicial.....	- 81 -
Figura III. 65 Bloque hardware interrupt.....	- 82 -
Figura III. 66. Bloque de datos .....	- 82 -
Figura III. 67 Agregando un dispositivo HMI.....	- 82 -
Figura III. 68 Conexión HMI con el PLC.....	- 83 -
Figura III. 69 Pantalla inicial.....	- 84 -
Figura III. 70 Programación de un botón.....	- 84 -
Figura III. 71 Pantalla de selección .....	- 85 -
Figura III. 72 Pantalla de proceso.....	- 86 -
Figura III. 73 Pantalla Ayuda .....	- 86 -
Figura III. 74 Pantalla Descripción.....	- 87 -
Figura III. 75 Pantalla de información del proyecto.....	- 87 -
Figura III. 76 Configuración de dirección IP en el PLC.....	- 88 -
Figura III. 77 Asignación de dirección IP a la pantalla .....	- 89 -
Figura III. 78 Circuito neumático .....	- 90 -
Figura III. 79 Circuito neumático instalado.....	- 90 -
Figura III. 80 Tablero instalado .....	- 92 -
Figura III. 81 Tablero de control .....	- 92 -

## INDICE DE TABLAS

Tabla I. I Inventario de elementos eléctricos .....	- 18 -
Tabla I. II Elementos neumáticos .....	- 19 -
Tabla II. III Resumen de los pasos más importantes en la selección de un PLC .....	- 23 -
Tabla II. IV Características CPU 12xx.....	- 26 -
Tabla II. V Tipos de datos simples .....	- 30 -
Tabla II. VI Tipos de datos compuestos.....	- 31 -
Tabla II. VII Requisitos de instalación.....	- 32 -
Tabla II. VIII Variador Fluxmaster.....	- 34 -
Tabla II. IX Características del variador .....	- 34 -
Tabla II. X Funciones de protección del variador.....	- 34 -
Tabla II. XI Condiciones de operación del variador .....	- 35 -
Tabla II. XII Normas para numeración de válvulas.....	- 46 -
Tabla III. XIII Activación de salidas del programa.....	- 80 -
Tabla III. XIV Datos del motor de corte .....	- 91 -
Tabla IV. XV Datos de pruebas .....	- 93 -

## INTRODUCCIÓN

El proceso de cortes metálicos se lo puede realizar manualmente o con sistemas automáticos que día a día son más sofisticados. Actualmente existen varias técnicas como máquinas herramientas que han sido creadas para realizar dicho trabajo consecuentemente existen variedad de materiales y elementos que utilizan estas máquinas como: fresadoras, aserradoras; y técnicas como: cortes con chorro de agua, cortes con chorro de agua abrasiva, maquinado de haz de electrones, cortes con haz de laser, cortes con arco de plasma, cortes con arco de carbono y aire y corte con oxígeno y gas combustible.

El presente proyecto se basa en una máquina cortadora que utiliza como herramienta principal un disco sierra de dientes acoplada a un motor trifásico de inducción, además de utilizar un chorro de líquido refrigerante que por su constante uso el disco eleva su temperatura.

Como cerebro principal utiliza un PLC de última tecnología por el cual recibe señales desde los sensores y emite señales de control hacia los diferentes actuadores.

El software de control que permite el manejo de este controlador lógico programable es el Step7 Basic, así también se utiliza una pantalla HMI touch screen que se programa en WinCC Basic.

La máquina se compone de varios elementos tanto eléctricos como neumáticos como son cilindros neumáticos, motores trifásicos los cuales se reutilizarán en la repotenciación ya que se encuentran en un buen estado y disminuye el costo del proyecto que de no ser así sería más alto.

La mayoría de partes y piezas mecánicas están en buen estado debiendo solo dar un mantenimiento preventivo antes de volverla a poner en funcionamiento ya que se encontraba detenida por varios años.

La fuente principal de energía eléctrica debe ser de 220V trifásica y como fuente de energía neumática se utiliza un compresor de aire.

## **CAPÍTULO I**

### **GENERALIDADES**

#### **1.1 Antecedentes**

La empresa IMAC situada en la ciudad de Riobamba, con un tiempo de 6 años de funcionamiento; se dedica a la prestación de servicios como instalación de sistemas de control, automatización industrial, trabajos en equipos con hidráulica y otros.

Esta empresa hace varios años atrás ha venido incrementando su capital dándole un crecimiento cada vez más sólido y sostenible en el mercado local y nacional.

En la actualidad la empresa cuenta con una máquina cortadora que fue adquirida tiempo atrás de segunda mano e inhabilitada en sus partes, cuyo funcionamiento depende de varias partes eléctrica-electrónica como neumática; la empresa ha mantenido esta máquina detenida sin generar beneficios de producción.

#### **1.2 Justificación**

En la época actual donde se requiere automatizar y mejorar los procesos de producción industrial para ser cada vez más competitivos con otras empresas de similares características, la empresa “IMAC” necesita que esta máquina sea habilitada para una mejor prestación de servicios industriales, ya que al momento se encuentra parada y esto representa una pérdida económica.

En vista de la necesidad de la empresa, hemos planteado la repotenciación del equipo existente para mejorar el proceso de cortes metálico, en donde se encuentra integrada la mecánica, la neumática y la electrónica, siendo una solución aceptada por la empresa.

Los tiempos actuales obligan a que todas las empresas industriales mejoren sus procesos de producción utilizando máquinas automatizadas, en las mismas intervienen fuerzas neumáticas o hidráulicas además de controles electrónicos para arranques y movimientos de motores.

Debido a que la empresa no cuenta con conexiones trifásicas y que la fuente principal de energía de la máquina es de 220V, se han realizado las gestiones necesarias para ubicarla en los talleres de la Facultad de Mecánica, lugar en el cual se desarrollará la repotenciación.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 General**

Repotenciar un sistema de control semiautomático para una cortadora de perfiles utilizando PLC para la empresa “IMAC”

#### **1.3.2 Específicos**

- Realizar un mantenimiento correctivo de la parte mecánica de la máquina para un correcto funcionamiento.
- Revisar el circuito electro-neumático de la máquina para determinar las partes y piezas útiles para la repotenciación.
- Rediseñar los circuitos electro neumáticos que gobernarán los pistones de sujeción de la máquina.
- Implementar un encoder programable para medir longitudes a cortar.
- Programar el PLC para el control de corte y funcionamiento de la máquina.
- Facilitar el proceso de cortes metálicos en la empresa “IMAC” a través de la cortadora semiautomática.

## 1.4 Estado actual de la máquina

### 1.4.1 Mecánica

La máquina ha estado parada sin trabajar por casi 6 años habiéndose cubierto de oxido e impurezas en todos sus elementos pero sus partes y piezas mecánicas están en buen estado, sin embargo algo que debe reemplazarse es el disco de corte ya que sus dientes se hallan desgastados e inservibles por lo demás solo necesita un correcto mantenimiento.

### 1.4.2 Eléctrica y Electrónica

Los elementos eléctricos y electrónicos como contactores, guardamotors, relés, fusibles, breakers después de haber realizado las pruebas correspondientes se detallan sus características y si se pueden reutilizar o no en la tabla I.I.

**Tabla I. I Inventario de elementos eléctricos**

<b>Cantidad</b>	<b>Detalle</b>	<b>Estado</b>	<b>Reutilizable</b>
4	Contactores 30x50mm 220V 1.5hp 15A	Bueno	Si
1	Relé 10A 250V~ bobina 120VAC	Bueno	Si
1	Inversor trifásico fluxsmaster Westinghouse	Bueno	Si
1	Relé 24VDC	Bueno	Si
1	Sensor inductivo	Malo	No
1	Breaker 3P 20A	Bueno	Si
1	Breaker 2P 10A	Bueno	Si
1	Guardamotor	Bueno	Si
1	Fuente 24VDC 2.4A	Bueno	Si
1	Transformador 220:110V	Bueno	Si
1	Bomba 110Vac	Bueno	Si
2	Motores eléctricos 220Vac	Bueno	Si

De la tabla anterior se puede ver el estado de estos componentes los cuales han sido probados uno por uno y se ha determinado que están disponibles para su uso en el presente proyecto.

### 1.4.3 Neumática

Los elementos neumáticos como válvulas, electroválvulas, pistones se han dado un correcto mantenimiento y pueden ser reutilizados en la repotenciación del sistema.

El estado general de las válvulas es bueno, de igual manera de los pistones pero la tubería neumática no, por lo que se ha reemplazado en su totalidad, esto se detalla mejor en la siguiente tabla.

**Tabla I. II Elementos neumáticos**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Estado</b>	<b>Reutilizable</b>
6	Válvulas antirretorno	Regular	No
4	Válvula direccional	Regular	No
3	Cilindros neumáticos	Bueno	Si
15	Tubería neumática 1/4	Malo	No
3	Presostatos	Bueno	Si

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTO TEÓRICO**

#### **2.1 Controlador Lógico Programable**

Los Controladores Programables están disponibles en todas las formas y tamaños cubriendo un amplio espectro de capacidades. En el límite bajo están los controladores “reemplazadores de relés” con mínimas entradas, salidas y capacidades de memoria. En el límite alto están los grandes controladores supervisores que juegan un rol importante en sistemas jerárquicos, llevando a cabo una gran variedad de funciones de control y adquisición de datos. Entre estos dos extremos están controladores multifuncionales con capacidades de comunicación, que les permite la integración con varios periféricos, y capacidades de expansión, para adaptarse a los requerimientos de cambio de la aplicación.

##### **2.1.1 Selección de un PLC**

Seleccionar el correcto PLC para una máquina o proceso involucra evaluar no solamente las necesidades actuales, sino también los requerimientos futuros. Si los objetivos presentes y futuros no son apropiadamente evaluados, el sistema de control podría quedar rápidamente inadecuado y obsoleto.

Teniendo el futuro en mente cuando se escoja un PLC, se minimizarán los costos de cambios y adiciones al sistema. Por ejemplo, con una apropiada planificación, la futura expansión de memoria podría solamente requerir la instalación de un módulo de memoria. Toda vez que la base de control de la aplicación ha sido definida, el usuario debería continuar la evaluación de los requerimientos del controlador, incluyendo:

- Entradas / Salidas
- Tipo de control
- Memoria
- Software
- Periféricos
- Aspectos físicos y ambientales

### **Consideraciones para Entradas y Salidas**

La determinación de entradas y salidas requeridas es típicamente el primer paso en la selección de un controlador. Una vez que se ha tomado la decisión para automatizar una máquina o proceso, la determinación de la cantidad de entradas y salidas es simplemente una tarea de contabilizar los dispositivos discretos y analógicos que serán monitoreados o controlados. Esta contabilización ayudará a identificar el tamaño mínimo del PLC. Se debe recordar que el controlador debería permitir futuras expansiones y reposiciones, en el orden del 10% al 20%.

### **Organización del Sistema de Control**

Con el advenimiento de nuevos y más inteligentes controladores programables, la decisión acerca del tipo de control viene a ser una consideración muy importante. Conociendo el proceso de aplicación y los futuros requerimientos de automatización se ayuda al usuario a decidir qué tipo de control, y consecuentemente el PLC requerido. Las posibles configuraciones de control incluyen: Control individual, control centralizado y control distribuido, que se ilustran en la figura 1.

## Consideraciones de Memoria

Los dos factores a considerar cuando se escoja la memoria son el tipo y la cantidad. Una aplicación puede requerir dos tipos de memoria: Memoria No volátil y memoria volátil con batería de respaldo. Una memoria No volátil tal como la EPROM, puede proveer confiabilidad y un medio de almacenamiento permanente una vez que el programa ha sido creado y depurado.

Los pequeños PLC's normalmente tienen una memoria fija con capacidad de 1/2K a 2K. Entonces, la cantidad de memoria no es de mucha importancia cuando se seleccionan pequeños controladores. En medianos y grandes controladores, sin embargo, la memoria es expandible en unidades de 1K, 2K, 4K, etc.

La cantidad de memoria requerida para una aplicación dada es una función del número de entradas y salidas a ser controladas y de la complejidad del programa de control. La complejidad se refiere a la cantidad y tipo de funciones aritméticas y de manipulación de datos que el PLC llevará a cabo.

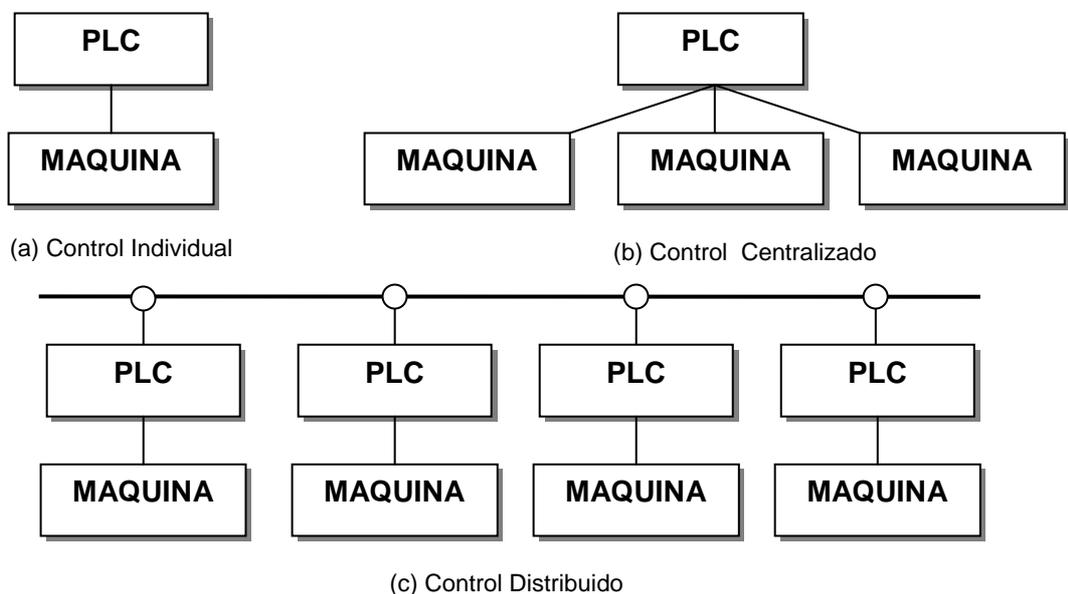


Figura II. 1 Tipos de control

## Consideraciones de Software

Durante la implementación del sistema, el usuario debe programar el PLC. Debido a que la programación es importante, el usuario debería examinar cuidadosamente las capacidades del software, que generalmente están a la medida para controlar el hardware disponible en el controlador. Sin embargo, algunas aplicaciones requieren funciones especiales que van más allá del control de los componentes de hardware.

## Periféricos

El dispositivo de programación es el periférico clave en un sistema PLC. Este dispositivo es de primordial importancia debido a que debe proveer todas las capacidades para de manera exacta y fácil ingresar el programa de control al sistema. Los dos más comunes dispositivos de programación son el dispositivo de mano y el computador personal.

Los requerimientos de periféricos deberían ser evaluados conjuntamente con la CPU, puesto que la CPU determinará el tipo y número de periféricos que puede ser integrado al sistema. La CPU también tiene influencia en el método de interface, al igual como en la distancia que el periférico puede ser ubicado del PLC.

## Condiciones Físicas y Ambientales

Las condiciones, tales como temperatura, humedad, nivel de polvo y corrosión, pueden afectar la correcta operación del controlador. El usuario debería determinar las condiciones de operación (temperatura, vibración, EMI/RFI, etc.) antes de seleccionar el controlador y el sistema de I/O.

**Tabla II. III Resumen de los pasos más importantes en la selección de un PLC**

<b>PASO</b>	<b>ACCIÓN</b>
1	<b>Conocer el proceso a ser controlado</b>
2	<b>Determinar el tipo de control</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Control Distribuido</li><li>- Control Centralizado</li><li>- Control Individual</li></ul>

3	<b>Determinar los requerimientos de interfaces de entradas y salidas</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Número de entradas y salidas digitales y analógicas</li><li>- Especificaciones de entradas y salidas</li><li>- Requerimientos de entradas y salidas remotas</li><li>- Requerimientos de entradas y salidas especiales</li><li>- Aplicación de redes bus de entradas y salidas</li><li>- Futuros planes de expansión</li></ul>
4	<b>Determinar el lenguaje de software y funciones</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Ladder, Booleano, y/o alto nivel</li><li>- Instrucciones básicas (temporizadores, contadores, etc.)</li><li>- Funciones e instrucciones ampliadas (operadores matemáticos, PID, etc.)</li><li>- Lenguajes IEC 1131-3</li></ul>
5	<b>Considerar el tipo de Memoria</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Volátil (R/W)</li><li>- No Volátil (EEPROM, EPROM, UV PROM, etc.)</li><li>- Combinación de Volátil y No Volátil</li></ul>
6	<b>Considerar capacidad de memoria</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Requerimientos de memoria basado en el uso de memoria por instrucción</li><li>- Memoria extra para programación compleja y expansión futura</li></ul>
7	<b>Evaluar requerimientos del Scan Time del procesador</b>
8	<b>Definir requerimientos de dispositivos de programación y almacenamiento</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Computador personal</li><li>- Almacenamiento en disco</li><li>- Capacidades funcionales del dispositivo de programación</li></ul>
9	<b>Definir requerimientos de periféricos</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Desplegadores de mensajes y alarmas</li><li>- Interfaces de Operador</li><li>- Impresoras en línea</li><li>- Sistema de generación de reportes</li></ul>
10	<b>Determinar cualquier restricción física y ambiental</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Espacio disponible para el sistema</li><li>- Condiciones ambientales</li></ul>
11	<b>Evaluar otros factores que puedan afectar la selección</b>

	<ul style="list-style-type: none"><li>- Soporte del vendedor (servicio posventa)</li><li>- Pruebas de fiabilidad del producto</li><li>- Objetivos de la planta en cuanto a estandarización de productos</li></ul>
--	---

Luego de haber analizado y considerado todas estas posibilidades en un PLC se ha llegado a determinar la utilización de un PLC Simatic s7-1200 más un modulo de expansión de entradas y salidas.

La máquina requiere de 20 entradas tanto para sensores como para botones del panel del operador. Y con 16 salidas de relé que activan tanto electroválvulas para el control de los pistones y contactores para el control de los motores de avance y corte de perfiles.

### 2.1.2 Características

El controlador lógico programable S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC. Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

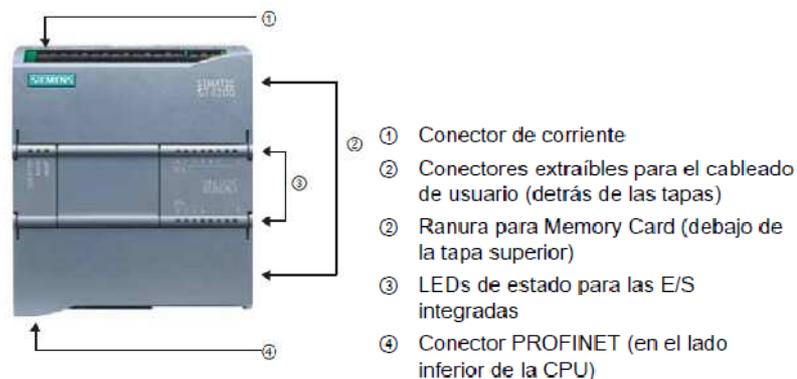


Figura II. 2 PLC s7-1200

Los diferentes modelos de CPUs ofrecen una gran variedad de funciones y prestaciones que permiten crear soluciones efectivas destinadas a numerosas aplicaciones.

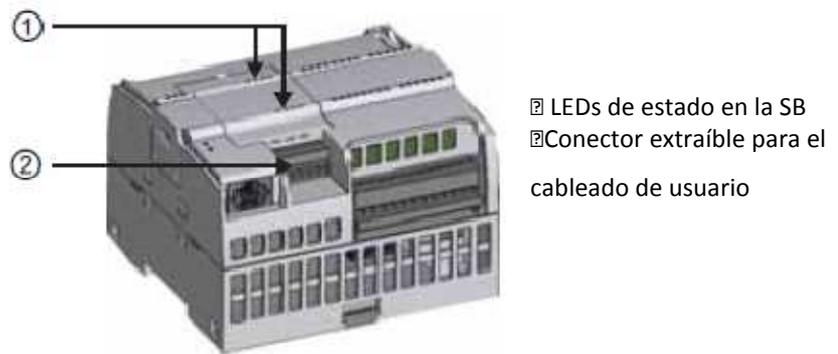
**Tabla II. IV Características CPU 12xx**

Función	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Dimensiones físicas (mm)	90 x 100 x 75		110 x 100 x 75
Memoria de usuario			
• Memoria de trabajo	• 25 KB		• 50 KB
• Memoria de carga	• 1 MB		• 2 MB
• Memoria remanente	• 2 KB		• 2 KB
E/S integradas locales			
• Digitales	• 6 entradas/4 salidas	• 8 entradas/6 salidas	• 14 entradas/10 salidas
• Analógicas	• 2 entradas	• 2 entradas	• 2 entradas
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes para entradas (I) y 1024 bytes para salidas (Q)		
Área de marcas (M)	4096 bytes		8192 bytes
Ampliación con módulos de señales	Ninguna	2	8
Signal Board	1		
Módulos de comunicación	3 (ampliación en el lado izquierdo)		
Contadores rápidos	3	4	6
• Fase simple	• 3 a 100 kHz	• 3 a 100 kHz 1 a 30 kHz	• 3 a 100 kHz 3 a 30 kHz
• Fase en cuadratura	• 3 a 80 kHz	• 3 a 80 kHz 1 a 20 kHz	• 3 a 80 kHz 3 a 20 kHz
Salidas de impulsos	2		
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)		
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	Típico: 10 días / Mínimo: 6 días a 40 °C		
PROFINET	1 puerto de comunicación Ethernet		
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 µs/instrucción		
Velocidad de ejecución booleana	0,1 µs/instrucción		

### Signal Boards

Una (SB) permite agregar E/S a la CPU. Es posible agregar una SB con E/S digitales o analógicas. Una SB se conecta en el frente de la CPU.

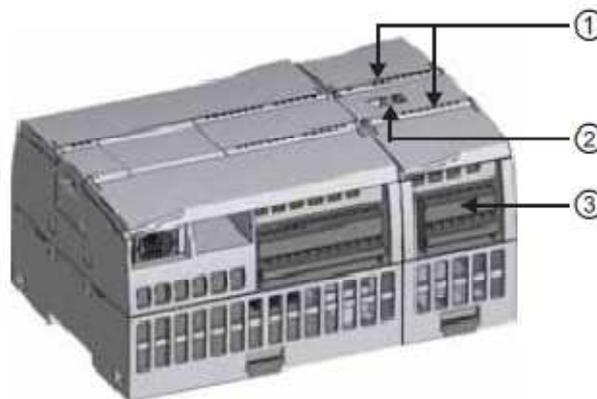
- SB con 4 E/S digitales (2 entradas DC y 2 salidas DC)
- SB con 1 entrada analógica



**Figura II. 3 Signal Board en el CPU**

### **Módulos de señales**

Los módulos de señales se pueden utilizar para agregar funciones a la CPU. Los módulos de señales se conectan a la derecha de la CPU.



**Figura II. 4 CPU más SM**

① LEDs de estado para las E/S del módulo de señales

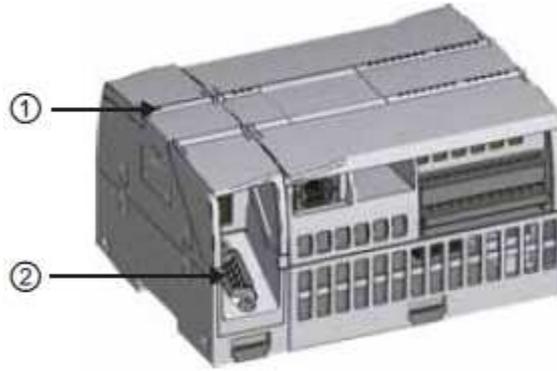
② Conector de bus

③ Conector extraíble para el cableado de usuario

### **Módulos de comunicación**

La gama S7-1200 provee CMs que ofrecen funciones adicionales para el sistema. Hay dos módulos de comunicación, a saber: RS232 y S485.

- La CPU soporta como máximo 3 módulos de comunicación
- Todo CM se conecta en lado izquierdo de la CPU (o en lado izquierdo de otro CM)



**Figura II. 5 CPU más CM**

- ☒ LEDs de estado del módulo de comunicación
- ☒ Conector de comunicación

## **Software de programación**

### **STEP 7 Basic**

El software STEP 7 Basic ofrece un entorno amigable que permite desarrollar, editar y observar la lógica del programa necesaria para controlar la aplicación, incluyendo herramientas para gestionar y configurar todos los dispositivos del proyecto, tales como PLCs y dispositivos HMI. STEP 7 Basic ofrece dos lenguajes de programación (KOP y FUP) que permiten desarrollar el programa de control de la aplicación de forma fácil y eficiente.

Así mismo, incluye las herramientas para crear y configurar los dispositivos HMI en el proyecto.

Para poder encontrar la información necesaria, STEP 7 Basic ofrece un completo sistema de ayuda en pantalla.

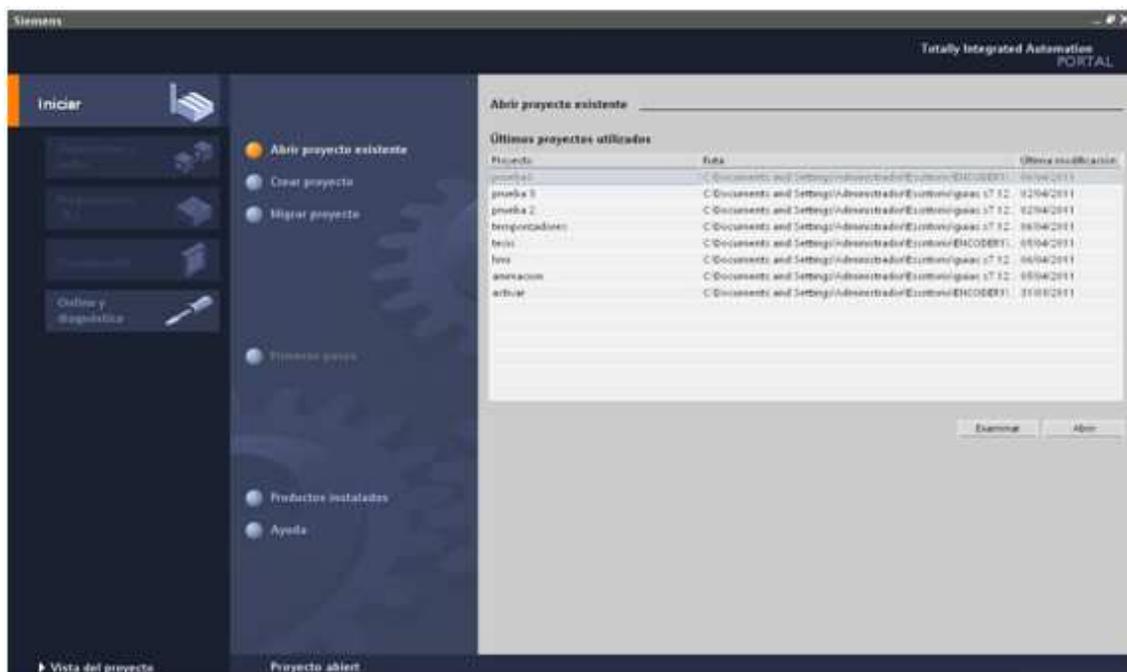
### **Diferentes vistas que facilitan el trabajo**

Para aumentar la productividad, el Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) ofrece dos vistas diferentes de las herramientas disponibles, a saber: distintos portales orientados a tareas organizados según las funciones de las herramientas (vista del portal) o una vista orientada a los elementos del proyecto (vista del proyecto). El usuario puede

seleccionar la vista que considere más apropiada para trabajar eficientemente. Con un solo clic es posible cambiar entre la vista del portal y la vista del proyecto.

La vista del portal ofrece una vista funcional de las tareas del proyecto y organiza las funciones de las herramientas según las tareas que deban realizarse, p. ej. Configurar los componentes de hardware y las redes.

Es posible determinar fácilmente el procedimiento y la tarea que debe seleccionarse.



**Figura II. 6 Vista de inicio TIA**

La vista del proyecto proporciona acceso a todos los componentes del proyecto. Puesto que todos estos componentes se encuentran en un solo lugar, es posible acceder fácilmente a todas las áreas del proyecto. El proyecto contiene todos los elementos que se han creado o finalizado.

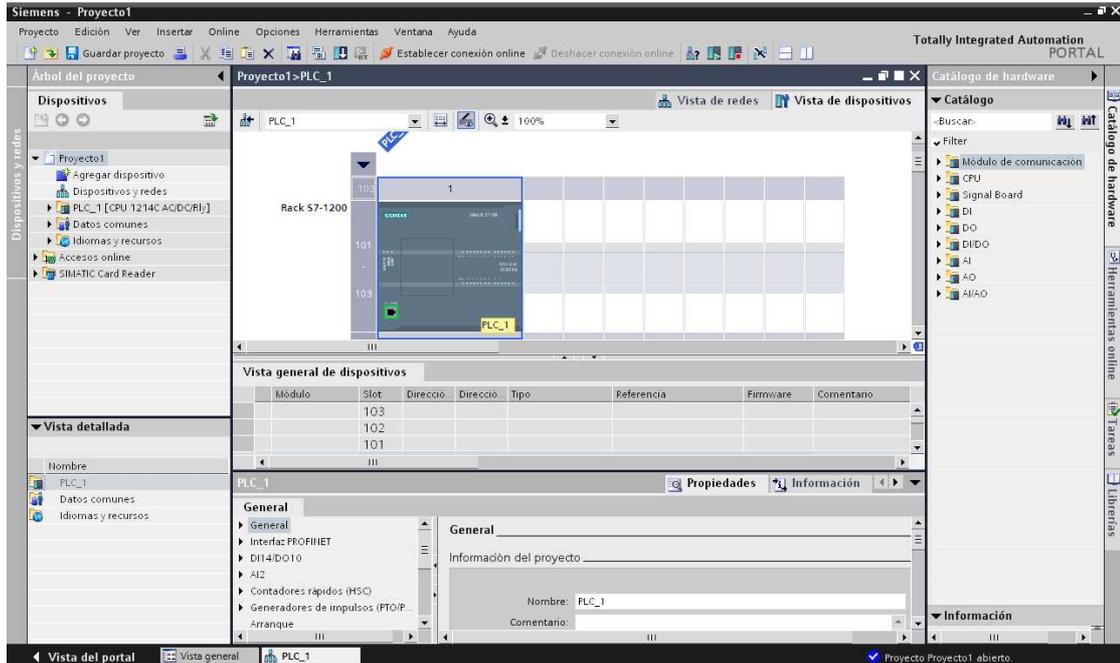


Figura II. 7 Vista del proyecto

### Tipos de datos simples

Los tipos de datos permiten determinar la longitud, los rangos admisibles y tipos de representación de los valores de una variable o constante.

La tabla siguiente muestra las propiedades básicas de los tipos de datos simples:

Tabla II. V Tipos de datos simples

Tipo de datos	Longitud (bits)	Formato estándar	Rango de valores	Ejemplo de entrada de valores
BOOL	1	Booleano	TRUE/FALSE	TRUE
BYTE	8	Número hexadecimal	16#0 hasta 16#FF	16#F0
WORD	16	Número hexadecimal	16#0 hasta 16#FFFF	16#F0F0
DWORD	32	Número hexadecimal	16#0000_0000 hasta 16#FFFF_FFFF	16#F0F0_F0F0
SINT	8	Enteros con signo	de -128 a 127	(+)120
USINT	8	Enteros sin signo	de 0 a 255	50
INT	16	Enteros con signo	-32768 hasta 32767	(+)1

		signo		
UINT	16	Enteros sin signo	de 0 a 65535	300
DINT	32	Enteros con signo	de - 2 147 483 648 a + 2 147 483 647	(+)2131754992
UDINT	32	Enteros sin signo	de 0 a 4294967295	4042322160
REAL	32	Números en coma flotante	-3.402823e+38 hasta -1.175 495e-38 ±0 +1.175 495e-38 hasta +3.402823e+38	1.234567e+13
TIME	32	Tiempo con signo	T# - 24d20h31m23s648ms hasta T#+24d20h31m23s647ms	T#10d20h30m20s630ms
CHAR	8	Caracteres ASCII	Juego de caracteres ASCII	'E'

### Tipos de datos compuestos

Los tipos de datos compuestos definen grupos de datos que se componen de otros tipos de datos.

Las constantes no se pueden utilizar como parámetros actuales para los tipos de datos compuestos. Las direcciones absolutas tampoco se pueden transferir como parámetros actuales a los tipos de datos compuestos.

La tabla siguiente muestra una vista general de los tipos de datos compuestos:

**Tabla II. VI Tipos de datos compuestos**

Tipo de datos	Descripción
DTL	El tipo de datos DTL representa un instante compuesto por las indicaciones de fecha y hora.
STRING	El tipo de datos STRING representa una cadena de Caracteres que pueden comprender 254 caracteres como máximo.

ARRAY	El tipo de datos ARRAY representa un campo compuesto por un número fijo de componentes del mismo tipo de datos.
STRUCT	El tipo de datos STRUCT representa una estructura compuesta por un número fijo de componentes. Los distintos componentes de la estructura pueden tener diferentes tipos de datos.

### **Requisitos mínimos y recomendados:**

La tabla siguiente muestra los requisitos de software y hardware mínimos que deben cumplirse para la instalación del paquete de software “SIMATIC STEP 7 Basic”:

**Tabla II. VII Requisitos de instalación**

<b>Hardware/software</b>	<b>Requisitos</b>
Tipo de procesador	Pentium 4, 1.7 GHz o similar
RAM	Windows XP: 1 GB Windows Vista: 2 GB
Espacio libre en el disco duro	2 GB
Sistemas operativos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Windows XP (Home SP3, Professional SP3)</li><li>• Windows Vista (Home Premium SP1, Business SP1, Ultimate SP1)</li></ul>
Tarjeta gráfica	32 MB RAM Intensidad de color de 32 bits
Resolución de pantalla	1024x768
Red	A partir de Ethernet 10 Mbits/s
Unidad óptica	DVD-ROM

## **2.2 Variador de frecuencia**

Un variador de frecuencia VFD es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor. Un variador de frecuencia es un caso especial de un variador de velocidad. Los variadores de frecuencia son también conocidos como drivers de frecuencia ajustable AFD, drivers de CA, microdrivers o inversores. Dado que el voltaje es variado a la vez que la frecuencia, a veces son llamados drivers VVVF.

## **Principio de funcionamiento**

Los dispositivos variadores de frecuencia operan bajo el principio de que la velocidad síncrona de un motor de corriente alterna está determinada por la frecuencia de CA suministrada y el número de polos en el estator, de acuerdo con la relación [1]:

$$RPM = \frac{120 \times f}{p} \quad [1]$$

Donde

RPM = Revoluciones por minuto

f = frecuencia de suministro CA (Hercio)

p = Número de polos (adimensional)

Las cantidades de polos más frecuentemente utilizadas en motores síncronos o en Motor asíncrono son 2, 4, 6 y 8 polos que, siguiendo la ecuación citada, resultarían en 3000 RPM, 1500 RPM, 1000 RPM y 750 RPM respectivamente para motores sincrónicos únicamente y a la frecuencia de 50 Hz. Dependiendo de la ubicación geográfica funciona en 50Hz o 60Hz.

En los motores asíncronos las revoluciones por minuto son ligeramente menores por el propio asincronismo que indica su nombre. En estos se produce un desfase mínimo entre la velocidad de rotación (RPM) del rotor (velocidad "real" o "de salida") comparativamente con la cantidad de RPM's del campo magnético (las cuales si deberían cumplir la ecuación arriba mencionada tanto en Motores síncronos como en motores asíncronos ) debido a que sólo es atraído por el campo magnético exterior que lo aventaja siempre en velocidad (de lo contrario el motor dejaría de girar en los momentos en los que alcanzase al campo magnético)

### **2.2.1 Características**

El variador de frecuencia de la marca TECO-Westinghouse de la serie FLUXMASTER

**Tabla II. VIII Variador Fluxmaster**

Modelo:	FM100-2P5-N1
Potencia soporta:	0,5 HP
Corriente nominal:	3.1 A
Salida:	1.2 KVA
Voltaje de entrada:	1/3 fases 200~240 V, +/-10% 50/60 Hz, +/-5%
Voltaje de salida:	3 fases 200~240 V, proporcional a la cantidad de voltaje de entrada
Peso:	3.1 lbs.
Cortes de energía:	1 seg.

**Tabla II. IX Características del variador**

CARACTERISTICAS DE CONTROL	Frecuencia portadora:	1-12 KHz
	Rango de frecuencia de control:	0-400 Hz
	Precisión de la frecuencia:	0,01% Digital y 0,4% Analógico
	Resolución de frecuencia:	Teclado digital de referencia: 0-01Hz (0-99.9Hz); 0,1Hz (100-400Hz)
	Señal de configuración de frecuencia:	0-5VDC, 0-10VDC, 0-20mA, 4-20mA
	Tiempo Aceleración/Desaceleración:	0,1-3600seg. (Dos independientes aceleración/desaceleración o configuración de la curva S)
	Par de frenado:	20% aproximado (Integrado con una unidad de transistor para el frenado)
	Patrón V/F:	18 patrones pre-programados y uno configurable

**Tabla II. X Funciones de protección del variador**

FUNCIONES DE PROTECCION	Sobre corriente instantánea:	200% aproximadamente de la corriente nominal
	Protección de sobrecarga:	150% corriente de la salida nominal durante 60 segundos
	Sobrecarga del motor:	Relé electrónico de sobrecarga térmica

	Sobretensión:	230VDC Bus excede 427V
	Por debajo de la tensión:	230VDC Bus cae por debajo de 200V
	Pérdida momentánea de alimentación:	0,7-2 segundos: FM100 se puede reiniciar con búsqueda de velocidad
	Sobrecalentamiento del disipador de calor:	Protegido por termostato

**Tabla II. XI Condiciones de operación del variador**

CONDICIONES DE OPERACION	SEÑAL DE ENTRADA	Señal de operación:	Avance / Operación inversa, por contacto de teclado o Cableado, Múltiples comandos individuales
		Reset:	Soltar protección, mientras que la función de protección está operativo
		Multifunción de entrada:	Función Fn_56, 0.1% ~ 0 - 20%
	SEÑAL DE SALIDA	Multifunción da salida:	Función Fn_61
		Fallo de contacto:	250VAC 1A, 30VDC 1A o menor
	Funciones de construcción:		Referencia de frecuencia / ganancia; límite superior e inferior, de par Manual Impulso; ganancia de frecuencia del medidor; reinicio automático; Frecuencia de Salto; Curva-S Aceleración / desaceleración; Frecuencia de la portadora Ajuste; función Enlace de comunicación
	Teclado digital monitor:		4 dígitos de 7 segmentos LED Indica: Frecuencia, Frecuencia de salida; Velocidad; Corriente de salida; tensión de salida, voltaje de bus, el sentido de rotación

	Salida de monitorización analógica:	La salida analógica 0-10 VDC, puede seleccionar: Frecuencia de salida; Configuración de Frecuencia, voltaje de salida, voltaje de bus

## 2.3 Sensores

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica, una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una Tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), etc.

Un sensor se diferencia de un transductor en que el sensor está siempre en contacto con la variable de instrumentación con lo que Puede decirse también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo. Como por ejemplo el termómetro de mercurio que aprovecha la propiedad que posee el mercurio de dilatarse o contraerse por la acción de la temperatura. Un sensor también puede decirse que es un dispositivo que convierte una forma de energía en otra. Áreas de aplicación de los sensores: Industria automotriz, Industria aeroespacial, Medicina, Industria de manufactura, Robótica, etc.

### 2.3.1 Fin de carrera industrial

Dentro de los componentes electrónicos, se encuentra el final de carrera o sensor de contacto (también conocido como "interruptor de límite") o limit switch, son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situados al final del recorrido de un elemento móvil, como por ejemplo una cinta transportadora, con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito. Internamente pueden contener

interruptores normalmente abiertos (NA o NO en inglés), cerrados (NC) o conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados, de ahí la gran variedad de finales de carrera que existen en mercado.

Generalmente estos sensores están compuestos por dos partes: un cuerpo donde se encuentran los contactos y una cabeza que detecta el movimiento. Su uso es muy diverso, empleándose, en general, en todas las máquinas que tengan un movimiento rectilíneo de ida y vuelta o sigan una trayectoria fija, es decir, aquellas que realicen una carrera o recorrido fijo, como por ejemplo ascensores, montacargas, robots, etc.

Los finales de carrera están fabricados en diferentes materiales tales como metal, plástico o fibra de vidrio

### **Modelos**

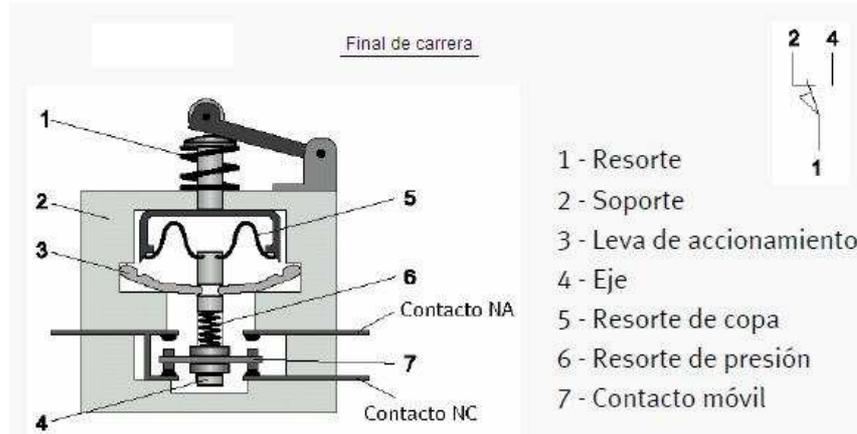
Dentro de los dispositivos sensores de final de carrera existen varios modelos:

**Honeywell de seguridad:** Este final de carrera está incorporado dentro de la gama GLS de la empresa Honeywell y se fabrica también en miniatura, tanto en metal como en plástico y madera, con tres conducciones metálicas muy compactas.

**Fin de carrera para entornos peligrosos:** Se trata en concreto de un microinterruptor conmutador monopolar con una robusta carcasa de aluminio. Esta cubierta ha sido diseñada para poder soportar explosiones internas y para poder enfriar los gases que la explosión genera en su interior. Este interruptor se acciona mediante un actuador de la palanca externo de rodillo que permite un ajuste de 360°.

**Set crews:** Estos tipos de finales de carrera se utilizan para prevenir daños en el sensor provocados por el objeto sensado. Están compuestos por un cilindro roscado conteniendo un resorte con un objetivo de metal el cual es detectado por el sensor inductivo por lo que puede soportar impactos de hasta 20 N sin sufrir daños.

Los elementos generales de un final de carrera son los que se muestran en la siguiente imagen:



**Figura II. 8 Elementos que forman un final de carrera industrial.**

### 2.3.2 Presostatos

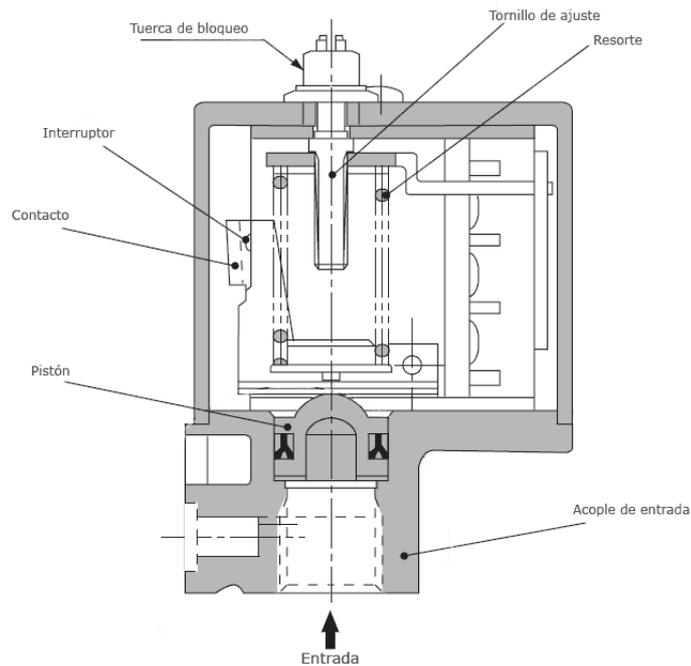
El presostato también es conocido como interruptor de presión. Es un aparato que cierra o abre un circuito eléctrico dependiendo de la lectura de presión de un fluido.

#### Operación

El fluido ejerce una presión sobre un pistón interno haciendo que se mueva hasta que se unen dos contactos. Cuando la presión baja un resorte empuja el pistón en sentido contrario y los contactos se separan.

Un tornillo permite ajustar la sensibilidad de disparo del presostato al aplicar más o menos fuerza sobre el pistón a través del resorte. Usualmente tienen dos ajustes independientes: la presión de encendido y la presión de apagado.

No deben ser confundidos con los transductores de presión (medidores de presión), mientras estos últimos entregan una señal variable en base al rango de presión, los presostatos entregan una señal apagado/encendido únicamente.



**Figura II. 9 Presostato**

### **Tipos**

Los tipos de presostatos varían dependiendo del rango de presión al que pueden ser ajustados, temperatura de trabajo y el tipo de fluido que pueden medir.

### **Usos**

Los usos son muy variados. Algunos ejemplos: la luz roja de falta de presión de aceite de un automóvil está conectada a un presostato. La bomba de agua está controlada por un presostato en el sistema hidroneumático de una casa.

Los presostatos en general no tienen la capacidad para encender directamente el equipo que están controlando y se ayudan con un relevador o contactor eléctrico. El encendido del aire acondicionado de un coche también va determinado por un presostato.

### **2.3.3 Sensores Inductivos**

Los sensores inductivos son una clase especial de sensores que sirven para detectar materiales metálicos ferrosos. Son de gran utilización en la industria, tanto para

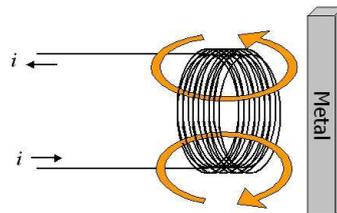
aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia de objetos metálicos en un determinado contexto (control de presencia o de ausencia, detección de paso, de atasco, de posicionamiento, de codificación y de conteo).

Una corriente ( $i$ ) que circula a través de un hilo conductor, genera un campo magnético que está asociado a ella.



**Figura II. 10 Corriente en un conductor**

Los sensores de proximidad inductivos contienen un devanado interno. Cuando una corriente circula por el mismo, un campo magnético es generado, que tiene la dirección de las flechas naranjas. Cuando un metal es acercado al campo magnético generado por el sensor de proximidad, éste es detectado.



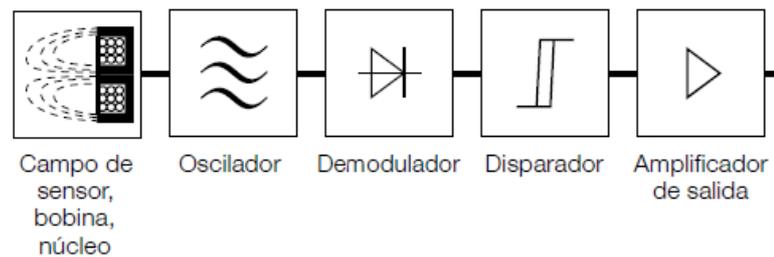
**Figura II. 11 Bobinado del sensor inductivo**

La bobina del sensor inductivo induce corrientes de Foucault en el material a detectar. Éstas, a su vez, generan un campo magnético que se opone al de la bobina del sensor, causando una reducción en la inductancia de la misma. Esta reducción en la inductancia de la bobina interna del sensor, trae aparejado una disminución en la impedancia de ésta.

Cuando el objeto de metal conductor entra en el campo, circulan corrientes Eddy alrededor del objeto de metal. Las corrientes Eddy son creadas usando la inducción electromagnética, el mismo que no requiere que exista contacto directo con la parte que está siendo inspeccionada o censada. Las corrientes de Eddy son corrientes eléctricas circulantes inducidas por un campo magnético alterno en un conductor aislado. También se le conocen como corrientes parásitas o corrientes de Foucault.

Esto aumenta la carga en el sensor, disminuyendo la amplitud del campo electromagnético. El circuito de disparo monitorea la amplitud del oscilador a un nivel predeterminado, conmutando el estado de la salida del sensor.

Conforme el objeto metálico se aleja del sensor, la amplitud del oscilador aumenta, a un nivel predeterminado, el circuito de disparo conmuta el estado de la salida del sensor de nuevo a su condición normal.



**Figura II. 12 Etapas del funcionamiento del sensor inductivo.**

### **Codificación de colores de los sensores inductivos DC:**

- Alimentación
  - Marrón para el hilo positivo
  - Azul para el hilo negativo
- Salida
  - Para 3 hilos es negro
  - Para 4 hilos:
    - Normalmente abierto NO negro
    - Normalmente cerrado NC blanco

## **2.4 Encoder**

Un encoder es un sensor electro-opto-mecánico que unido a un eje, proporciona información de la posición angular. Su fin, es actuar como un dispositivo de realimentación en sistemas de control integrado.

## 2.4.1 Tipos de encoder

### Encoder incremental

Este tipo de encoder se caracteriza porque determina su posición, contando el número de impulsos que se generan cuando un rayo de luz, es atravesado por marcas opacas en la superficie de un disco unido al eje.

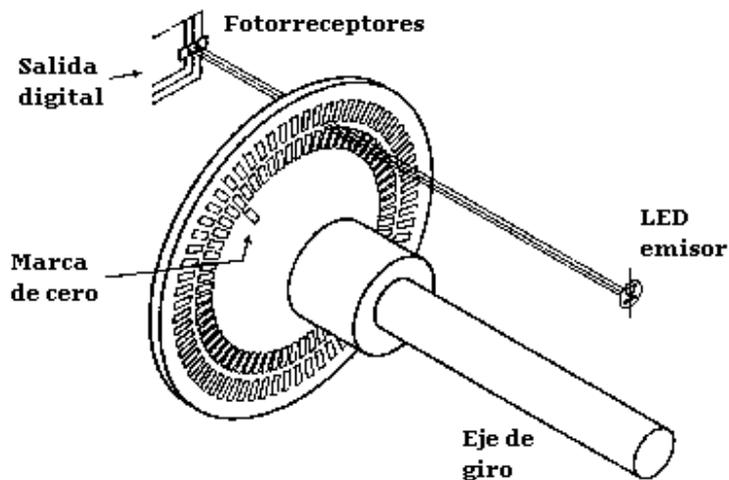


Figura II. 13 Partes de un encoder

En el estator hay como mínimo dos pares de fotorreceptor ópticos, escalados un número entero de pasos más  $\frac{1}{4}$  de paso. Al girar el rotor genera una señal cuadrada, el escalado hace que las señales tengan un desfase de  $\frac{1}{4}$  de periodo si el rotor gira en un sentido y de  $\frac{3}{4}$  si gira en el sentido contrario, lo que se utiliza para discriminar el sentido de giro.

Un simple sistema lógico permite determinar desplazamientos a partir de un origen, a base de contar impulsos de un canal y determinar el sentido de giro a partir del desfase entre los dos canales. Algunos encoders pueden disponer de un canal adicional que genere un pulso por vuelta y la lógica puede dar número de vueltas más fracción de vuelta.

La resolución del encoder depende del número de impulsos por revolución.

## Encoder absoluto

En el encoder absoluto, el disco contiene varias bandas dispuestas en forma de coronas circulares concéntricas, dispuestas de tal forma que en sentido radial el rotor queda dividido en sectores, con marcas opacas y transparentes codificadas en código Gray.

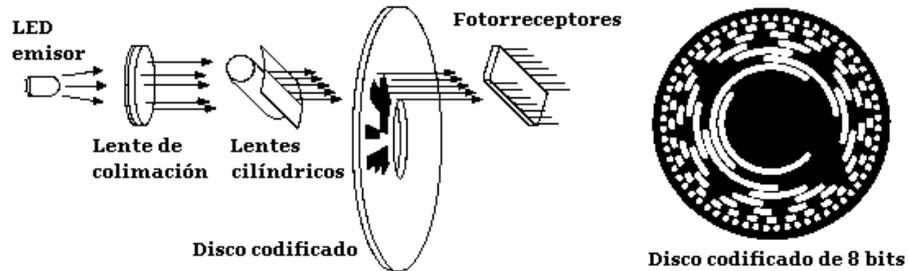


Figura II. 14 Partes de un encoder absoluto.

El estator tiene un fotorreceptor por cada bit representado en el disco. El valor binario obtenido de los fotorreceptores es único para cada posición del rotor y representa su posición absoluta. Se utiliza el código Gray en lugar de un binario clásico porque en cada cambio de sector sólo cambia el estado de una de las bandas, evitando errores por falta de alineación de los captadores.

Para un encoder con  $n$  bandas en el disco, el rotor permite  $2^n$  combinaciones, por lo cual la resolución será  $360^\circ$  dividido entre los  $2^n$  sectores; Por ejemplo para encoders de 12 y 16 bits se obtiene una resolución angular de  $0.0879^\circ$  y  $0.00549^\circ$  respectivamente.

$$\text{Resolución angular} = \frac{360^\circ}{2^n} \quad [2]$$

Generalmente, los encoders incrementales proporcionan mayor resolución a un costo más bajo que los encoders absolutos. Además, su electrónica es más simple ya que tienen menos líneas de salida.

Típicamente un encoder incremental solo tiene cuatro líneas: 2 de cuadratura, una de poder y una tierra. Un encoder absoluto tiene una línea de salida por cada bit, una línea de poder y la tierra.

### 2.4.2 Funcionamiento

Los segmentos opacos interrumpen el haz de luz emitido por el fotodiodo dirigido al fototransistor, obteniéndose una señal de 0 voltios (0) a la salida. Por el contrario, cuando un segmento transparente se sitúa entre el emisor y el sensor de luz se obtiene una señal de 5 voltios (1) a la salida. Si se hace girar el disco, la salida alternará entre 0 y 1 con una frecuencia proporcional a la velocidad angular del disco.

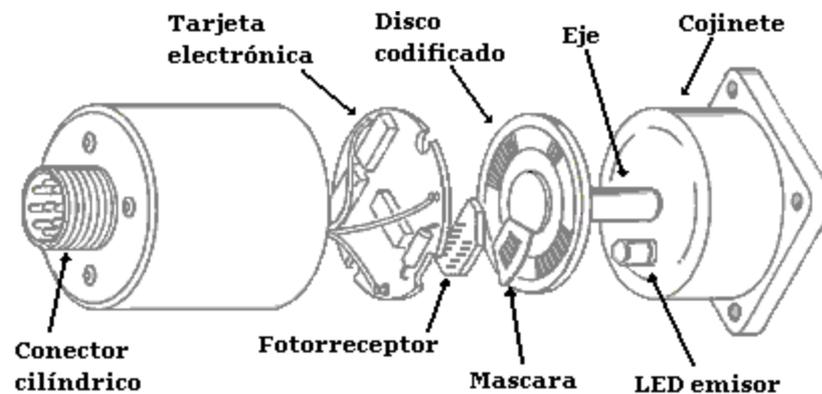


Figura II. 15 Componentes generales de un encoder.

## 2.5 Válvulas neumáticas

La neumática es una fuente de energía de fácil obtención y tratamiento para el control de máquinas y otros elementos sometidos a movimiento.

La generación, almacenaje y utilización del aire comprimido resultan relativamente baratos y además ofrece un índice de peligrosidad bajo en relación a otras energías como la electricidad y los combustibles gaseosos o líquidos. Ofrece una alternativa altamente segura en lugares de riesgo de explosión por deflagración, donde otras energías suponen un riesgo importante por la producción de calor, chispas, etc.

Por estas ventajas las instalaciones de aire comprimido son ampliamente usadas en todo tipo de industrias, incluso en todo tipo de transporte, aéreo, terrestre y marítimo.

En los principios de la automatización, los elementos rediseñados se mandan manual o mecánicamente. Cuando por necesidades de trabajo se precisaba efectuar el mando a distancia, se utilizan elementos de comando por símbolo neumático.

Las válvulas en términos generales, tienen las siguientes misiones:

- Distribuir el fluido
- Regular caudal
- Regular presión

Las válvulas son elementos que mandan o regulan la puesta en marcha, el paro y la dirección, así como la presión o el caudal del fluido enviado por el compresor o almacenado en un depósito.

### 2.5.1 Válvulas de vías o distribuidoras

Tienen por función orientar la dirección que el flujo de aire debe seguir, con el fin de realizar un trabajo propuesto.

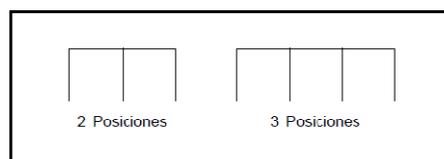
Para un conocimiento perfecto de una válvula direccional, debe tenerse en cuenta los siguientes datos:

- Posición Inicial
- Número de Posiciones
- Número de Vías
- Tipo de Acción (Comando)
- Tipo de Retorno
- Caudal

Además de éstos, todavía merece ser considerado el tipo Constructivo.

#### **Simbología y representación:**

Las válvulas direccionales son siempre representadas por un rectángulo. Este rectángulo es dividido en cuadrados. El número de cuadrados representados en la simbología es igual al número de posiciones de la válvula, representando una cantidad de movimientos que ejecuta a través de los accionamientos.



**Figura II. 16 Símbolo de válvulas direccionales**

### Número de Vías

Es el número de conexiones de trabajo que la válvula posee. Son consideradas como vías de conexión de entrada de la presión, conexiones de utilización del aire y los escapes.

Para entender fácilmente, el número de vías de una válvula de control direccional se puede considerar también en lo siguiente:

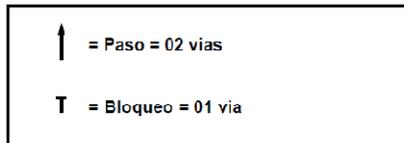


Figura II. 17 Símbolo del flujo

### Dirección del Flujo

En los cuadros representativos de las posiciones, encontramos símbolos diferentes:

Las flechas indican la inter-relación interna de las conexiones, pero no necesariamente el sentido del flujo.

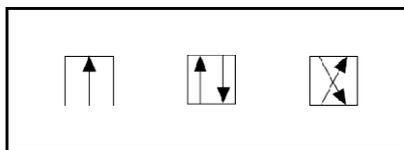


Figura II. 18 Dirección de flujo

### Identificación de orificios

La localización de los orificios en una válvula se realiza mediante alguna de las dos codificaciones normalizadas en la actualidad.

Tabla II. XII Normas para numeración de válvulas

	CETOP	ISO
	NUMÉRICA	ALFABÉTICA
Alimentación neumática	1	P

Utilización	2, 4, 6.	A, B, C.
Escape	3, 5, 7.	R, S, T.
Pilotaje	12, 12, 14, 16.	x, y, z.
Fuga	9	L

En ciertos simuladores neumáticos se utiliza más la norma CETOP pero en las electroválvulas más comerciales vienen sus denominaciones con norma ISO.

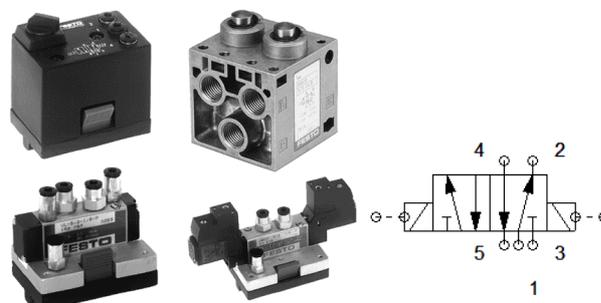


Figura II. 19 Válvula Direccional 5/2

### Tipos de accionamiento válvulas:

#### Manuales

Los tipos de accionamientos manuales más comunes en la industria se presentan en la figura II.20.

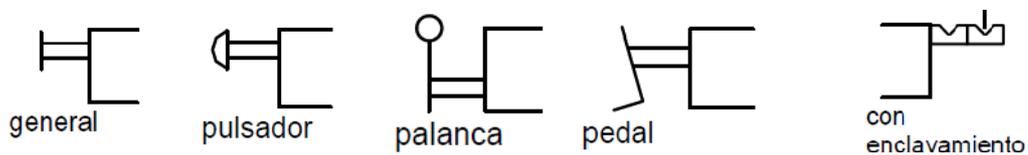


Figura II. 20 Accionamientos manuales

#### Mecánicos

Existen varios accionamientos mecánicos como se ve en la figura II.21 pero uno bastante común es el retorno por muelle sobre todo en válvulas monoestables.

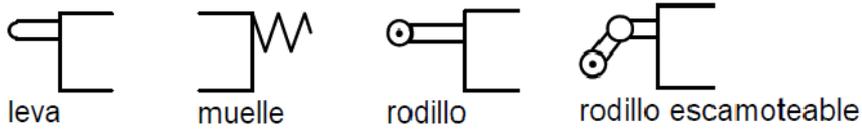


Figura II. 21 Accionamientos mecánicos

### Neumáticos y eléctricos

Los accionamientos electro neumáticos también son muy utilizados en la industria.

Una electroválvula utiliza una bobina que al energizarla cambia la posición de la válvula.

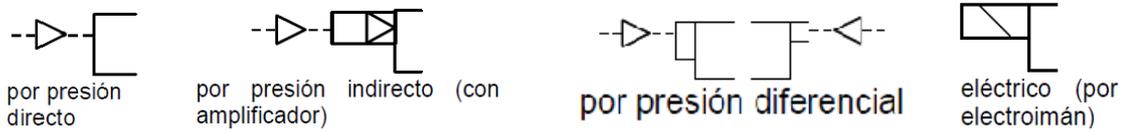


Figura II. 22 Accionamientos electros neumáticos

### 2.5.2 Válvulas Reguladoras

#### Válvula reguladora de presión

Encargada de mantener la presión constante en el circuito, permite o no el paso del aire hacia los conductos de trabajo si la presión en estos se mantiene debajo de un nivel prefijado. En el caso de contar con orificio de escape, si la presión aumenta, el exceso de aire escapa por 3

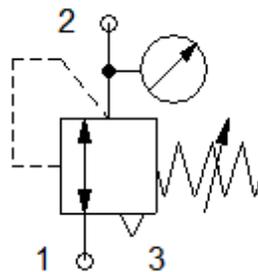


Figura II. 23 Símbolo válvula reguladora

### Válvula limitadora de presión

Es una válvula similar a la válvula reguladora de presión. La diferencia estriba en su utilidad. Mientras que las válvulas reguladoras de presión se utilizan para proteger los elementos neumáticos, las válvulas limitadoras de presión se emplean para limitar la presión de toda la red. Por este motivo, se suelen colocar en los acumuladores, almacenes de aire

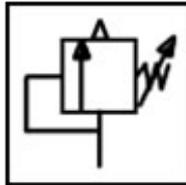


Figura II. 24 Símbolo válvula limitadora de presión

### Válvula secuencial

Las válvulas de secuencia se utilizan cuando el elemento neumático necesita una mínima presión para funcionar, entonces, se tara la válvula secuencial a dicha presión.

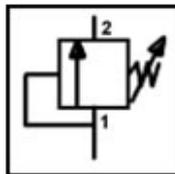


Figura II. 25 Símbolo válvula secuencial

### Válvula reguladora de caudal bidireccional

Son unas válvulas que tienen un tornillo que disminuye o aumenta la sección del conducto, permitiendo la regulación del caudal de aire que circula.



Figura II. 26 Símbolo válvula reguladora de caudal

### Válvula reguladora de caudal Unidireccional

Está compuesta de una válvula reguladora de caudal simple más una válvula antirretorno, de manera que permite el flujo de fluido de un solo sentido.

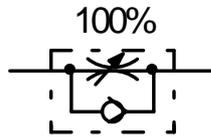


Figura II. 27 Símbolo válvula reguladora con antirretorno

### 2.5.3 Válvulas de bloqueo

En primer lugar, diremos que este tipo de válvula tiene la peculiaridad de accionarse ante unas determinadas condiciones. En segundo lugar, debemos saber que dependiendo el desempeño que tengan que realizar usaremos un tipo u otro, por lo tanto, disponemos de varios tipos que son:

1. Antirretorno.
2. Simultáneas.
3. Selectivas.
4. De escape.

### Válvulas antirretorno.

Este tipo de válvula está diseñada para que deje fluir el aire en un sentido, mientras bloquea el sentido contrario.

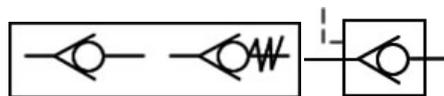


Figura II. 28 Símbolo válvula antirretorno

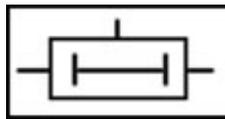
Aquí se puede observar representadas los tres tipos de válvula antirretorno que existen. El símbolo de la derecha representa una válvula antirretorno pilotada. La diferencia que tiene respecto a los otros dos tipos, es que cuando no está siendo pilotada actúa como una válvula antirretorno normal, mientras que cuando se la comanda o pilota, permite el paso del fluido en el sentido contrario.

En cambio, los otros dos símbolos, representan a válvulas antirretorno que solo admiten un sentido de paso de fluido o aire. El símbolo central, quiere decir que funciona con un muelle.

Las válvulas antirretorno se colocan antes que las válvulas de distribución, de esta forma protegen al circuito de posibles cortes de aire y de interferencias entre componentes.

### **Válvulas simultáneas.**

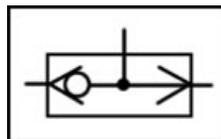
Las válvulas simultáneas tienen dos entradas, una salida y un elemento móvil, en forma de corredera, que se desplaza por la acción del fluido al entrar por dos de sus orificios, dejando libre el tercer orificio. Sí solamente entra fluido por un orificio, el orificio que debería dejar paso al fluido, queda cerrado.



**Figura II. 29 Símbolo válvula simultánea**

### **Válvulas selectivas.**

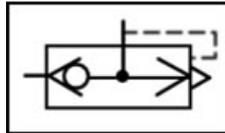
Las válvulas selectivas tienen 2 entradas y una salida. Su elemento móvil suele ser una bola metálica. Cada una de las entradas está conectada a un circuito diferente, por este motivo se llaman válvulas selectivas. Este tipo de válvula se utiliza cuando deseamos accionar una máquina desde más de un sitio de mando. El funcionamiento es sencillo de entender, si entra aire por una entrada, la bola se desplazará obturando la otra entrada y dejando salir el fluido por la salida. Alguien se preguntará qué sucede si se da la casualidad de que entre aire por las dos entradas a la vez, pues se cerrará la que menos presión tenga, y si tiene igual presión continuará cerrada la salida porque esta no es la condición de servicio de la válvula.



**Figura II. 30 Símbolo válvula selectora**

### **Válvulas de escape.**

Este tipo de válvulas tiene dos funciones que desempeñar. Uno para liberar el aire lo antes posible, pues sí el aire tiene que pasar por gran cantidad de tubería, tardaría mucho en salir al exterior. La otra utilidad, es que a veces quedan restos de presión en las tuberías, lo cual facilita que se den errores de funcionalidad en el circuito, con este tipo de válvula se elimina esta posibilidad.



**Figura II. 31 Símbolo válvula de escape**

## **2.6 Cilindros neumáticos**

Los cilindros neumáticos independientemente de su forma constructiva, representan los actuadores más comunes que se utilizan en los circuitos neumáticos.

Existen dos tipos fundamentales de los cuales derivan construcciones especiales.

**Cilindros de simple efecto**, con una entrada de aire para producir una carrera de trabajo en un sentido.

**Cilindros de doble efecto**, con dos entradas de aire para producir carreras de trabajo de salida y retroceso. Más adelante se describen una gama variada de cilindros con sus correspondientes símbolos.

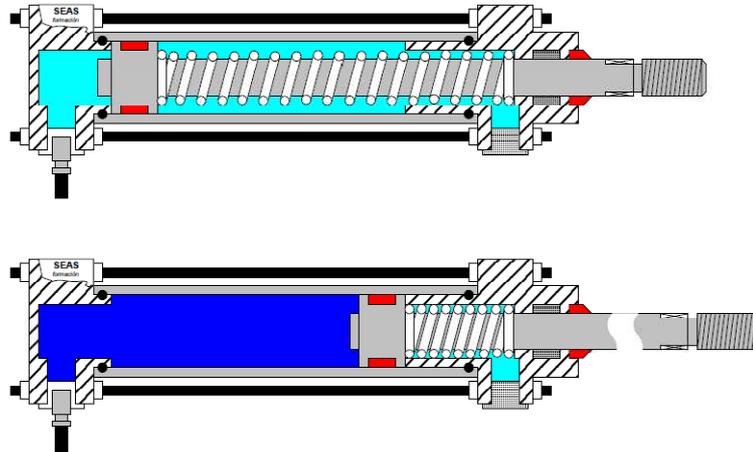
### **2.6.1 Tipos de cilindros**

#### **2.6.1.1 Cilindros De Simple Efecto**

Un cilindro de simple efecto desarrolla un trabajo sólo en un sentido. El émbolo se hace retornar por medio de un resorte interno o por algún otro medio externo como cargas, movimientos mecánicos, etc. Puede ser de tipo “normalmente dentro” o “normalmente fuera”.

Los cilindros de simple efecto se utilizan para sujetar, marcar, expulsar, etc. Tienen un consumo de aire algo más bajo que un cilindro de doble efecto de igual tamaño. Sin

embargo, hay una reducción de impulso debida a la fuerza contraria del resorte, así que puede ser necesario un diámetro interno algo más grande para conseguir una misma fuerza. También la adecuación del resorte tiene como consecuencia una longitud global más larga y una longitud de carrera limitada, debido a un espacio muerto.



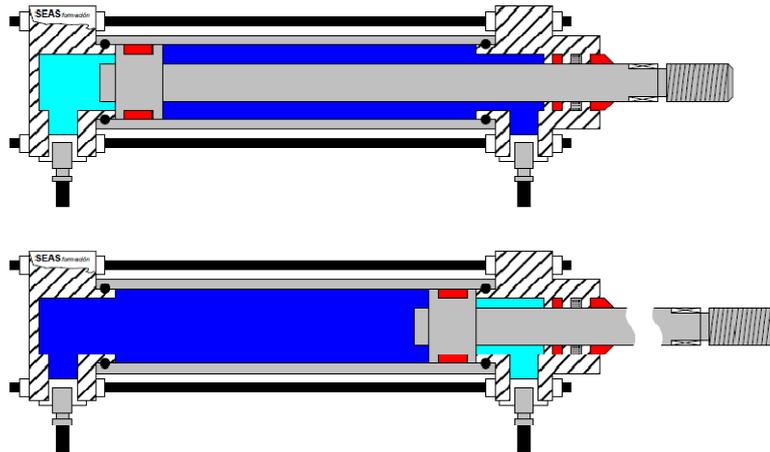
**Figura II. 32 Cilindro de simple efecto**

### **2.6.1.2 Cilindros De Doble Efecto**

Los cilindros de doble efecto son aquellos que realizan tanto su carrera de avance como la de retroceso por acción del aire comprimido. Su denominación se debe a que emplean las dos caras del émbolo (aire en ambas cámaras), por lo que estos componentes sí que pueden realizar trabajo en ambos sentidos.

Sus componentes internos son prácticamente iguales a los de simple efecto, con pequeñas variaciones en su construcción. Algunas de las más notables las encontramos en la culata anterior, que ahora ha de tener un orificio roscado para poder realizar la inyección de aire comprimido (en la disposición de simple efecto este orificio no suele prestarse a ser conexionado, siendo su función la comunicación con la atmósfera con el fin de que no se produzcan contrapresiones en el interior de la cámara).

El perfil de las juntas dinámicas también variará debido a que se requiere la estanqueidad entre ambas cámaras, algo innecesario en la disposición de simple efecto.



**Figura II. 33 Cilindro de doble efecto**

El campo de aplicación de los cilindros de doble efecto es mucho más extenso que el de los de simple, incluso cuando no es necesaria la realización de esfuerzo en ambos sentidos. Esto es debido a que, por norma general, los cilindros de doble efecto siempre contienen aire en una de sus dos cámaras, por lo que se asegura el posicionamiento.

## **2.7 Sistemas de refrigeración**

La refrigeración es el proceso de reducción y mantenimiento de la temperatura (a un valor menor a la del medio ambiente) de un objeto o espacio. La reducción de temperatura se realiza extrayendo energía del cuerpo, generalmente reduciendo su energía térmica, lo que contribuye a reducir la temperatura de este cuerpo.

### **2.7.1 Cortes de metal**

#### **Aserrado**

Proceso de corte en el cual se genera una hendidura en la pieza de trabajo con una herramienta que tiene una serie de dientes afilados y espaciados. Este proceso de separación, pues comúnmente se utiliza para dividir en dos la pieza de trabajo.

#### **Tipos de Sierras**

**Segueta:** Utilizado en operaciones de Trozado. Herramienta delgada y recta con dientes cortantes en uno de sus bordes.

**Aserrado con cinta:** utiliza una sierra de cinta con dientes en uno de sus bordes. El corte de la pieza puede ser manual o mecánico.

**Sierra circular:** Sierra circular giratoria. Se utiliza para cortar barras largas, tubos.



**Figura II. 34 Sierra circular**

## **CAPITULO III**

### **IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA**

#### **3.1 Mantenimiento correctivo mecánico**

El mantenimiento se lo fue realizando por etapas las mismas que se describen en los siguientes puntos:

- Limpieza de mugre y grasa de todo el equipo.
- Remoción de la pintura y corrosión en el metal.
- Remoción de todos elementos eléctricos, motores y neumáticos.
- Pintado de la máquina.
- Engrasado de las partes mecánicas móviles.
- Puesta de los motores.
- Revisión de los pistones neumáticos.

En las siguientes figuras se muestra el estado en que se recibió la máquina cortadora de perfiles.



**Figura III. 35 Cortadora de perfiles.**



**Figura III. 36 Circuitería neumática.**



**Figura II. 37 Transportador de perfiles.**

Luego de concluido este procedimiento la máquina esta en óptimas condiciones para iniciar con el desarrollo del tablero de control y demás tareas.

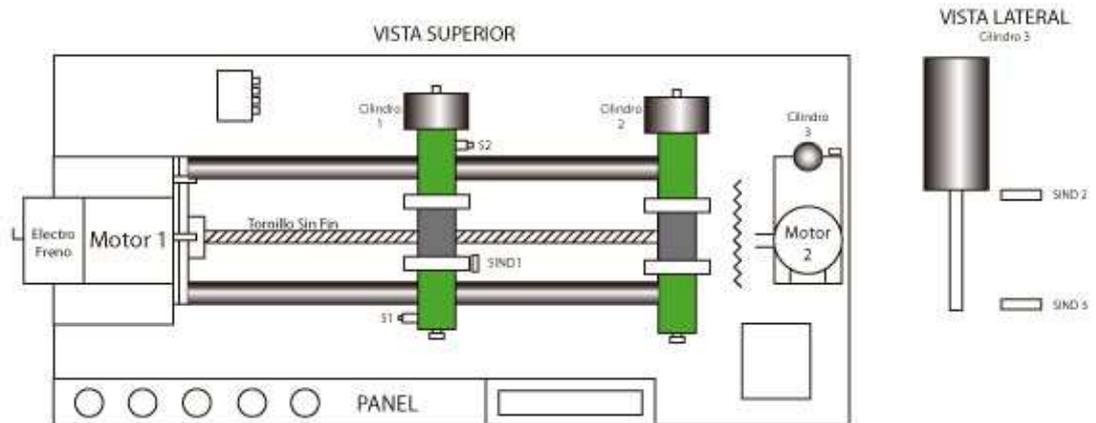
La siguiente figura muestra la máquina después del mantenimiento mecánico.



Figura III. 38 Máquina después del mantenimiento mecánico

### 3.2 Diagrama de flujo de funcionamiento

El siguiente esquema representa la vista superior de la máquina en donde se puede visualizar los elementos más importantes de la máquina.

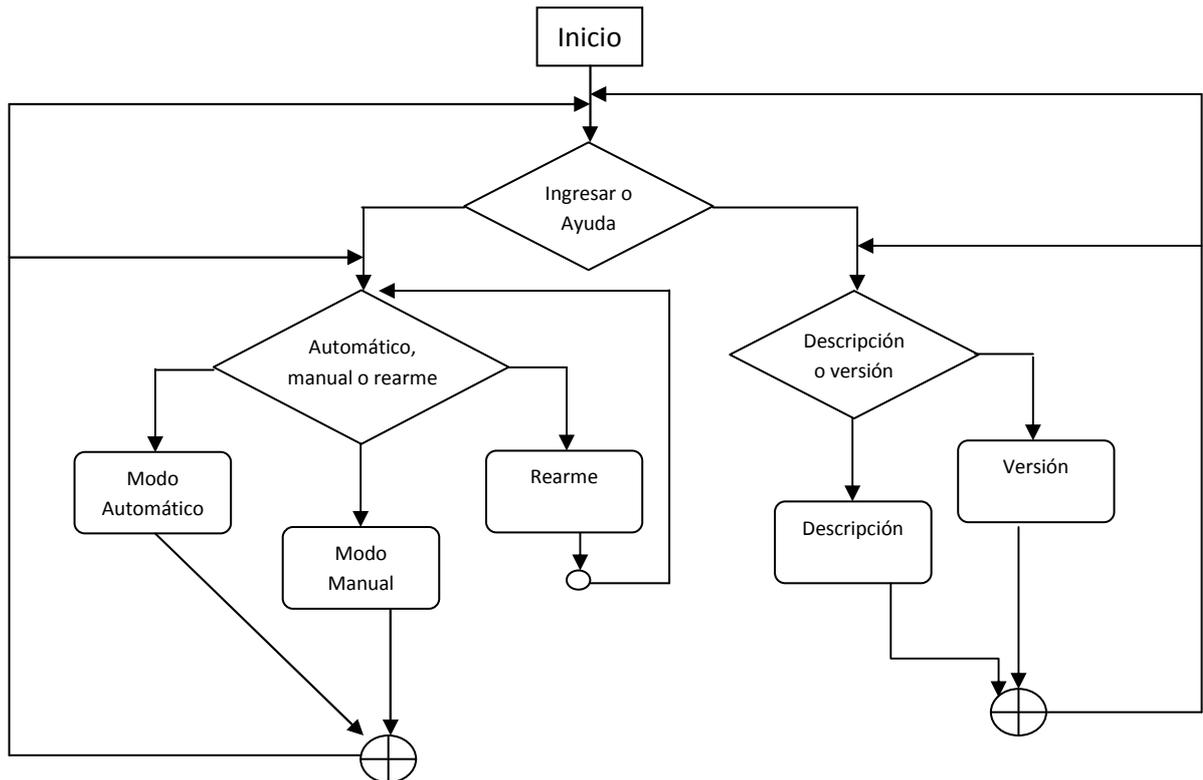


- Motor 1: Avance y Retroceso
- Motor 2: Corte
- Cilindro 1: Sujeción Material (móvil)
- Cilindro 2: Sujeción Material (fijo)
- Cilindro 3: Sube y Baja el Motor de Corte
- S1, S2: Sensor Final de Carrera
- SINDX: Sensor Inductivo

Figura III. 39 Esquema de la máquina

En la figura III.40 se muestra el diagrama de flujo principal del sistema de control diseñado para la máquina cortadora.

Esto se lo puede ver claramente en la navegación desde la HMI donde están las pantallas creadas de acuerdo al diagrama de flujo.

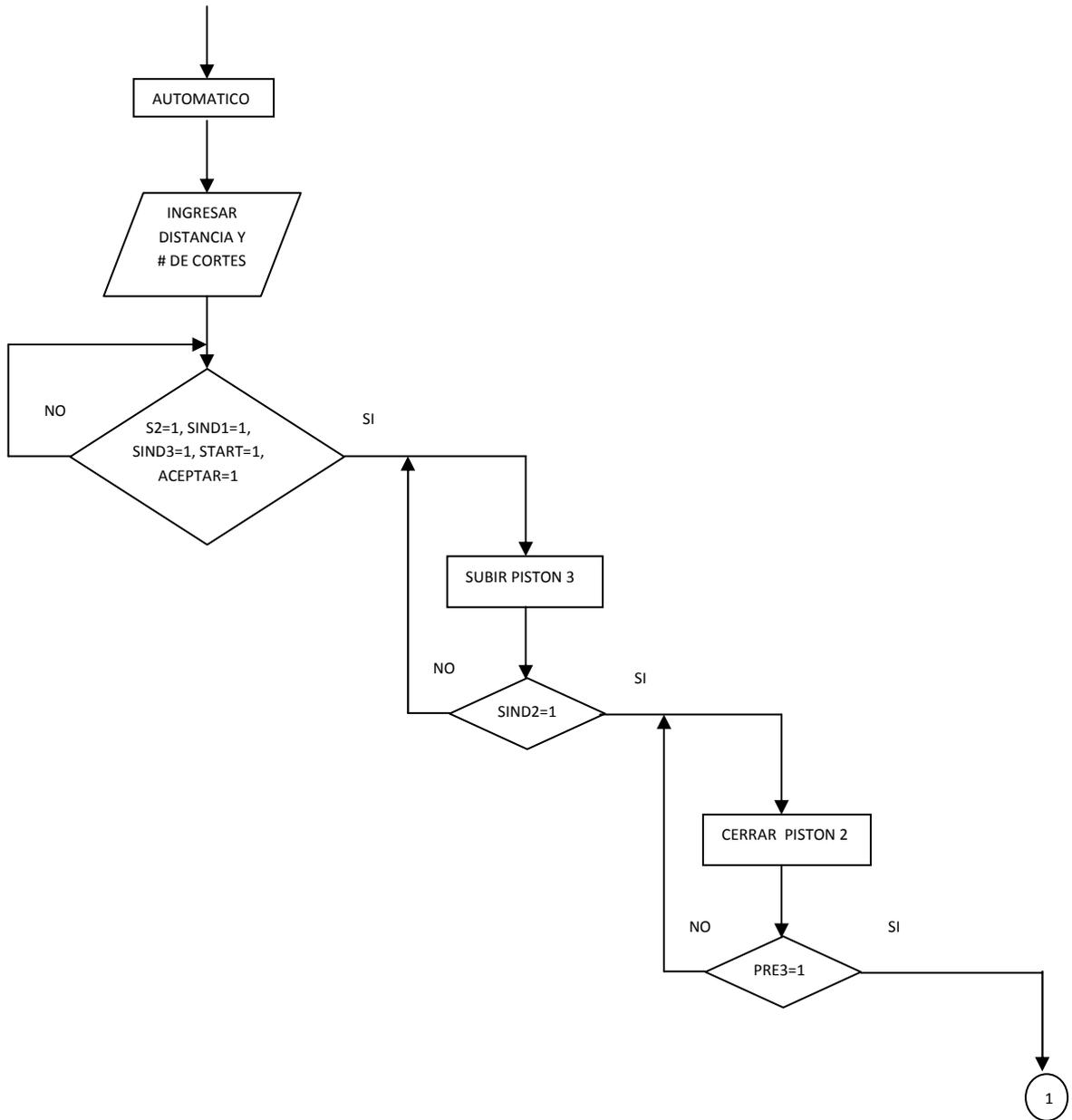


**Figura III. 40 Diagrama de flujo principal**

En la figura III.40 se puede ver que el programa principal y en si todo el control de la máquina puede ser comandado desde la interfaz HMI conectada al PLC, donde inicialmente se presenta una pantalla donde el operario debe seleccionar una opción.

Se puede ver en que todo momento si el operario lo desea puede retornar hacia la pantalla anterior o también a la pantalla inicial.

A continuación se muestra en la figura III.41 el diagrama de flujo cuando se ha seleccionado el modo automático.



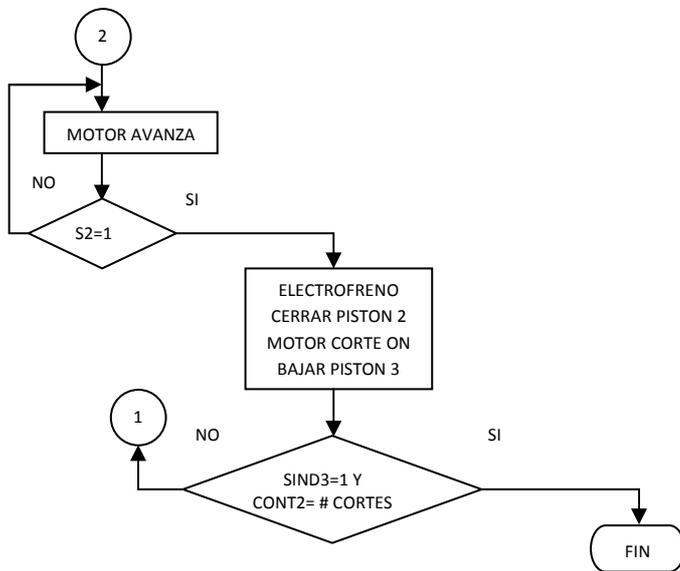
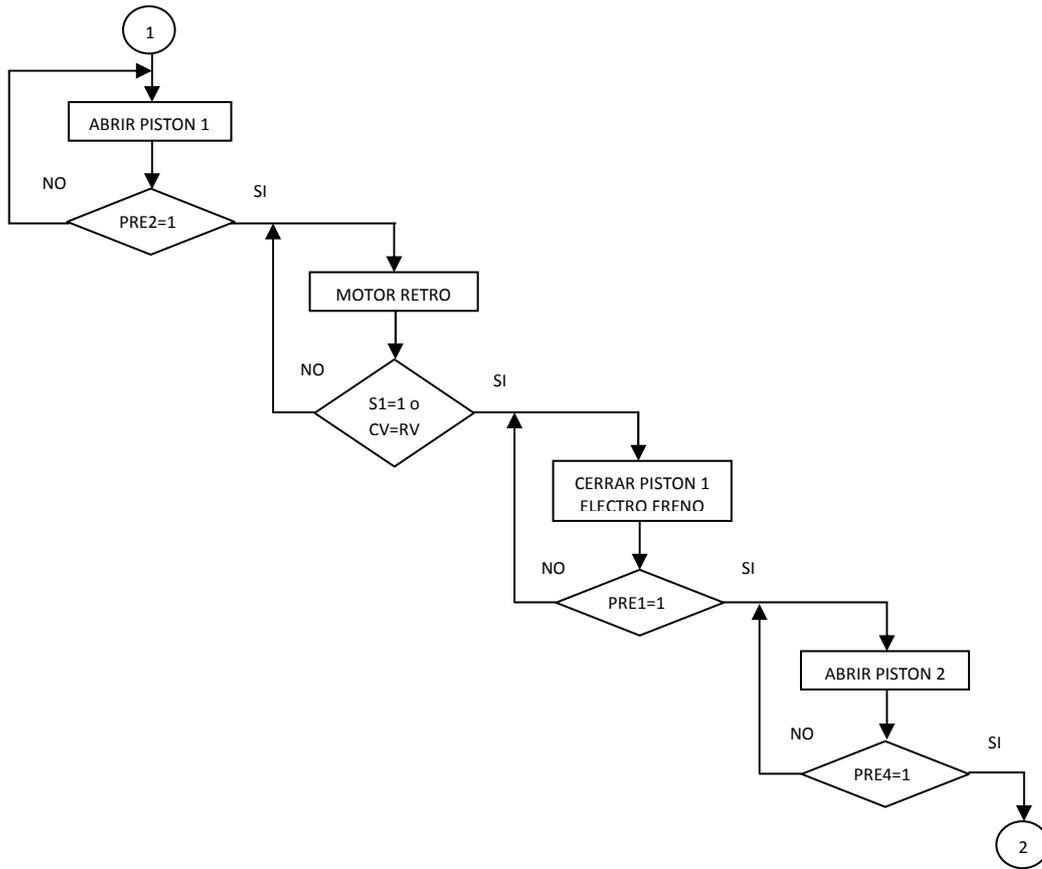


Figura III. 41 Diagrama de flujo Modo automático

### 3.3 Circuito de fuerza y control

#### 3.3.1 Diseño del circuito de control

Como primer esquema se presenta el circuito de entradas para el PLC en donde se ven los sensores inductivos, finales de carrera, encoder, sensores de presión o presostatos y los selectores y pulsadores.

Todos estos conectados hacia la línea de 24VDC en la figura III.42.

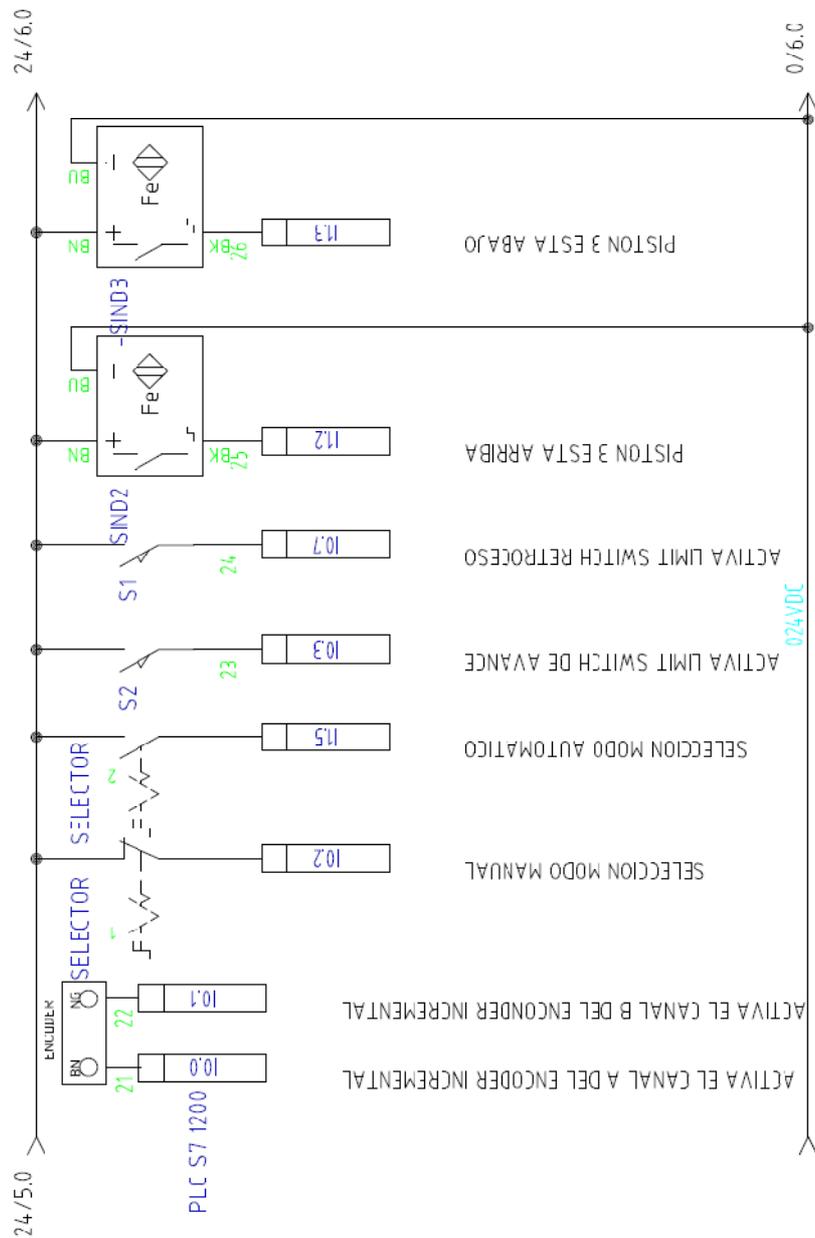


Figura III. 42 Bloque 1 de entradas

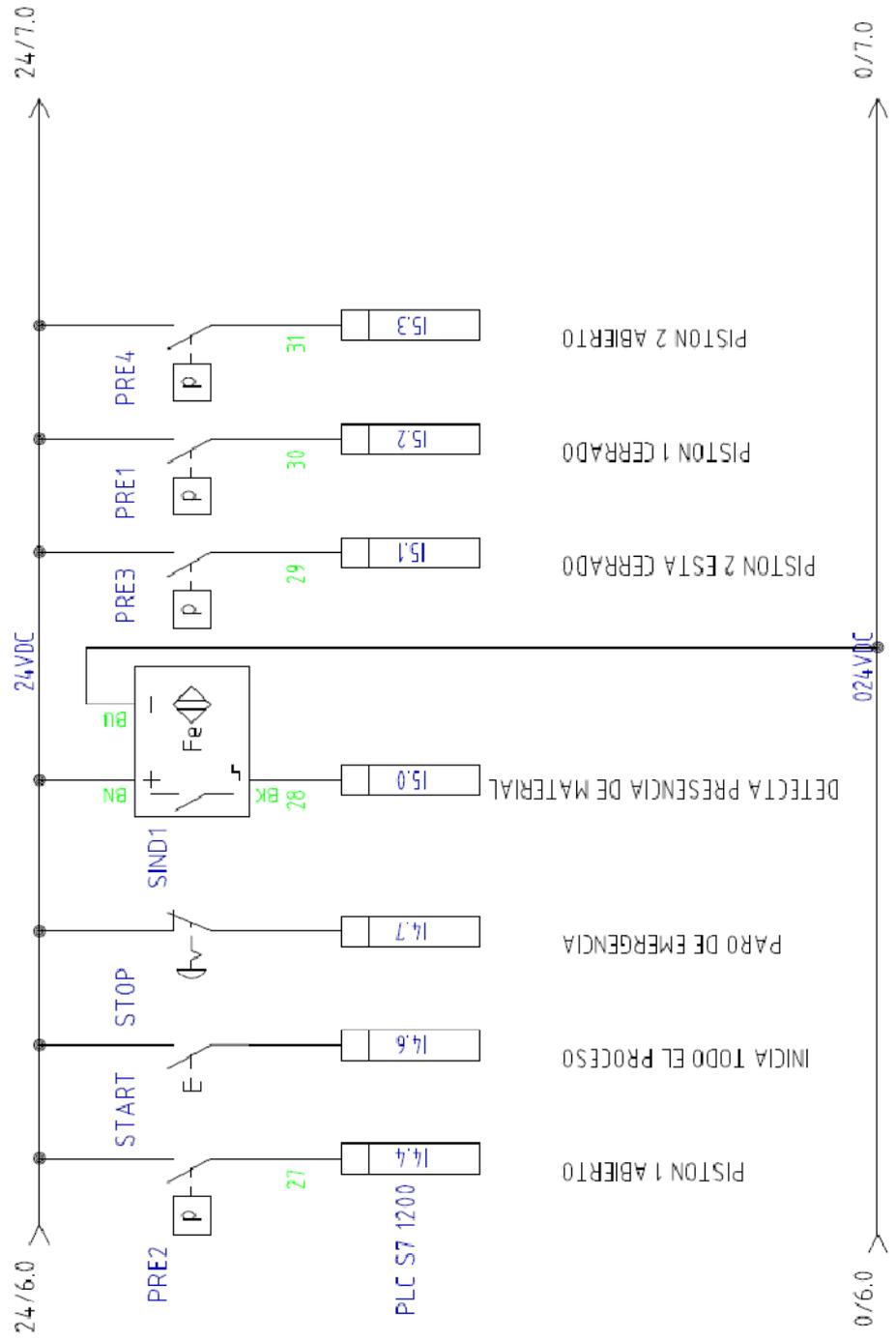


Figura III. 43 Bloque 2 de entradas

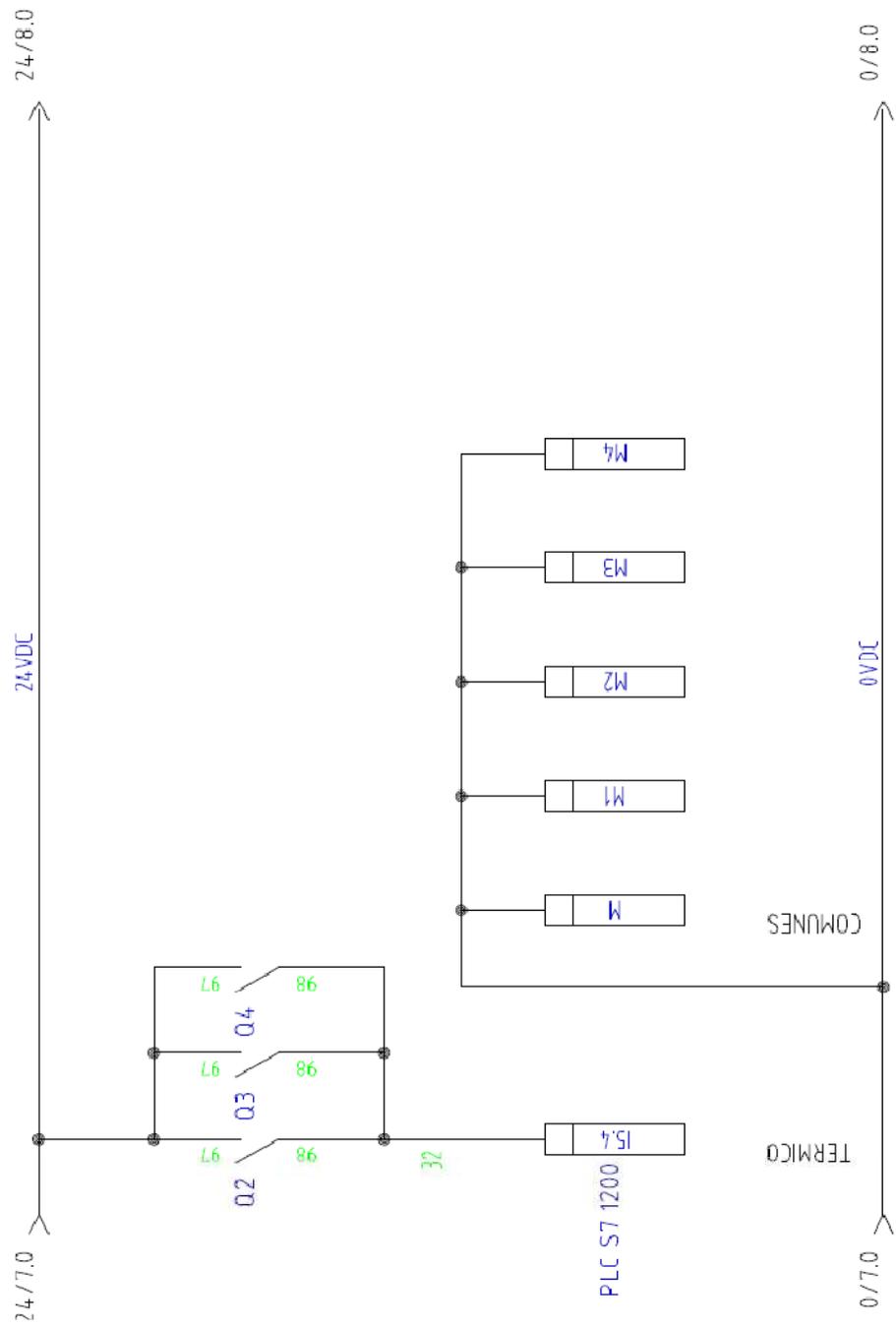


Figura III. 44 Bloque 3 de entradas

En la siguiente figura se muestra las conexiones para las salidas del PLC:

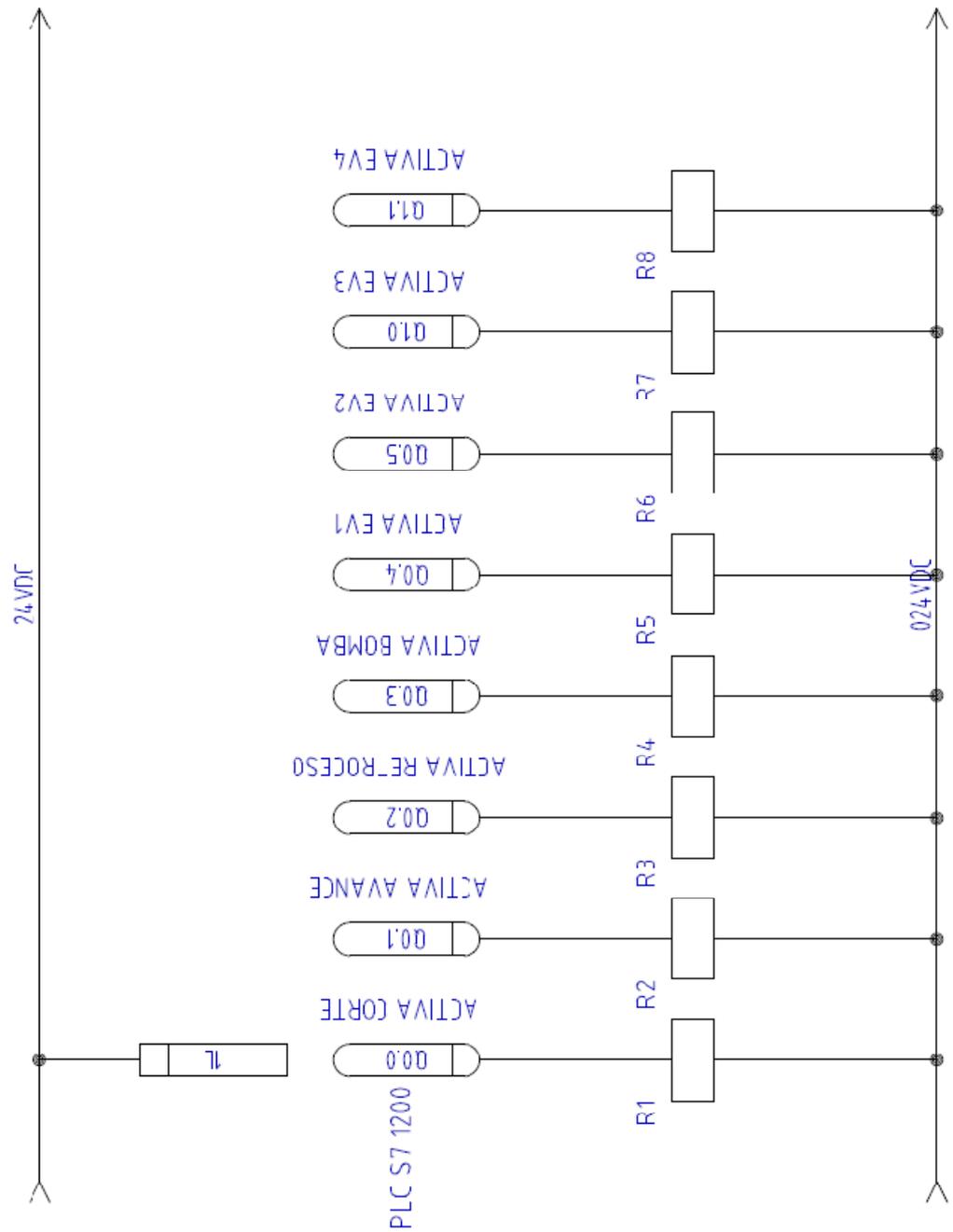
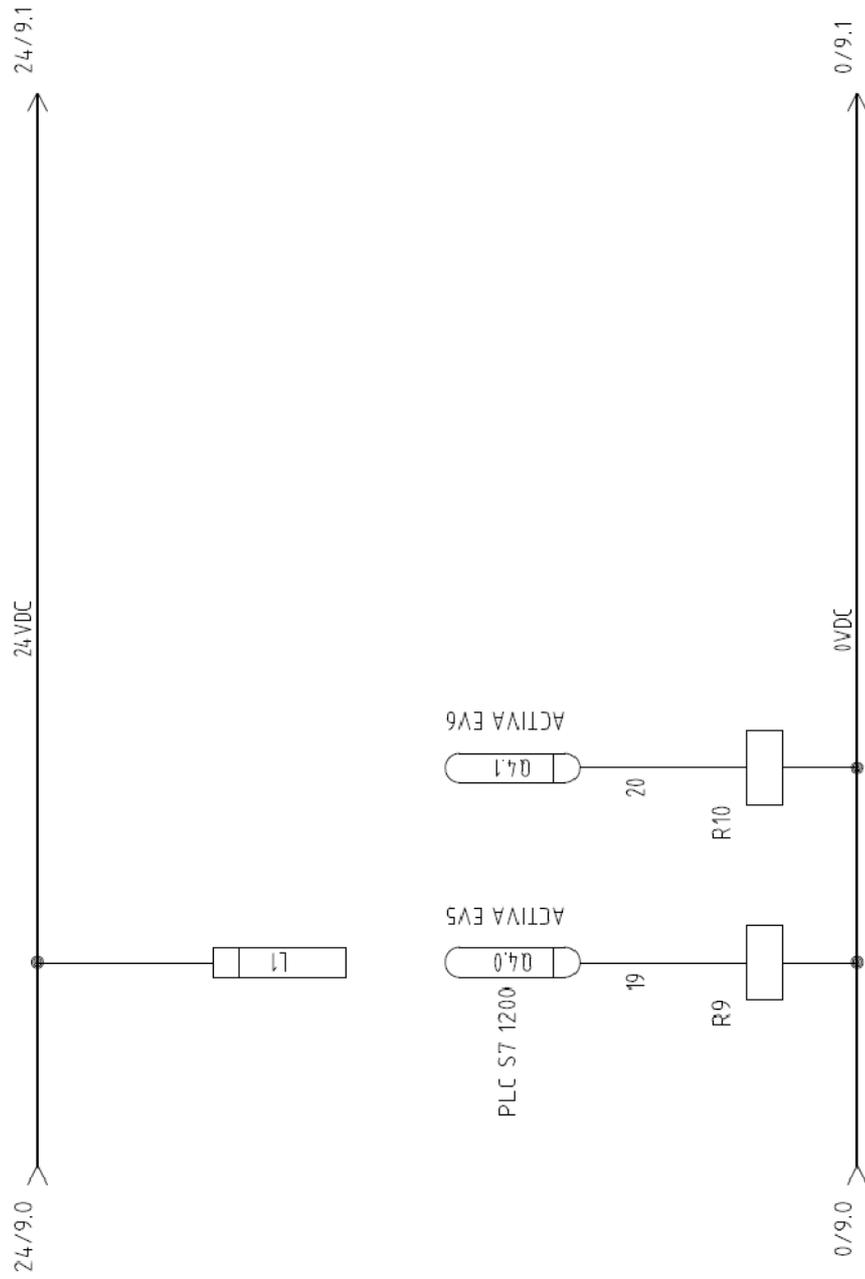


Figura III. 45 Bloque 1 de salidas



**Figura III. 46 Bloque 2 de salidas**

El siguiente es el diagrama de control desde los relés hacia los contactores con la respectiva numeración el cual se puede identificar en el tablero.

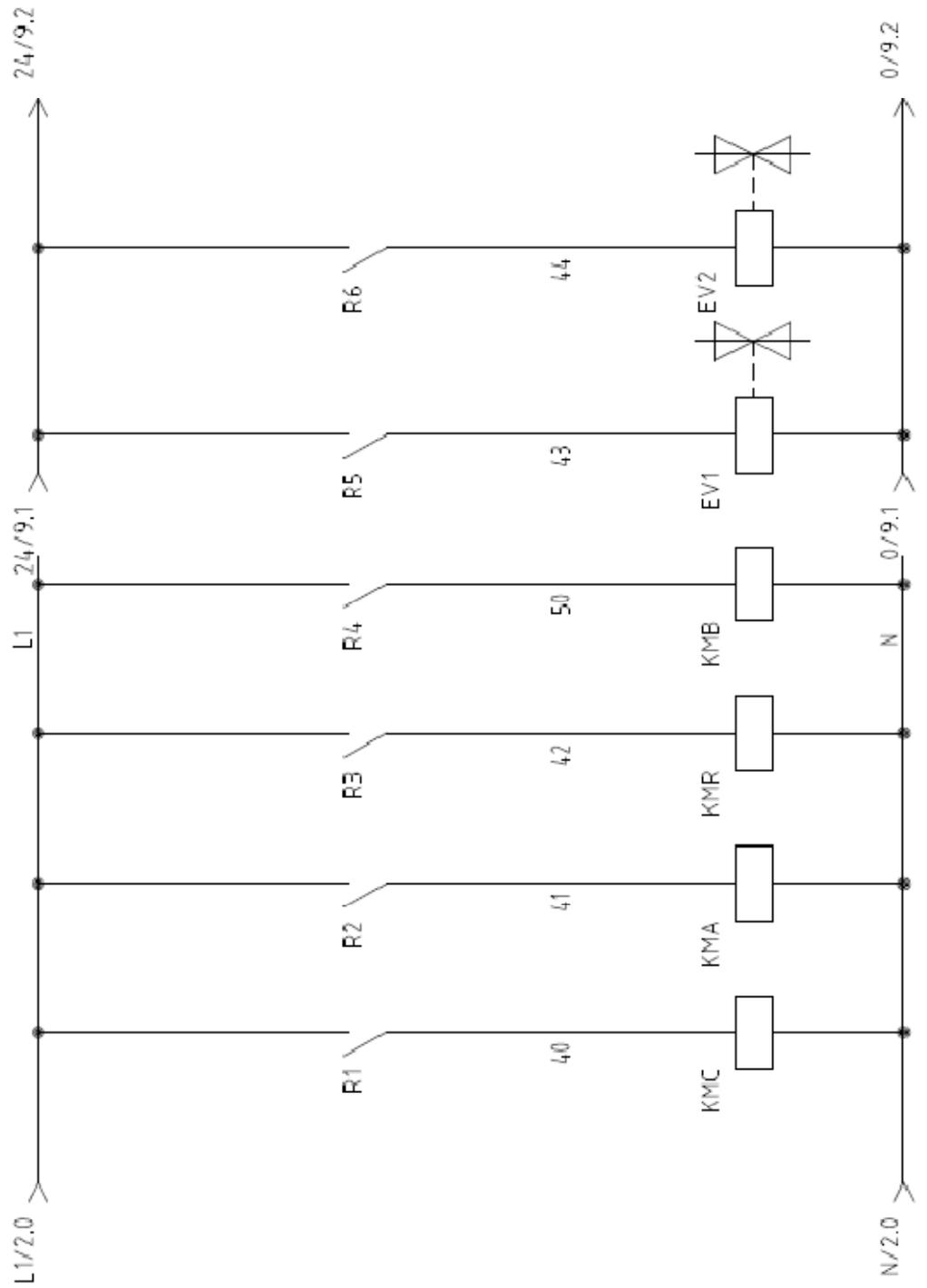


Figura III. 47 Activación de Contactores y electroválvulas

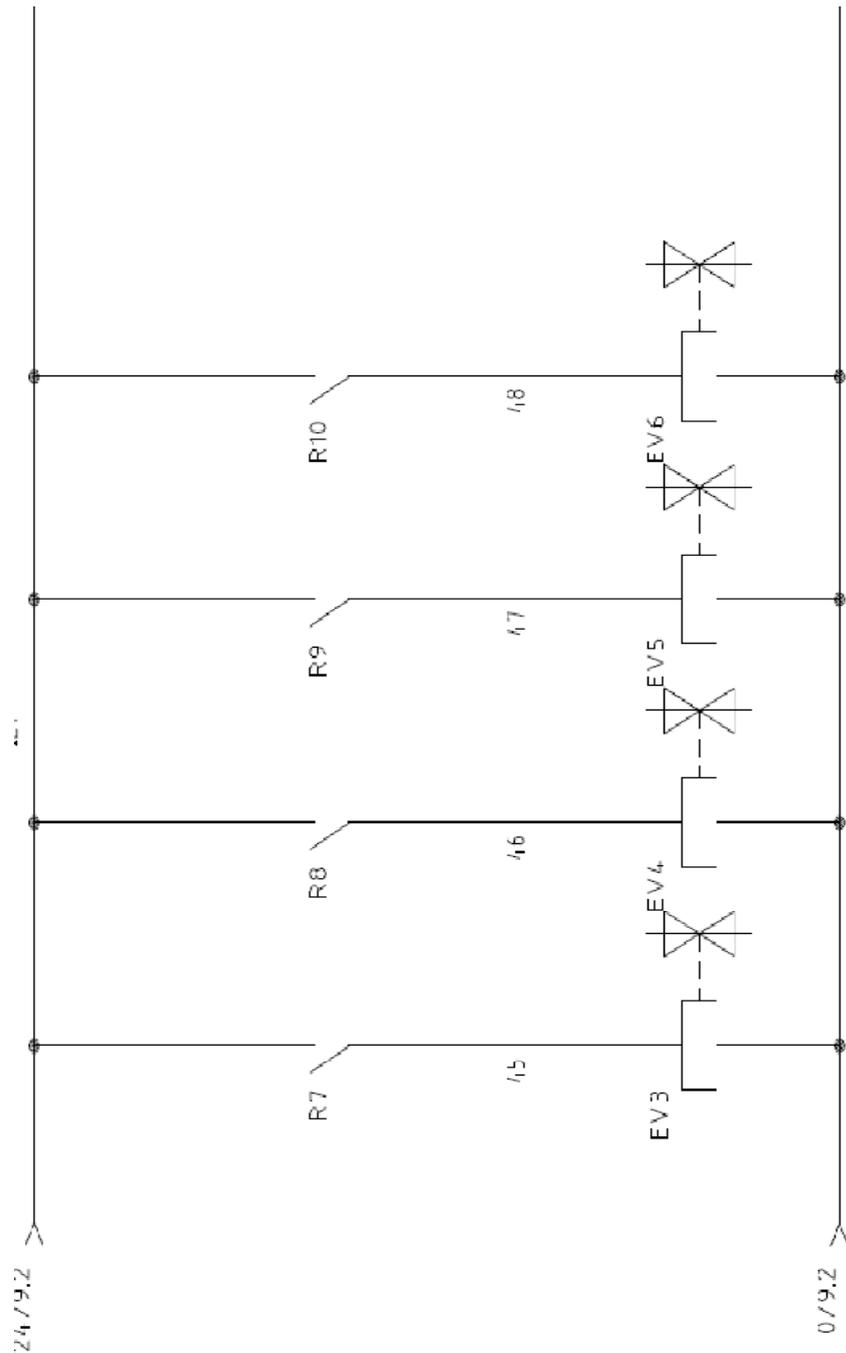


Figura III. 48 Activación de electroválvulas

### 3.3.2 Diseño del circuito de fuerza

El motor de avance y retroceso requiere una inversión de giro por medio de 2 contactores como se observa en la siguiente figura.



### 3.4 Sistema de refrigeración

Para realizar los cortes y que el disco de corte no se recaliente y tenga más vida útil se utiliza refrigerante a chorro durante el proceso a través de una bomba conectada a un depósito. El accionamiento de esta bomba monofásica se presenta en la siguiente figura.

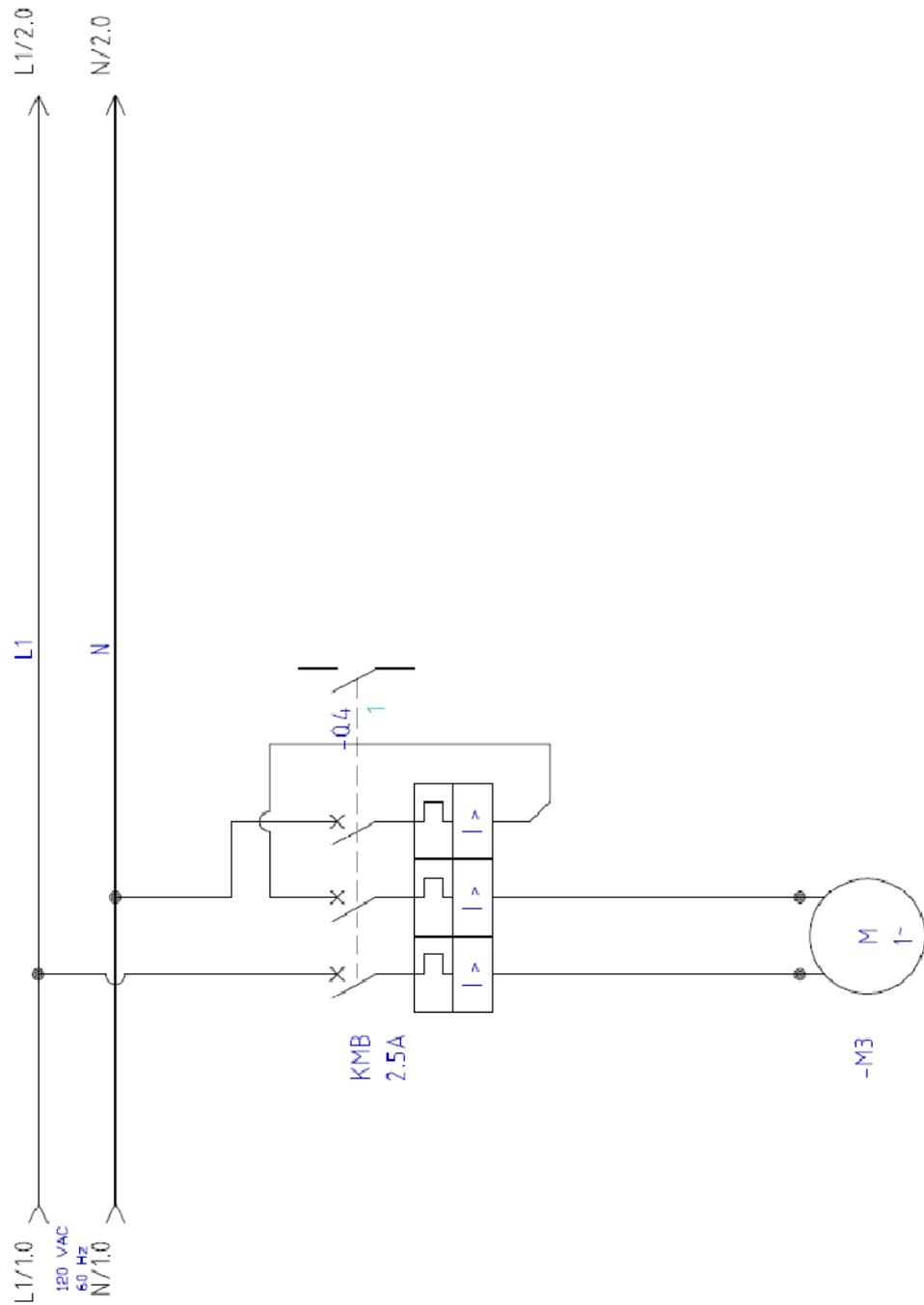


Figura III. 50 Circuito de fuerza de la bomba

### 3.4.1 Refrigerantes

La refrigeración es el proceso que consiste en el mantenimiento y supervisión de la temperatura (a un valor menor a la del medio ambiente) de un objeto o espacio. La reducción de temperatura se realiza extrayendo energía del cuerpo, generalmente reduciendo su energía térmica, lo que contribuye a reducir la temperatura de este cuerpo.

### La Taladrina

Se emplea en proceso de maquinado de metales en los cuales el enfriamiento de la herramienta y el material trabajado es la función más importante de la emulsión, además de suministrar algún grado de lubricidad. Para la preparación de emulsión de todos los aceites, emplear agua limpia en proporciones de 5 a 1 hasta 20 a 1 ó más, de acuerdo a las necesidades. Adicionar el aceite al agua lentamente y con agitación constante hasta lograr una mezcla total.

### 3.5 Implementación del Encoder

El encoder incremental cuenta con dos canales A y B de cuadratura además de dos cables de polarización y un cable más para señal de cruce por cero. Para tener una correcta medida del material el encoder se ha ubicado al lado externo del pistón móvil 1 para medir el rodamiento en el tubo que se acopla el pistón móvil. En la siguiente figura se ve más claro como y donde se miden las distancias.



Figura III. 51 Encoder implementado

### 3.6 Desarrollo del programa para el sistema de control

El programa que controla la máquina cortadora se lo ha realizado en el software Step 7 Basic que integra el paquete TIA, en el cual tomando todas las condiciones establecidas para el funcionamiento se ha desarrollado la lógica de control.

El sistema de control consta de varios elementos de entrada como sensores inductivos, sensores finales de carrera, pulsadores, y un sensor encoder rotativo; y en las salidas se controlan elementos finales como cilindros neumáticos y motores eléctricos.

#### 3.6.1 Totally Integrated Automation

El Totally Integrated Automation Portal integra los productos de SIMATIC. Totally Integrated Automation en una aplicación de software que permite aumentar la productividad y la eficiencia del proceso. Dentro del TIA Portal, todos los productos TIA interactúan a la perfección y con total transparencia, ayudando en todas las áreas que intervienen en la creación de una solución de automatización.

Una solución de automatización típica abarca los siguientes procesos:

- El PLC controla la máquina con ayuda de un programa de usuario.
- El usuario controla y visualiza el proceso mediante el dispositivo HMI.

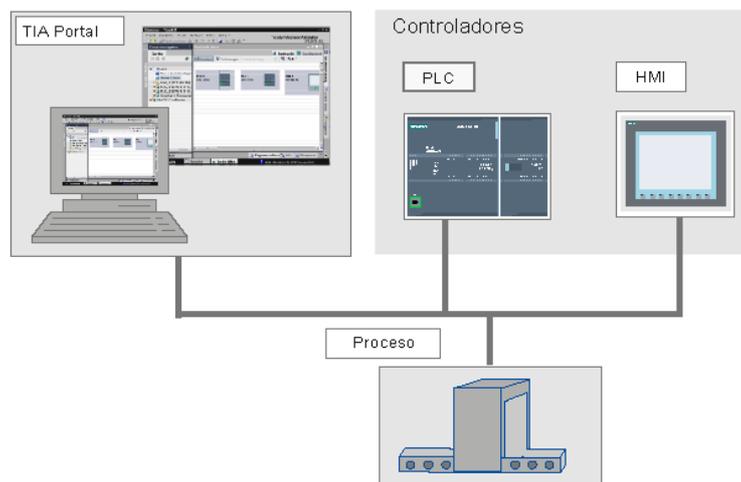


Figura III. 52 Integración con TIA

#### Tareas

El TIA Portal ayuda a configurar la solución de automatización. Los principales pasos de configuración son:

- la creación del proyecto
- la configuración del hardware
- la conexión en red de los dispositivos
- la programación de los PLC
- la configuración de la visualización
- la carga de los datos de configuración

### Nuevo concepto de ingeniería

Con el TIA Portal se configura tanto el control como la visualización en un entorno de ingeniería unitario. Las tareas indicadas no sólo utilizan una interfaz de usuario común, sino que además están perfectamente adaptadas entre sí. El TIA Portal ofrece las siguientes ventajas:

- datos comunes
- manejo unitario de los programas, los datos de configuración y los datos de visualización
- fácil edición mediante drag & drop
- comodidad de carga de los datos en los dispositivos
- configuración y diagnóstico asistidos por gráficos

#### 3.6.1.1 Programación en Step 7 Basic

El primer paso para iniciar el proyecto con Step 7 Basic es agregar un dispositivo. Existen dos maneras para agregar un dispositivo PLC, la primera si se conoce el modelo de la CPU a la cual se va a programar en este caso el modelo seleccionado debe ser la CPU 1214C AC/DC/Relé que se muestra en la figura III.53



Figura III. 53 Selección del modelo de CPU

También si no se conoce el modelo del PLC se debe escoger la opción *CPU 1200 sin especificar* y luego dar clic en determinar modelo para que de este modo el software conectado al PLC encuentre el modelo correspondiente.

Luego de esto en el árbol del proyecto se tiene la estación PLC donde haciendo doble clic en bloques de programa dentro de la pestaña del PLC se ubica el OB1 denominado *Main* en donde se desarrolla el programa principal figura III.54.

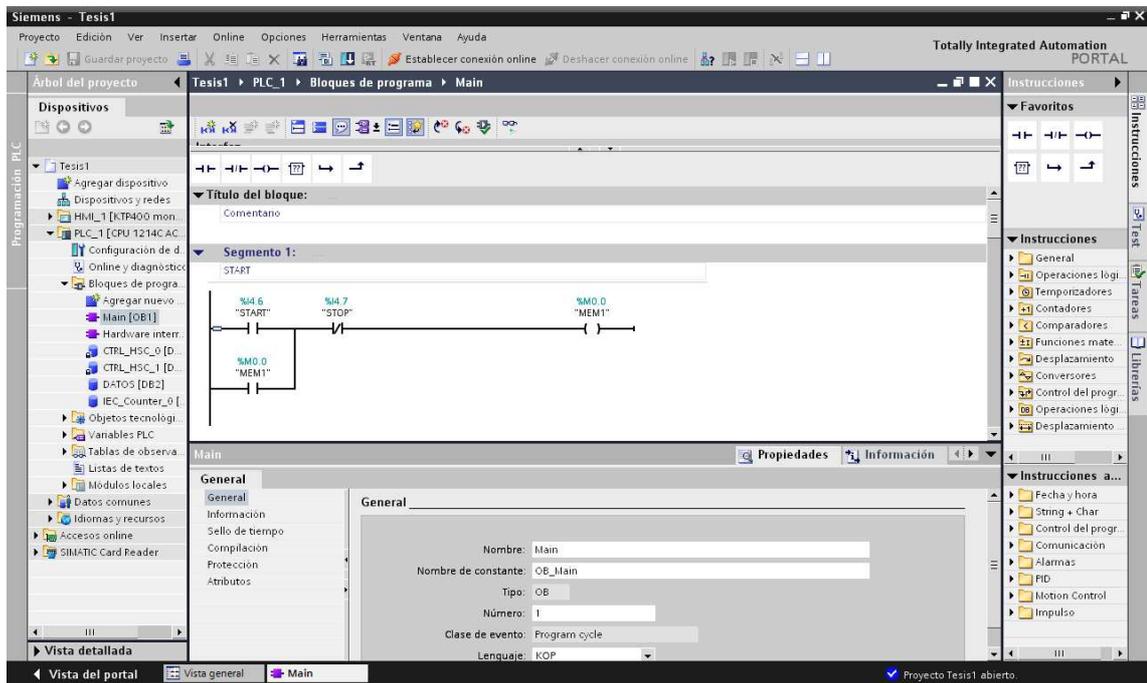


Figura III. 54 Vista del proyecto

### Segmento 1

Este segmento permite recibir una señal de start a través de la entrada %I4.6 donde se ha conectado el botón físico que es necesario para iniciar la secuencia del proceso.

Lo que se hace con este segmento es enclavar una marca de nombre mem1 y en la dirección %M0.0, pudiendo ser utilizada en otra parte del proyecto la cual me indica que el proceso debe iniciar como se observa en la figura III.55.



Figura III. 55 Enclavamiento del botón start

### Segmento 2

El segmento 2 se utiliza para la selección del modo de funcionamiento de la máquina que puede ser *manual o automática*.

Cabe mencionar también que además de tener un selector físico de 3 vías también se dispone de botones lógicos en la pantalla HMI desde la cual tiene el mismo efecto sobre la variable PLC que si utilizamos el selector.

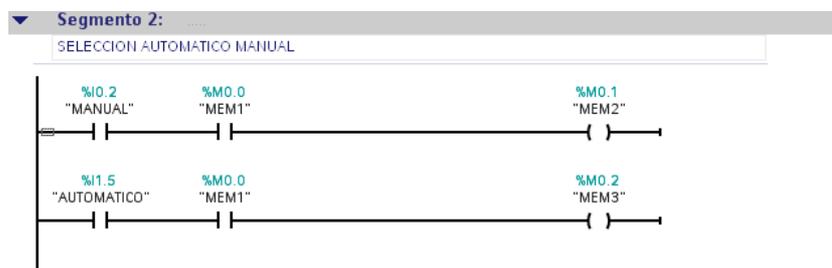


Figura III. 56 Selección de modo

### Segmento 3

El segmento 3 es de gran importancia ya que es donde se ha asigna y configura nuestro contador rápido CTR\_HSC\_1.

El contador rápido es un bloque DB donde en primer lugar debe ser habilitado por medio de alguna señal si así se desea en este caso como habilitador del contador se ha utilizado la marca *Mem3*, es decir cuando se haya seleccionado modo automático se puede ver el proceso de contaje del PLC a través de la pantalla.

RV es un parámetro tipo bool el cual permite la modificación del nuevo valor de conteaje o New\_RV que se lo ingresa únicamente a través de la pantalla de proceso, y es recibido en dicha entrada del bloque de tipo Dint que significa doble entero.

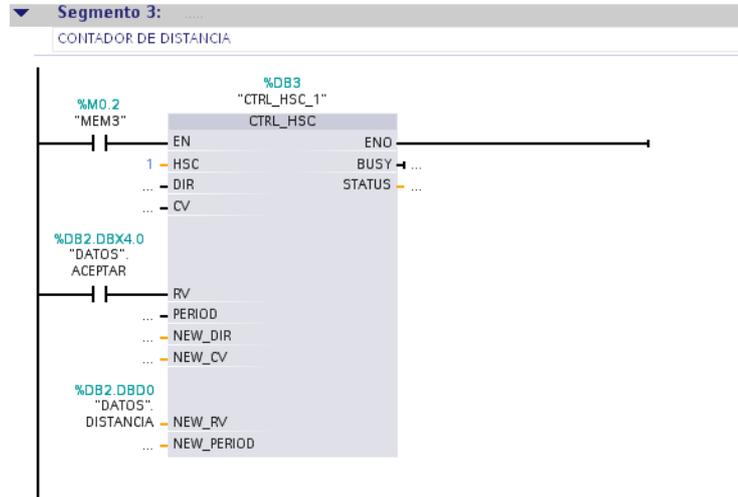


Figura III. 57 Parámetros contador rápido

#### Segmento 4

El siguiente segmento se encarga de realizar el proceso contar cuantos cortes se ha realizado.

CU es la entrada de conteaje y por tanto se necesita contar cuantas veces es activado el motor de corte, debido a eso se utiliza una señal de la salida %Q0.4 la cual activa el motor de corte.

R es un parámetro de entrada donde me permite reiniciar o resetear el numero de cortes a través de un botón lógico desde la pantalla, poniendo como nuevo valor contado o CV=0.

Finalmente PV es el valor preseleccionado recibido desde la pantalla el cual me indica cuantos cortes se deben realizar. El valor de conteaje se lo muestra en la pantalla a través de una variable de nombre Contador2 creada previamente en DB de datos.

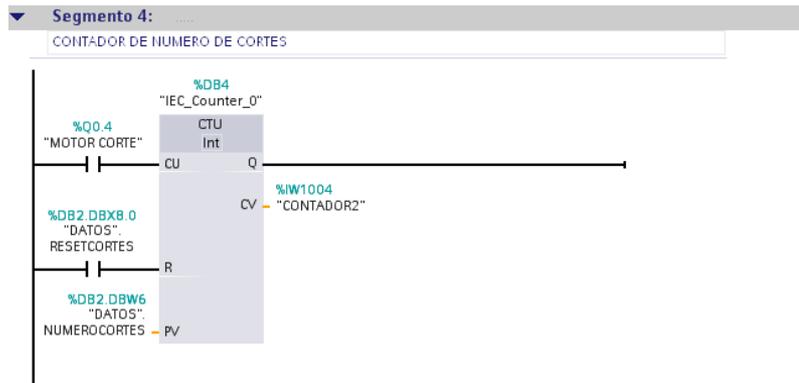


Figura III. 58 Contador de número cortes

### Segmento 5

Previamente habiendo seleccionado el modo manual, se puede realizar el recorrido hacia delante o hacia atrás del pistón 1 por medio del motor de avance y retroceso.

Para esto en el segmento 5 se dispone de 2 contactos NO con dirección %I0.4 e %I0.5 como se observa en la figura III.59 que sirven para avanzar o retroceder el pistón 1 según lo requiera el operario. Además se cuenta con la seguridad de que si se ha pulsado el botón de avance, se bloquea el botón de retroceso y viceversa.

También se dispone de otra seguridad para que el motor se detenga si ha llegado al final de su recorrido en ambos lados a través de sensores finales de carrera S1 y S2.

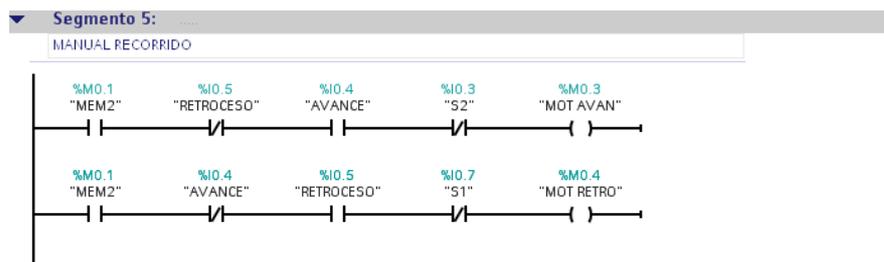


Figura III. 59 Recorrido manual del pistón 1

### Segmento 6

Para realizar el corte de forma manual se ha creado el segmento 6, donde se dispone de dos botones físicos y dos lógicos con el mismo efecto sobre las variables *Subir* y *Bajar* las cuales controlan al pistón 3 que esta acoplado al motor de corte. Este pistón cuenta

con dos sensores inductivos, SIND2 indica que el motor está arriba mientras que SIND3 indica que el motor se encuentra abajo.

Gracias a estos sensores se implementa la seguridad de bloqueo de botones abriendo el circuito si se ha llegado a la posición límite. En la figura III.60 vemos q también hay un contacto NO asociado a la entrada %I1.4 que sirve para el arranque del motor de corte.

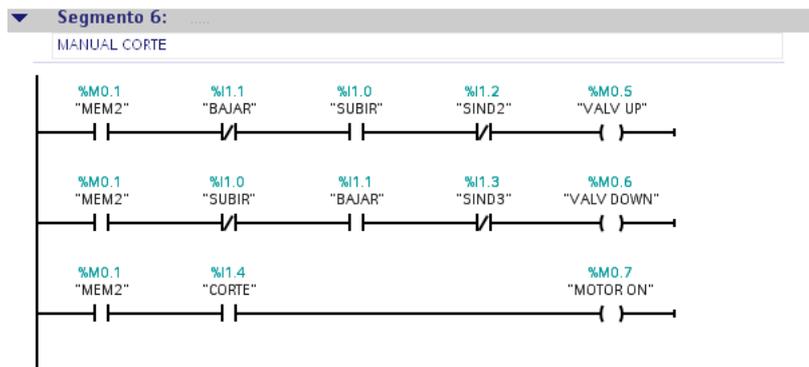


Figura III. 60 Corte manual

### Segmento 7

Los pistones 1 y 2 se pueden controlar a través de los pulsadores de apertura y cierre conectados al PLC. Se indica también que existe la seguridad de la lógica OR exclusiva entre dichos pulsadores. Los presostatos son los sensores que me indican cuando están abiertos o cerrados los pistones figura III.61.

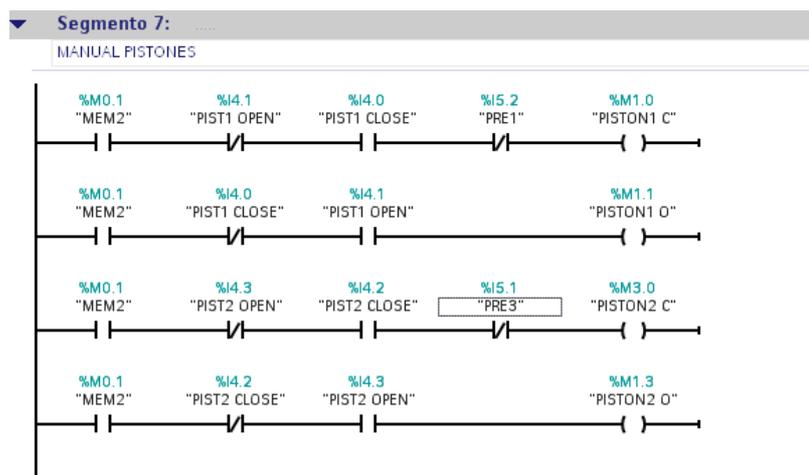


Figura III. 61 Modo manual de pistones

### Segmento 8

Para explicar de mejor manera el segmento 8 que corresponde al modo automático, se presenta el diagrama graficet de funcionamiento.

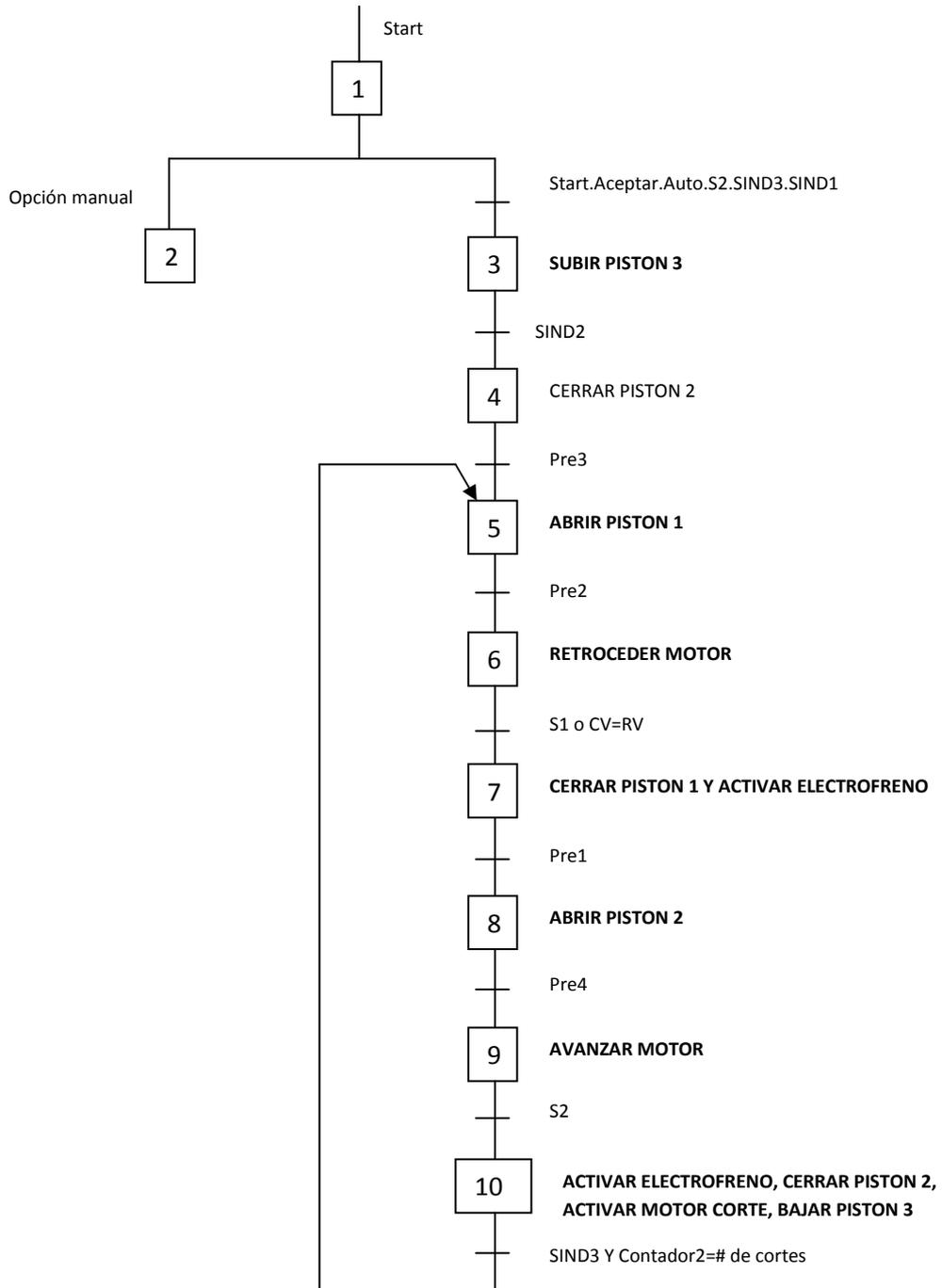


Figura III. 62 Graficet de control de la máquina cortadora

## Segmento 9

Para ver de una mejor manera el segmento 9 que corresponde a las salidas se puede utilizar una tabla para indicar con que marcas son activadas las salidas.

**Tabla III. XIII Activación de salidas del programa**

Salida	Activada por	Seguridad
Avance motor	%M0.3 %M2.3 %M2.4	Térmico
Retroceso Motor	%M0.4 %M2.0	Térmico
Electroválvula 1	%M0.5 %M1.5 %M2.7	
Electroválvula 2	%M0.6 %M2.6 %M2.3	
Motor Corte Set	%M0.7 %M2.6	Térmico
Electroválvula 5	%M1.0 %M2.1	
Electroválvula 6	%M1.1 %M1.7 %M2.3	
Electroválvula 3	%M3.0 %M1.6 %M2.5	
Electroválvula 4	%M1.3 %M2.2 %M2.3	
Motor corte Reset	%M2.3 %M2.7	Térmico

## Segmento 10

El segmento 10 se utiliza para realizar el Reset externo del encoder utilizando como señal el sensor final de carrera 2 que resulta más seguro que utilizar un Reset interno.

Específicamente sirve para limitar el recorrido del motor de avance y empezar con el corte.

El Sensor 2 resetea una marca *Mem4* que fue seteada anteriormente en un OB de interrupción que se describe más adelante.



Figura III. 63 Reseteo externo de marca

### Segmento 11

Finalmente el segmento siguiente muestra una forma de realizar el posicionamiento inicial de los pistones y motores.

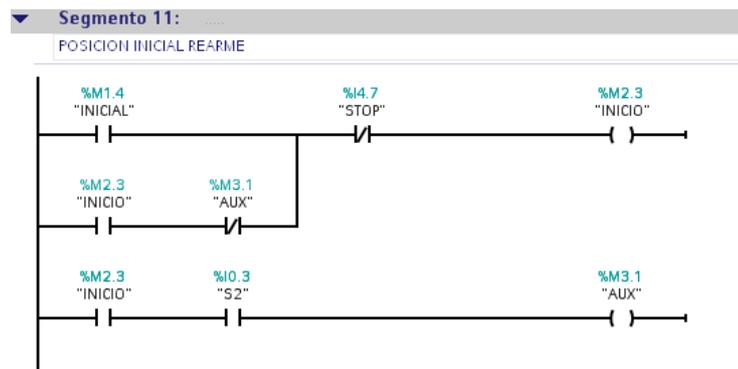


Figura III. 64 Segmento de posición inicial.

### Hardware Interrupt

Se ha creado un hardware interrupt para setear una marca cuando se cumpla la condición de que  $CV=RV$ , es decir si el valor que se ha ingresado en el campo distancia es igual a el valor de contaje del PLC realice el seteo de una marca, la cual se la utiliza para indicar que la distancia ingresada ya ha sido recorrida.

Esta marca se la utiliza en el programa principal *Main* para frenar el motor en retroceso



**Figura III. 65 Bloque hardware interrupt**

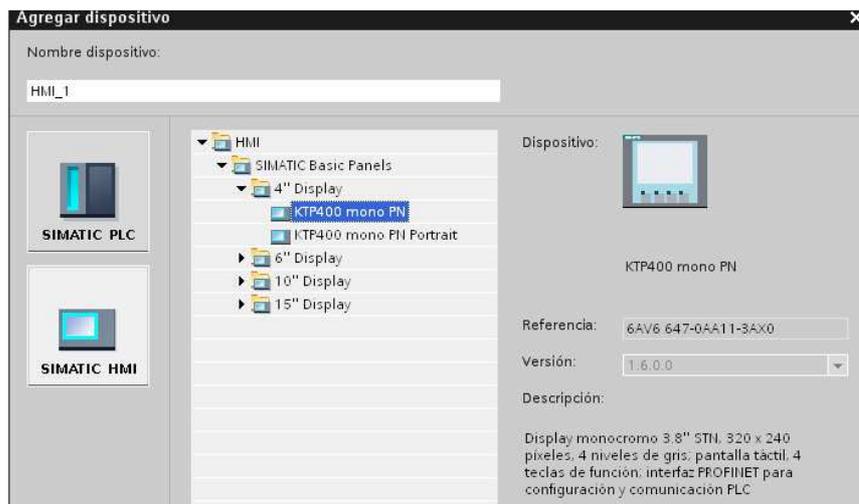
Se utiliza además un DB bloque de datos para el intercambio de datos entre el PLC y la pantalla HMI como se observa en la figura siguiente.

Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor inicial	Remanen...	Comen
Static				<input type="checkbox"/>	
DISTANCIA	DInt	0.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	
ACEPTAR	Bool	4.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	
NUMEROCORTES	Int	6.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	
RESETCORTES	Bool	8.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	
CONTADOR2	Int	10.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	

**Figura III. 66. Bloque de datos**

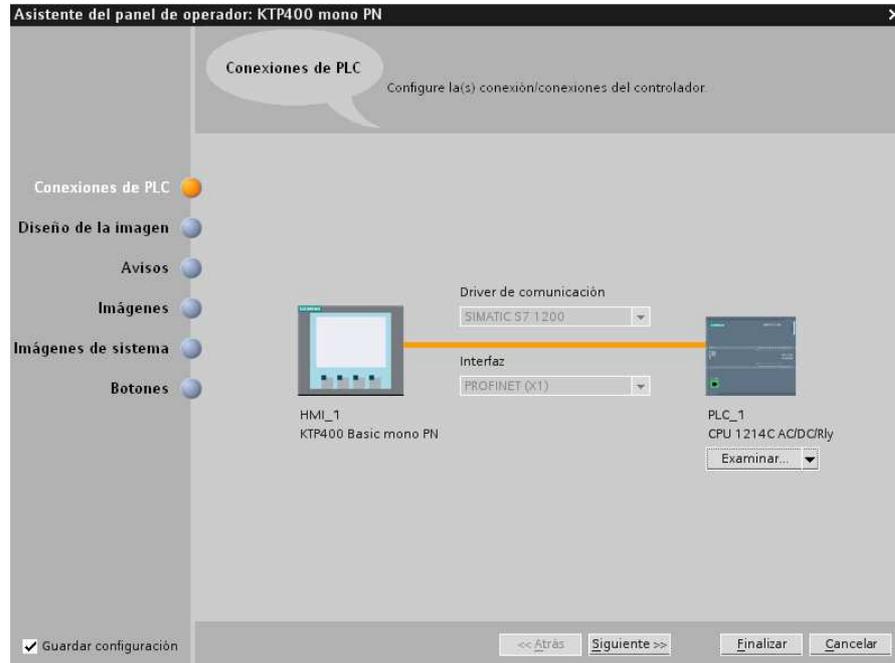
### 3.6.1.2 Diseño de las pantallas de usuario en WinCC Basic

El diseño de las pantallas esta realizado en WinCC Basic instalado dentro del paquete TIA Portal, y lo primero que se debe hacer es agregar un dispositivo en la vista del árbol de proyecto, luego seleccionar la pantalla correspondiente en este caso la ktp400 mono figura III.67.



**Figura III. 67 Agregando un dispositivo HMI**

Después se inicia el asistente de panel de operador donde se debe seleccionar la conexión con el PLC con el cual se realizará el intercambio de datos como se observa en la figura III.68.



**Figura III. 68 Conexión HMI con el PLC**

Hecha la conexión se puede empezar a diseñar la imagen principal y añadir más pantallas o se puede finalizar y después seguir añadiendo según se vaya necesitando.

Ahora se detallan las pantallas que se ha creado para el presente proyecto.

### **Pantalla Inicial**

La primera pantalla que se muestra es la de la figura III.69 donde se presenta una carátula y dos opciones.

El botón *Ingreso* activa la imagen Selección y el botón *Ayuda* activa la imagen del mismo nombre.



Figura III. 69 Pantalla inicial

El proceso para programar el botón es el siguiente.

Seleccionado el botón abrimos la pestaña propiedades, luego nos dirigimos a Eventos y seleccionamos un evento. Ahora se debe seleccionar Activar Imagen y se selecciona la imagen que se desea aparezca al pulsar el botón. Se lo puede ver en la siguiente figura III.70.

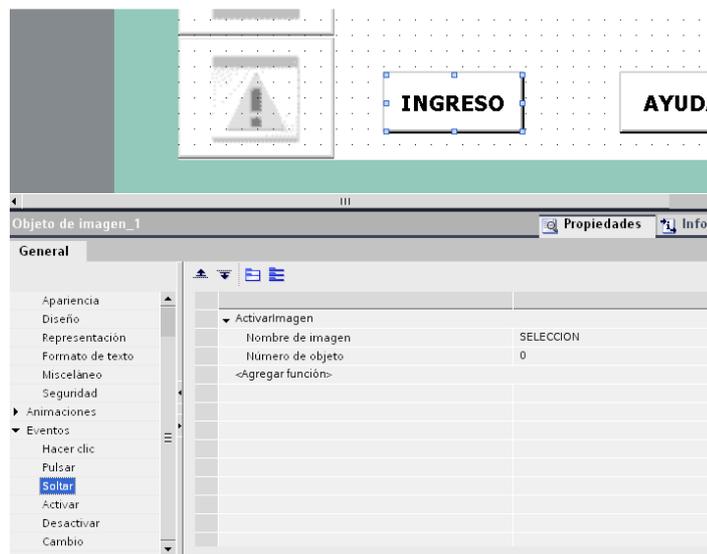
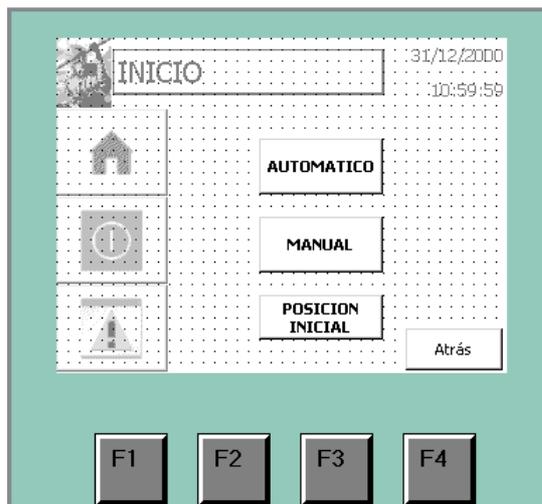


Figura III. 70 Programación de un botón

### **Pantalla de selección**

La siguiente pantalla después de seleccionar *Ingreso* es la pantalla Selección que se ve a continuación.

En esta pantalla se dispone tres botones lógicos. El primero *Automático* activa la imagen Proceso, el segundo *Manual*, activa la imagen Manual y el tercero sirve para realizar el posicionamiento inicial pero no activa ninguna imagen.



**Figura III. 71 Pantalla de selección**

### **Pantalla de proceso**

En esta pantalla se ubican un campo de entrada/salida para ingresar la distancia a cortar, otro campo igual al anterior para ingresar el número de cortes a realizar, un botón que permite aceptar los nuevos valores para los dos contadores.

Además se tiene un campo de salida para visualizar el valor de la distancia recorrida y otro también de salida para ver los cortes hechos.

También hay un botón para reiniciar el valor de cortes hechos y como es clásico en todas las pantallas disponemos de un botón Atrás que activa la imagen anterior.

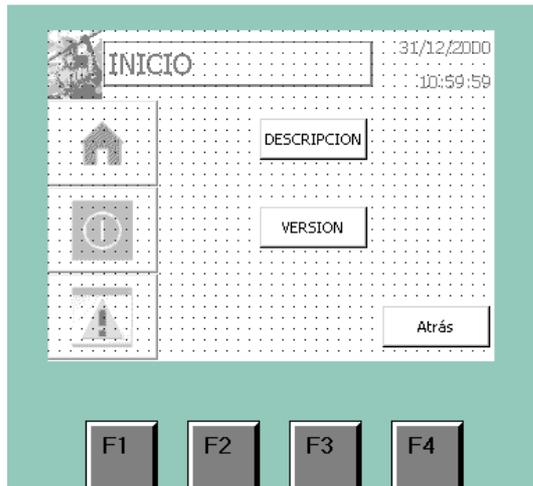
Se puede ver también que en el lado izquierdo están disponibles de 3 botones en todas las pantallas uno para ir a la imagen inicial con figura de una casa. Otro para reiniciar la pantalla y el último para ver las alarmas.



**Figura III. 72 Pantalla de proceso**

### **Pantalla de Ayuda**

Esta pantalla muestra dos opciones la una activa la imagen descripción y la otra activa la imagen información del proyecto como se observa en la figura siguiente.



**Figura III. 73 Pantalla Ayuda**

### **Pantalla Descripción**

Aquí se tiene una breve explicación de cómo realizar el ingreso de datos al PLC a través de la pantalla como se observa en la figura III.74.



**Figura III. 74 Pantalla Descripción**

### **Pantalla Información del Proyecto**

Finalmente en esta pantalla se muestra algunos datos acerca del proyecto y los autores figura III.75.



**Figura III. 75 Pantalla de información del proyecto**

Además también se han programado los botones físicos que dispone esta pantalla de la siguiente manera:

**F1:** Activa la pantalla descripción es decir va directamente a la ayuda para ingresar datos para el proceso.

**F2:** Va directamente a la pantalla de proceso.

**F3:** No programado

**F4:** Devuelve a la pantalla inicial

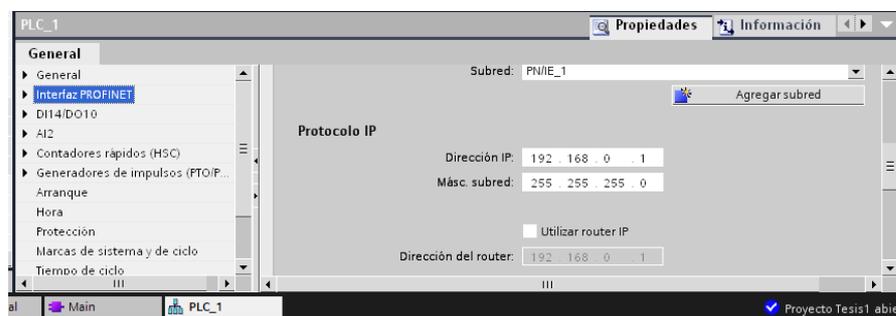
### 3.6.2 Comunicación PC con el PLC

Una PG o PC se comunica con el PLC s7-1200 a través de la interfaz Profinet que dispone este dispositivo, por medio del protocolo Ethernet.

Esta es una de las grandes ventajas de las que dispone este PLC sobre los demás ya que se puede cargar un programa definido por el usuario con cualquier cable Ethernet que lo puede adquirir o fabricarlo uno mismo.

Para el caso se ha utilizado un cable de par trenzado directo cat5e. Por esto el software al momento de realizar la configuración de hardware se puede modificar la dirección IP que es asignado al PLC que por defecto es la 192.168.0.1 con máscara de subred 255.255.255.0.

La modificación de la dirección IP se la realiza en la ventana *propiedades* de la configuración de dispositivos como se muestra en la figura III.76.

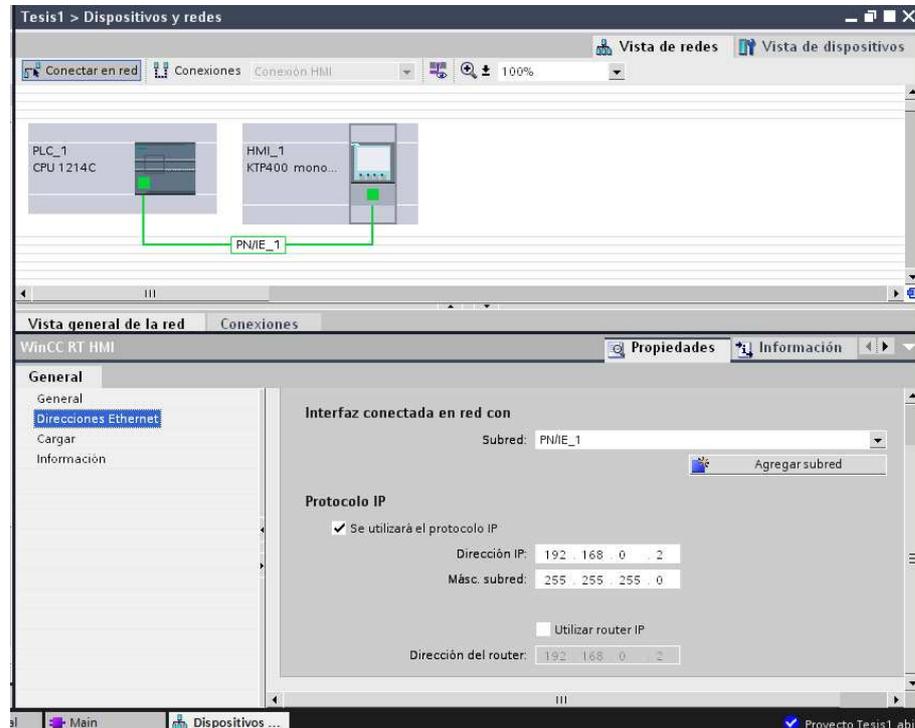


**Figura III. 76 Configuración de dirección IP en el PLC**

### 3.6.3 Comunicación Profinet s7-1200 con la pantalla ktp400

La pantalla HMI ktp400 monocromática se comunica con una PG o con una PC o también con el PLC a través de su interfaz Ethernet, por lo mismo necesita una dirección IP la cual debe pertenecer a la misma red en la que esta la computadora y el dispositivo PLC. Pero se debe tener muy en cuenta que al momento de programar la pantalla se asigne la misma dirección que anteriormente se ha asignado al PLC, ya que esto traerá conflictos cuando se comuniquen el PLC con la pantalla HMI.

En este caso se ha asignado la dirección 192.168.0.2 a la pantalla ktp400. Esto se lo puede visualizar haciendo clic en la pestaña *vista de redes* figura III.77.



**Figura III. 77** Asignación de dirección IP a la pantalla

### 3.7 Circuito Neumático

Para el control de los cilindros neumáticos se ha utilizado una base manifold mas tres electroválvulas biestables 5/2 con bobinas de 24vdc.

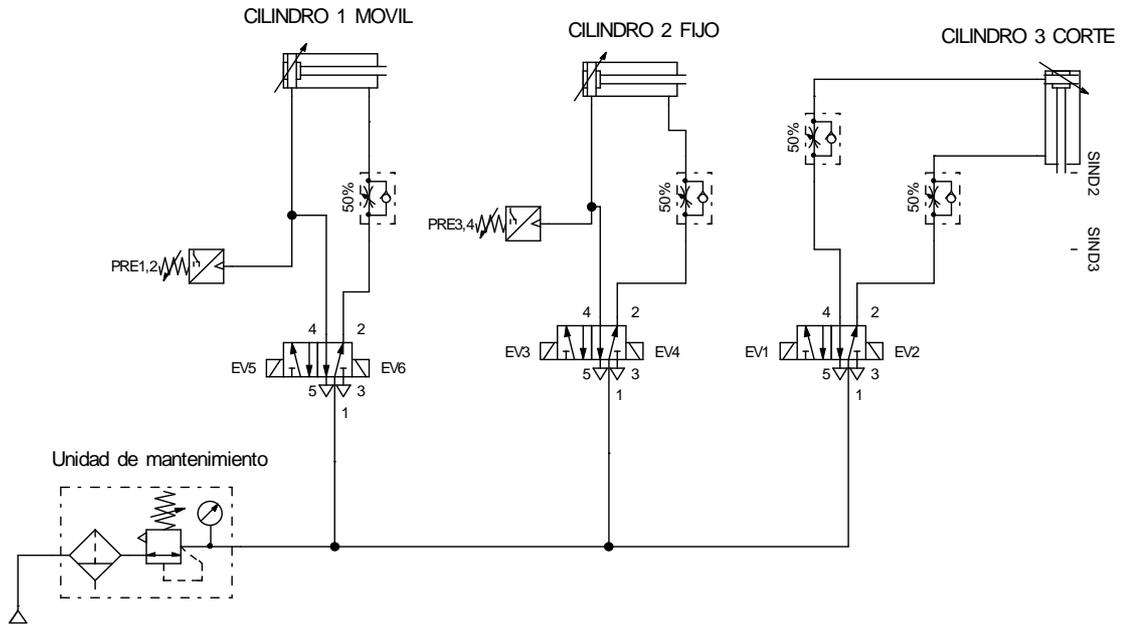
En la entrada como medida de seguridad se debe usar una unidad de mantenimiento para la purificación del aire que ingresa al sistema.

Se usan además dos presostatos para indicar la posición del vástago tanto para el cilindro móvil como para el fijo.

Para saber la posición del pistón de corte se tiene dos sensores inductivos SIND2 y SIND3.

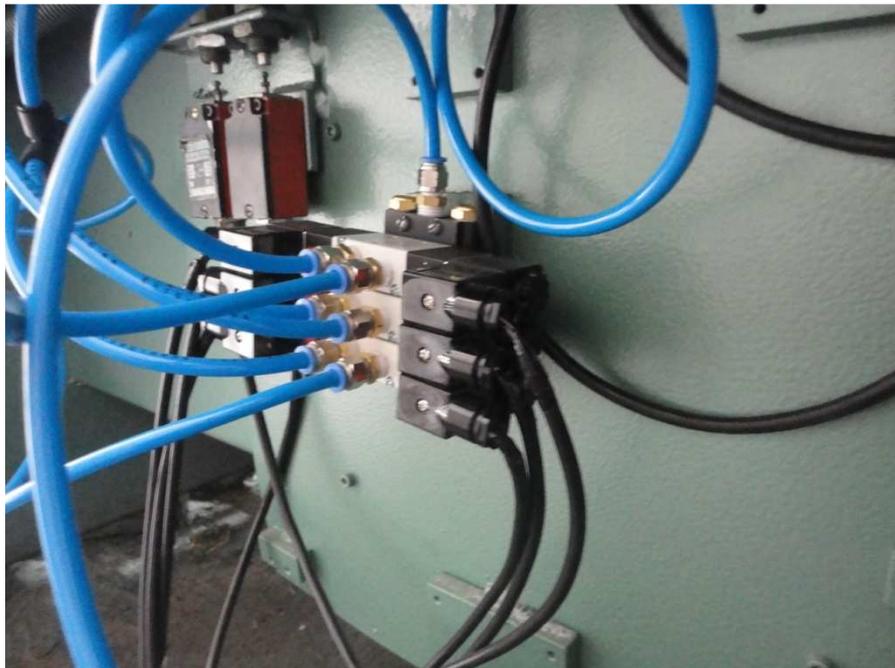
Existen válvulas de regulación con antirretorno para un avance y retroceso lento de todos los cilindros.

La siguiente figura muestra el circuito neumático en su forma más simple.



**Figura III. 78 Circuito neumático**

En la imagen siguiente se puede ver el circuito instalado en la maquina y conectados hacia los cilindros.



**Figura III. 79 Circuito neumático instalado**

### 3.8 Tablero de control

#### 3.8.1 Dimensionamiento de las protecciones

##### Fusibles

Para determinar qué tipo de fusible se necesita se requieren los datos de placa de los motores. La tabla siguiente muestra los datos de placa del motor de avance y retroceso y también los datos del motor de corte.

Tabla III. XIV Datos del motor de corte

	V(voltios)	In(Amperios)	P(HP)	fp
Motor de corte	220	7.2	2.5	0.68
Motor de avance y retroceso	220	2.5	1	0.78

##### Dimensionamiento de los conductores

Para la selección de los conductores y fusibles de los motores se ha realizado el cálculo de corrientes a plena carga a través de la siguiente fórmula:

$$I_T = 125\%IN_{(Motor\ mas\ grande)_N} + \sum_1^N IN_n \quad [3]$$

$$I_T = \frac{7.2 \times 25\%}{100\%} + 2.5 = 11.5[A]$$

*11.5[A] es la corriente para el cálculo del alimentador*

De donde:

$I_T$  Es la corriente a plena carga con sobrestimación

De ahí que para la selección del conductor, la corriente debe sobrestimarse en un 25% sobre la  $I_n$ .

De acuerdo a esto la corriente de los conductores es de 11.5A.

Ahora las tablas de conductores (ver Anexo A) indican que se debe utilizar un conductor #14AWG, pero se está en el límite que cubre dicha intensidad por lo que se debe adoptar la siguiente medida que es el cable #12.

### 3.9 Ubicación de elementos en el tablero de control

Los distintos elementos que componen tanto la etapa de control como la etapa de potencia se los ha distribuido como se muestra en las siguientes figuras.



Figura III. 80 Tablero instalado

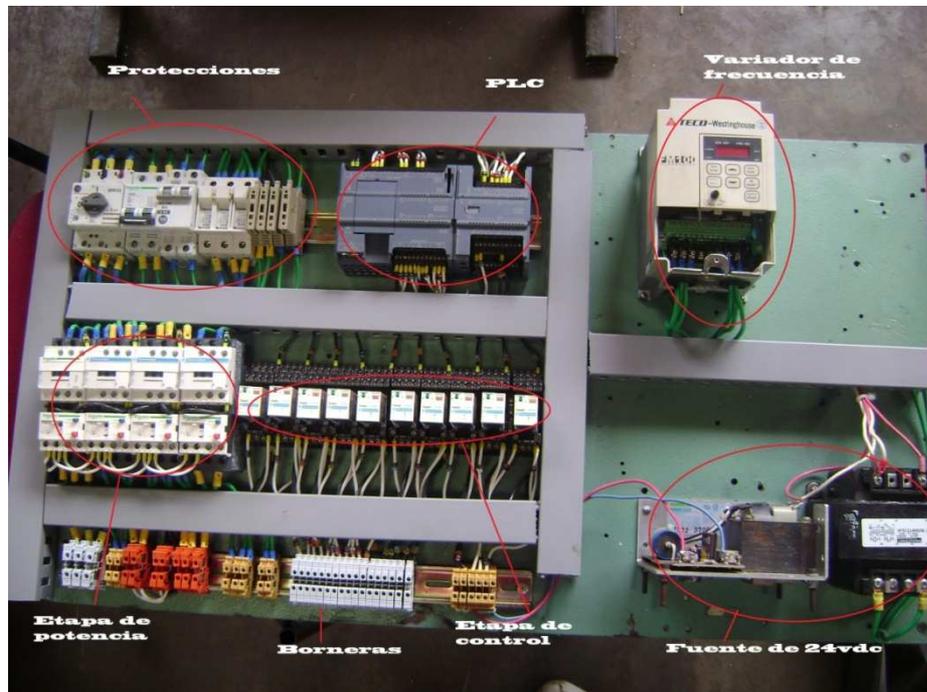


Figura III. 81 Tablero de control

## CAPITULO IV

### PUESTA EN MARCHA, PRUEBAS Y RESULTADOS

#### 4.1 Arranque de motores

- Se realiza en un solo tiempo.
- El estator se acopla directamente a la red.
- La corriente inicial es de 4 a 8 veces la nominal. Se considera para cálculos  $I_a=6.I_n$
- El par máximo se alcanza aproximadamente al 80 % de la velocidad nominal.
- El motor solo necesita tres bornes U – V – W.
- Para el giro se conectan:
  - L1 - 1
  - L2 - 2
  - L3 – 3

Los motores al ser activados tienen un valor de Corrientes nominales según se indica en la tabla siguiente:

Tabla IV. XV Datos de pruebas

Nombre	Corriente Nominal(A)	Voltaje(V)
Motor de corte	7.6	220
Motor de avance y retroceso	2.8	220

Los dimensionamientos del capítulo 3 están dentro de los rangos admisibles para el funcionamiento y protección de los motores.

#### **4.2 Pruebas del panel de control**

En las pruebas realizadas se pudo apreciar la optimización de elementos y la comunicación humano máquina, se pudo constatar los siguientes puntos:

- El tiempo es menor con la pantalla táctil HMI que con los elementos de mando tangibles.
- El ingreso y variación de los parámetros de corte a la distancia que se encuentra la pantalla dan más protección al operador.
- El corte del proceso por medio del paro de emergencia funciona según lo establecido para seguridad de un posible incidente.
- El botón o interruptor de posición inicial para el proceso dieron resultados favorables porque el operador no tiene la necesidad de colocarlo manualmente.
- En las pruebas realizadas se determinó poner un botón de START en el HMI y un botón tangible de mando de START para mayor seguridad y control del proceso.

#### **4.3 Pruebas de medición longitudinales**

En las pruebas que se realizaron, se pudieron apreciar algunos puntos con respecto a la limitación de la longitud de los cortes:

- La longitud máxima de corte es de 60cm por corte.
- No es exacto el corte máximo por lo que tiene que cortarse los perfiles < 60cm.
- El encoder tiene una precisión de dos flancos de subida por lo que casi es exacta la longitud.
- En las pruebas se pudo observar que la rueda que está rozando con el tubo de recorrido tiende a desgastarse.
- Con la incorporación del refrigerante ayuda a la limpieza del perfil cortado.
- En el momento de mover el perfil en el pistón móvil se tiene la ayuda del electro freno para un paro más exacto del motor de avance y retroceso.

El proceso de funcionamiento anterior para realizar el corte tenían que recorrer un seguro según una regla que tiene para medir, esto causaba una pérdida en el tiempo del proceso con el cambio en el método el tiempo es menor y más efectivo solo con el tiempo que se toma en colocar el perfil.

#### **4.4 Detección de fallas y depuración**

En medio de las pruebas realizadas se detectaron los siguientes fallos por lo que se tomaron las soluciones respectivas a los mismos como se indica a continuación:

- Las válvulas reguladoras con anti-retornó estaban conectadas en el regreso del pistón se pudo observar que el pistón avanzaba rápido y retornaba lento este proceso en los pistones al cerrar y abrir la entenalla puede dañar el perfil o causar un incidente al operador u otra persona que este próxima a la máquina. Como solución se los cambio para el cierre de la entenalla haciéndolo más lento y más rápido en el regreso.
- El encoder incremental tenía problemas de exactitud y medida por lo que se resolvió tomando 2 canales, y con la programación se tomaron para mayor precisión se tomaron dos pulsos discretos del flanco de subida.

## CONCLUSIONES

- Con el cumplimiento del objetivo de hacer un sistema semiautomático con la utilización un encoder y el PLC hemos automatizado el control de corte ayudando a que el operador tenga la facilidad de realizarlo por medio del HMI.
- Se han diseñado la circuitería eléctrica y neumática a partir del flujograma de funcionamiento de la máquina cortadora de perfiles.
- Los diseños se han hecho según los diferentes modelos matemáticos para el dimensionamiento de elementos y conductores.
- Se han optimizado el espacio y elementos por medio de la adaptación del HMI dando al proyecto un nivel industrial moderno.

## **RECOMENDACIONES**

- El proyecto tiene la opción de poder modificando su programación en el proceso o parámetros.
- Para un correcto manejo de la máquina se recomienda que el operador ingrese a la pantalla de ayuda que tiene el HMI, donde se indica el modo de ingreso de parámetros como la distancia a cortar y el número de cortes.
- El proceso como es semiautomático es limitado por lo que el operador debe ingresar los perfiles pero se puede acoplar un proceso que ponga los perfiles para complementar el proceso a totalmente automático.
- El operador necesita una inducción antes de utilizar la máquina para evitar accidentes.

## **RESUMEN**

Se realizó la repotenciación del sistema de control de la máquina cortadora de perfiles con el objetivo de facilitar el proceso de cortes para la empresa “Ingeniería de Mantenimiento y Control Industrial” IMAC.

El método utilizado es el inductivo, debido a que conociendo el funcionamiento de cada pieza de la máquina se logra llegar a un funcionamiento general de todo el sistema para el proceso de cortes metálicos. La técnica de control automático combinado con la programación facilitó la solución para este proyecto.

En el proyecto se usó los siguientes materiales, elementos hardware: 1 computador, 1 Controlador lógico programable, 1 pantalla táctil, 4 contactores y en software: Sistema Operativo XP, Step 7 Basic y WinCC Basic.

El programa está diseñado bajo lenguaje LADDER, el mismo es aplicado al proceso de cortes a través del controlador programable, y se ejecuta en tiempo real, resultando una muy efectiva aplicación industrial. A través de la pantalla táctil el operador ingresa datos de distancia y número de cortes y se inicia con el proceso. Se obtuvo como resultado que los cortes se realizan correctamente, además que aumenta la rapidez para realizar cortes a razón de 3 cortes por cada minuto es decir se aumentó el rendimiento de producción en un 200%.

La repotenciación del sistema de control de la máquina permite facilitar al operador el proceso de corte y aumentar el número de cortes en menos tiempo llegando a la meta deseada.

## **SUMMARY**

The repowering of the profile cutting machine control system was carried out to facilitate the cutting process for the enterprise "Maintenance Engineering and Industrial Control" IMAC. The used method was the inductive one because with the knowledge of each machine piece it is possible to reach a general functioning of the whole system for the metallic cutting process. The automated control technique combined with the programming facilitated the project solution. In the process the following materials and hardware elements were used: 1 computer, 1 programmable logic controller, 1 tactile screen and 4 contactors and in software: The Operative System XP, Step 7 Basic and WinCC Basic. The program is designed on the LADDER language which is applied to the cutting process through the programmable controller and is executed in real time, resulting in a very effective industrial application. Through the tactile screen the operator enters data of distance and number of cutting and starts with the process. The results were that the cuttings were carried out correctly; moreover, speed increases to perform cuttings at a rate of 3 cuttings per minute, i.e. the production yield increased by 200%. The machine control system repowering permits to facilitate the operator the cutting process and to increase the number of cuttings in less time reaching the desired goal.

## **GLOSARIO**

### **Sistema de control semiautomático**

También llamado mecánico, la acción motora es llevada a cabo por componentes mecánicos mientras que el hombre observa y controla su tarea, como por ejemplo al conducir un automóvil.

### **Velocidad síncrona**

Se llama velocidad síncrona o velocidad del sincronismo a la velocidad de giro de un motor cuando esta es igual a la velocidad del campo magnético del estator. La velocidad síncrona es constante y depende de la frecuencia de la tensión de la red eléctrica a la que esté conectado el motor y del número de pares de polos del motor.

### **Estator**

Un estator es una parte fija de una máquina rotativa, la cual alberga una parte móvil (rotor); en los motores eléctricos el estator está compuesto por un imán natural (en pequeños motores de corriente continua) o por una o varias bobinas montadas sobre un núcleo metálico que generan un campo magnético. En motores más potentes y de corriente alterna, también se les llama inductoras.

### **Interruptor**

Aparato de poder de corte destinado a efectuar la apertura y/o cierre de un circuito que tiene dos posiciones en las que puede permanecer en ausencia de acción exterior y que corresponden una a la apertura y la otra al cierre del circuito. Puede ser unipolar, bipolar, tripolar o tetrapolar.

### **Corriente de Foucault**

La corriente de Foucault (corriente parásita o "Corrientes torbellino" en inglés) es un fenómeno eléctrico descubierto por el físico francés León Foucault en 1851. Se produce cuando un conductor atraviesa un campo magnético variable, o viceversa.

### **Código Gray**

El código binario reflejado o código Gray, nombrado así en honor del investigador Frank Gray, es un sistema de numeración binario en el que dos valores sucesivos difieren solamente en uno de sus dígitos.

### **Relé térmico**

Los Relés Térmicos son los aparatos más utilizados para proteger los motores contra las sobrecargas débiles y prolongadas. Se pueden utilizar en corriente alterna o continua.

## ANEXOS

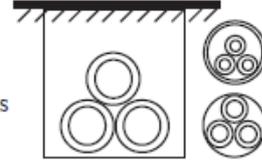
### ANEXO A TABLA DE CAPACIDAD DE CONDUCTORES

**TABLA 310-16**

**INTENSIDAD DE CORRIENTE ADMISIBLE (AMPERE).**

No más de tres conductores monopolares aislados.

\* En un cable    \* En una canalización    \* Directamente enterrados



Calibre AWG/ kcmil	Temperatura máxima admisible en el conductor. Operación continua					
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C
	Tipos TW* UF*	Tipos RHW*, THW*, THHW*, THW-LS, THHW-LS, THWN*, XHHW*	Tipos SA, SIS, FEP*, FEPB, RHH*, RHW-2, THW-2, THHW*, THHW-LS, TT, THWN-2, THHN*, USE- 2, XHHW-2, XHHW*	Tipos TW* UF*	Tipos RHW*, THW*, THHW*, THW-LS, THHW-LS, THWN*, XHHW*	Tipos SA, SIS, FEP*, FEB*, RHH*, RHW-2, THW-2, THHW*, THHW-LS, TT, THWN-2, THHN*, USE-2, XHHW-2
	Cobre			Aluminio		
18	....	....	14	....	....	....
16	....	....	18	....	....	....
14	20*	20*	25*	....	....	....
12	25*	25*	30*	20*	20*	25*
10	30	35*	40*	25*	30*	35*
8	40	50	55	30	40	45
6	55	65	75	40	50	60
4	70	85	95	55	65	75
2	95	115	130	75	90	100
1	110	130	150	85	100	115
1/0	125	150	170	100	120	135
2/0	145	175	195	115	135	150
3/0	165	200	225	130	155	175
4/0	195	230	260	150	180	205
250	215	255	290	170	205	230
300	240	285	320	190	230	255
350	260	310	350	210	250	280
400	280	335	380	225	270	305
500	320	380	430	260	310	350
600	355	420	475	285	340	385
750	400	475	535	320	385	438
1000	455	545	615	375	445	500

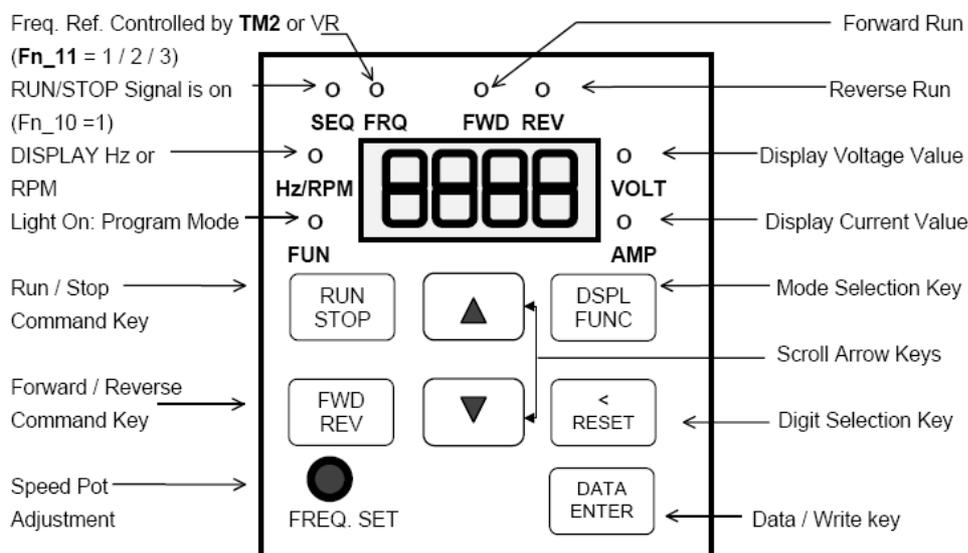
La protección de sobrecorriente para los tipos de conductores marcados con \* no debe exceder de:

15 A para calibre 14, 20 A para calibre 12 y 30 A para calibre 10 AWG, para conductores de cobre.

15 A para calibre de 12 y 25 A para calibre 10 AWG para conductores de aluminio, después de haber aplicado los factores de corrección por temperatura ambiente y agrupamiento de conductores.

## ANEXO B PARÁMETROS DE PROGRAMACIÓN DEL VARIADOR

### Keypad Illustration



### Lista de parámetros

Function	Fn_xx	Description	Engineering Units	Range	Factory Setting	Page
Drive Capacity	0	Drive Capacity Selection	1	1 - 18	*3	23
Accel Time	1	Accel Time 1	0.1 sec	0.1 - 3600 sec	10 sec	23
Decel Time	2	Decel Time 1	0.1 sec	0.1 - 3600 sec	10 sec	23
Stop / Start Control <b>TM2</b>	3	xx00 : FWD / STOP, REV / STOP xx01 : FWD / REV, RUN / STOP xx10 : 3-Wire Start / Stop Control x0xx : REV Command Enable x1xx : REV Command Disable 0xxx : Setting Frequency will remain at last Output Frequency when Inverter stops and <b>Fn_11 = 3</b> 1xxx : Setting Frequency will be 0 (zero) when Inverter stops and <b>Fn_11 = 3</b>			0000	24
Parameter Lockout	4	xxx0 : Enable ( <b>Fn_17 - 25</b> ) xxx1 : Disable ( <b>Fn_17 - 25</b> ) xx0x : Enable (Functions except <b>Fn_17 - 25</b> ) xx1x : Disable (Functions except <b>Fn_17 - 25</b> )			0000	25
V/Hz Pattern	5	V/Hz Pattern Selection	1	0 - 18	9 / 0	25
Frequency Limit	6	Frequency Upper Limit	0.01Hz	0 - 400Hz	60 / 50	27
	7	Frequency Lower Limit	0.01Hz	0 - 400Hz	0Hz	27
Target Speed	8	Target Frequency Setting	0.01Hz	0 - 400Hz	0Hz	27
Target Speed Bandwidth	9	Frequency Setting Detection Width (+ / - F9 / 2)	0.01Hz	0 - 30Hz	0Hz	27

START / STOP Selection	10	0 : Keypad 1 : <b>TM2</b>	0	28
Frequency Command Selection	11	0 : Controlled by ( <b>Fn_25</b> ) Master Reference at Keypad 1 : Controlled by Keypad Frequency Setting Potentiometer 2 : Controlled by <b>TM2</b> (Speed Pot) 3 : Controlled by Preset Speeds or Multi-Function Inputs (Terminals 6 / 7 / 8)	0	28

Function	Fn_xx	Description	Engineering Units	Range	Factory Setting	Page
Stall Prevention	12	xxx0 : Stall Prevention during Accel enable xxx1 : Stall Prevention during Accel disable xx0x : Stall Prevention during Decel enable xx1x : Stall Prevention during Decel disable x0xx : Stall Prevention during Run enable x1xx : Stall Prevention during Run disable 0xxx : Stall Prevention Decel Time set by Fn_02 1xxx : Stall Prevention Decel Time set by Fn_15			0000	29
Stall Prevention	13	Stall Prevention starting level during Accel	1%	30 - 200%	110%	29
	14	Stall Prevention Level during Run	1%	30 - 200%	160%	29
	15	Decel Time during Stall Prevention	0.1 sec	0.1 - 3600 sec	3 sec	29
Direct Start & Reset and Numbers of Input Signal Scanning	16	xxx0 : Direct Start enable when remote RUN command ON xxx1 : Direct Start disable when remote RUN command ON xx0x : Reset effective only if remote RUN command OFF xx1x : Reset effective disregard of remote RUN command condition 00xx : <b>TM2</b> will scan 10 times 01xx : <b>TM2</b> will scan 5 times 10xx : <b>TM2</b> will scan 3 times 11xx : <b>TM2</b> will scan 1 time			0000	30
Preset Speeds	17	Preset Speed 1	0.01Hz	0 - 400Hz	5.00Hz	30
	18	Preset Speed 2	0.01Hz	0 - 400Hz	10.00Hz	30
	19	Preset Speed 3	0.01Hz	0 - 400Hz	20.00Hz	30
	20	Preset Speed 4	0.01Hz	0 - 400Hz	30.00Hz	30
	21	Preset Speed 5	0.01Hz	0 - 400Hz	40.00Hz	30
	22	Preset Speed 6	0.01Hz	0 - 400Hz	50.00Hz	30
	23	Preset Speed 7	0.01Hz	0 - 400Hz	60.00Hz	30
Jog Speed	24	Jog Frequency Reference	0.01Hz	0 - 400Hz	2.00Hz	31
Master Frequency	25	Master Frequency Reference from the Keypad	0.01Hz	0 - 400Hz	5.00Hz	31
Analog Input Frequency Command	26	Frequency Reference	0.01Hz	0.0 - 400Hz	0Hz	32
	27	Voltage Reference Ratio 1	0.1%	0 - 100.0%	0%	32
	28	Voltage Reference Ratio 2	0.1%	0 - 999.9%	100%	32

Function	Fn_ xx	Description	Engineering Units	Range	Factory Setting	Page
Direction + / -	29	Positive / Negative Direction	1	0 : Positive 1 : Negative	0	32
Power Voltage	30	Input Voltage of Power Supply	0.1V	200 - 480V	*3	33
Momentary Power Loss Ride Through	31	Momentary Power Loss Ride Through Time	0.1 sec	.7 - 2 sec	0.5 sec	33
	32	xxx0 : Disable xxx1 : Enable			0	33
	33	Reserved for Future Use				33
Auto Restart	34	Auto Restart Time	0.1 sec	0 - 800 sec	0 sec	33
	35	No. of Auto Restart Attempts	1	0 - 10	0	33
Motor Poles	36	No. of Motor Poles	2P	2 - 8 pole	4P	33
V/Hz Pattern	37	Max. Frequency	0.01Hz	50 - 400Hz	60 / 50Hz	34
	38	Max. Voltage Ratio	0.1%	0 - 100%	100%	34
	39	Mid. Frequency	0.01Hz	0.11 - 400Hz	3.0 / 2.5Hz	34
	40	Mid. Voltage Ratio	0.1%	0 - 100%	7.5%	34
	41	Voltage Ratio at 0.1Hz	0.1%	0 - 100%	7.5%	34
Starting Freq.	42	Start Frequency Adjustment	0.01Hz	0.1 - 10Hz	1Hz	35
Carrier Freq.	43	Carrier Frequency Adjustment	1	0 - 15	14	35
Stopping Mode and Braking Resistor Protection	44	xxx0 : Decel to Stop xxx1 : Coast to Stop xx0x : Braking Resistor Thermal Protection disable xx1x : Braking Resistor Thermal Protection enable			0000	35
Multi-Function Analog Output Selection (Terminals) (14 & 15)	45	Gain : Analog Output	1%	0 - 200%	100%	36
	46	0 : Output Frequency (Fn_6 Max.) 1 : Set Frequency (Fn_6 Max.) 2 : Output Voltage 3 : Bus Voltage			0	36
Display Mode	47	xxx0 : Output Voltage (VAC) Display disable xxx1 : Output Voltage (VAC) Display enable xx0x : Bus Voltage (VDC) Display disable xx1x : Bus Voltage (VDC) Display enable x0xx : Output Current (IAC) Display disable x1xx : Output Current (IAC) Display enable			0000	36

Function	Fn_xx	Description	Engineering Units	Range	Factory Setting	Page
Dynamic Braking and Priority of Stopping and Speed Search & AVR Control	48	xxx0 : Enhanced Braking Capacity xxx1 : Standard Braking Capacity xx0x : STOP Key effective in Remote Control Mode xx1x : STOP Key ineffective in Remote Control Mode x0xx : Speed Search controlled by Terminals on TM2 x1xx : Speed Search effective during Inverter Start 0xxx : AVR Function effective 1xxx : AVR Function ineffective			0000	37
Accel / Decel	49	Accel Time 2	0.1 sec	0.1 - 3600 sec	10.0 sec	37
Time 2	50	Decel Time 2	0.1 sec	0.1 - 3600 sec	10.0 sec	37
Display mode	51	Display Mode Selection	1	0 - 5	0	37
	52	Engineering Units	1	0 - 9999	1800	37
DC Braking	53	DC Braking Time	0.1 sec	0 - 25.5 sec	0.5 sec	38
	54	DC Braking Injection Freq.	0.1Hz	0.1 - 10Hz	1.5Hz	38
	55	DC Braking Level	0.1%	0 - 20%	8%	38
Multi-Function Inputs	56	Multi-Function Input 1 (Terminal 6)	00 : SP1 01 : SP2 02 : SP3		00	38
	57	Multi-Function Input 2 (Terminal 7)	03 : Jog 04 : Accel / Decel Time Selection 05 : External Emergency Stop		01	38
	58	Multi-Function Input 3 (Terminal 8)	06 : External Coast Stop 07 : Speed Search		02	38
	59,60	Reserved for Future Use				38
Multi-Function Output	61	Multi-Function Output 1 (Terminals 10 & 11)	00: Run Mode		00	40
			01: At Target Speed			40
			02: Set Frequency (Fn_08/09)			40
			03 Frequency Detection (Fn_08)			40
	62	Reserved for Future Use	04 Frequency Detection (Fn_08)			40
	63	Reserved for Future Use	05 Overcurrent Detection			40

Function	Fn_ xx	Description	Engineering Units	Range	Factory Setting	Page
Skip Frequency Control	65	Setting Prohibited Freq. 1	0.01Hz	0 - 400Hz	0Hz	41
	66	Setting Prohibited Freq. 2	0.01Hz	0 - 400Hz	0Hz	41
	67	Setting Prohibited Freq. 3	0.01Hz	0 - 400Hz	0Hz	41
Bandwidth	68	Setting Prohibited Freq. Range	0.01Hz	0 - 10Hz	0Hz	41
Electronic Thermal Overload Protection	69	xxx0 : Electronic Thermal Motor Protection enable xxx1 : Electronic Thermal Motor Protection disable xx0x : Electronic Thermal Characteristics in accordance with a Standard Motor xx1x : Electronic Thermal Characteristics in accordance with a Special Motor x0xx : <u>Constant Torque</u> Inverter Protection OL : 103% Continuous 150% for 60 seconds x1xx : <u>Variable Torque</u> Inverter Protection OL : 113% Continuous 123% for 60 seconds 0xxx : Coast to Stop after Electronic Thermal Motor Protection is energized 1xxx : Operation continued after Electronic Thermal Motor Protection is energized			0000	41
Reference Amps	70	Motor Rated Current	0.1A	-	Specs.	41
Torque Boost	71	Torque Boost Selection				44
	72	Torque Boost Gain	0.1%	0.0 - 10.0%	0.0%	44
	74	Reserved for Future Use				44
	75	Motor No Load Current				44
Slip Compensation	76	Motor Rated Slip	0.01Hz	0.00 - 6.00Hz	0.00Hz	44
Overtorque Control	77	xxx0 : Overtorque Detection disable xxx1 : Overtorque Detection enable xx0x : Enable only if at Set Frequency xx1x : Enable during Operation x0xx : Operation continued after Overtorque is Detected x1xx : Coast to Stop after Overtorque is Detected			0000	44
	78	Overtorque Detection Level	1%	30 - 200%	160%	45
	79	Overtorque Detection Time	0.1 sec	0 - 25 sec	0.1 sec	45

Function	Fn_ xx	Description	Engineering Units	Range	Factory Setting	Page
S-Curve	80	S-Curve Time 1 in the period of Accel / Decel Time 1	0.1 sec	0 - 4 sec	0.2 sec	46
	81	S-Curve Time 2 in the period of Accel / Decel Time 2	0.1 sec	0 - 4 sec	0.6 sec	46
Energy Savings	82	xx00: Energy Savings disable xx01: Energy Savings controlled by Multi-Function Input Terminals using the Preset Speed Functions xx0x: Set Freq. Output after Process Timer finishes counting			0000	47
	83	Energy Saving Gain	1%	0 - 100%	80%	47
Sequence Control	84	xxx0 : Process Timer disable xxx1 : Process Timer enable xx0x : Set Freq. Output after Process Timer finishes counting xx1x : Zero Speed Output after Process Timer finishes counting			0000	48
Process Timers	85	Process Timer 1	0.1 sec	0 - 3600 sec	0 sec	49
	86	Process Timer 2	0.1 sec	0 - 3600 sec	0 sec	49
	87	Process Timer 3	0.1 sec	0 - 3600 sec	0 sec	49
	88	Process Timer 4	0.1 sec	0 - 3600 sec	0 sec	49
	89	Process Timer 5	0.1 sec	0 - 3600 sec	0 sec	49
	90	Process Timer 6	0.1 sec	0 - 3600 sec	0 sec	49
	91	Process Timer 7	0.1 sec	0 - 3600 sec	0 sec	49
Vibration Control	92	Vibration Control Times	1	1 - 100	5	49
	93	Vibration Control Gain	0.1%	0 - 100%	0%	49
	94	Vibration Control Bias	1%	0 - 30%	0%	49
	95	Parameters for Factory Adjustment				50
	96	Do Not Change				50
Fault Contact Control	97	xxx0 : Fault Contact is Not energized during Auto Restart Operation xxx1 : Fault Contact is energized during Auto Restart Operation xx0x : Fault Contact is Not energized during Momentary Power Loss Detection xx1x : Fault Contact is energized during Momentary Power Loss Detection			0000	50

Function	Fn_ xx	Description	Engineering Units	Range	Factory Setting	Page
Fault Contact Control (Continued)	97	x0xx : Fault Contact is Not energized during External Emergency Stop x1xx : Fault Contact is energized during External Emergency Stop 0xxx : Fault Contact is Not energized during External Base Block 1xxx : Fault Contact is energized during External Base Block			0000	50
Fault Contact Control	98	xxx0 : Fault Contact is Not energized after Overtorque is Detected xxx1 : Fault Contact is energized after Overtorque is Detected xx0x : Fault Contact is Not energized after Electronic Thermal Motor Protection is activated xx1x : Fault Contact is energized after Electronic Thermal Motor Protection is activated x0xx : Fault Contact is Normally Open (NO) x1xx : Fault Contact is Normally Closed (NC) 0xxx : Fault Contact is Not energized after Electronic Thermal Inverter Protection is activated 1xxx : Fault Contact is energized after Electronic Thermal Inverter Protection is activated			0000	50
Parameter Control for Communication	99	Reserved for Future Use				50
	100	Communication Address	1	1 - 32	*3	51
	101	Baud Rate of Communication	1	0 : 4800 bps 1 : 9600 bps 2 : 19200 bps 3 : 38400 bps	*3	51
Parameter Control for Communication	102	xxx0 : 1 Stop Bit xxx1 : 2 Stop Bits xx0x : Even Parity xx1x : Odd Parity x0xx : With Parity x1xx : Without Parity 0xxx : 8 Bits Data 1xxx : 7 Bits Data	*3	52		51

Function	Fn_ xx	Description	Engineering Units	Range	Factory Setting	Page
	103	For Factory Setting Only				0
	106	Reserved for Future Use				0
	107	Reserved for Future Use				0
	108	Reserved for Future Use				0
	109	Reserved for Future Use				0
	110	Reserved for Future Use				0
	111	Reserved for Future Use				0
	112	Reserved for Future Use				0
	113	Reserved for Future Use				0
	114	Reserved for Future Use				0
	115	Reserved for Future Use				0
	116	Reserved for Future Use				0
	117	Reserved for Future Use				0
	118	Reserved for Future Use				0
	119	Reserved for Future Use				0
	120	Reserved for Future Use				0
	121	Reserved for Future Use				0
	122	Reserved for Future Use				0
Return to Factory Setting	123	1111 : Reset to Factory Setting (for 60Hz Power System) 1110 : Reset to Factory Setting (for 50Hz Power System)			0000	52
CPU Version	124	CPU Software Version			*3	52
Fault Log	125	Fault Log for Last Three Faults			1. --- 2. --- 3. ---	53

#### SETTING THE RANGE:

The setting of the Accel & Decel Times along with the frequency are only 4 digits when set by the Keypad (for example: 3599 sec / 399.9Hz).

5 digits (for example: 3599.9 sec or 399.99 Hz) are available when controlled by a programmable controller (PLC) or computer communication mode.

# ANEXO C CARACTERISTICAS SENSOR INDUCTIVO

## PROXIMITY SENSOR

### SELECTION GUIDE



#### ■ Sensing distance

Sensing distance are based on a standard target made of mild steel. If the target to be sensed is other than mild steel, or if the surface has been plated, a Material Correction Factor must be applied. Thus the Practical Sensing Distance must be multiplied by the Material Correction Factor to obtain a Corrected Sensing Distance. Refer to the Table of Common Material Correction Factors. The correction factors shown are only to be used as a guideline.

Table of Common Material Correction Factors

Inductive Sensors		Capacitive Sensors	
Mild Steel	1.00	Metals	1.00
Stainless Steel	0.85	Water	1.00
Brass, Bornze	0.55	Plastic	0.50
Aluminum	0.45	Glass	0.50
Copper	0.40	Wood	0.40

14

PROXIMITY SENSOR

Thickness	Metal	Steel	Copper
Plating		100	100
Zn 5~15μ		90~120	95~105
Cd 5~15μ		100~110	95~100
Ag 5~15μ		60~90	85~100
Cu 10~20μ		70~95	95~105
Cu 5~15μ		-	95~105
Cu 5~10μ		70~95	-

#### ■ Terminology

- **PROXIMITY SENSOR** - A device which detects the presence of an object without physical contact.
- **INDUCTIVE SENSOR** - A sensor that reacts to a metal target. The target is sensed when the energy emitted from the sensing face is absorbed by the target.
- **CAPACITIVE SENSOR** - A sensor that reacts to a solid, liquid

or granular target. The target is sensed when the dielectric surrounding the sensing face is changed by the target.

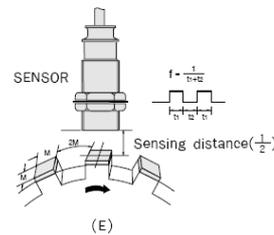
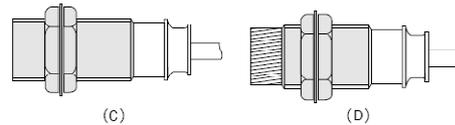
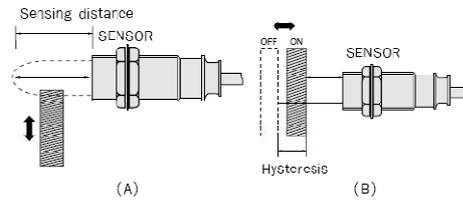
- **LEAKAGE CURRENT** - The amount of current flowing through a load when a two-wire AC sensor is in the OFF state.
- **NPN OUTPUT** - A transistor output which switches the negative side of a DC power supply(common) to the load. It is also known as Current Sinking.
- **PNP OUTPUT** - A transistor output which switches the positive side of a DC power supply to the load. It is also known as Current Sourcing.

- **REVERSE POLARITY PROTECTION** - Internal circuitry to prevent sensor damage due to improper power supply polarity.
- **MAXIMUM SENSING DISTANCE** - The maximum theoretical distance from a sensor face that a target can be detected.

- (A) • **SENSING DISTANCE** - The usable sensing distance which takes into account maximum variations in supply voltage and temperature. This distance is generally recommended to be 80% of Maximum Sensing Distance.
- (B) • **HYSTERESIS** - The difference between the pickup point of a target as it approaches the sensing face and the release point of a target as it moves away from the sensing face. It is expressed as a percentage of the Maximum Sensing Distance.
- (C) • **SHIELDED SENSOR** - A sensor only the sensing face exposed which permits unrestricted mounting in the vicinity of a metallic surface. It has a shorter sensing distance than a non-shielded sensor.
- (D) • **NON-SHIELDED SENSOR** - A sensor with an exposed sensing head yielding a longer sensing distance than shielded versions. Non-shielded sensors must be mounted with adequate clearance between the sensing head and a

metallic mounting.

- (E) • **SWITCHING FREQUENCY**-The maximum speed a sensor can turn ON and OFF using a Standard Target.



# PROXIMITY SENSOR

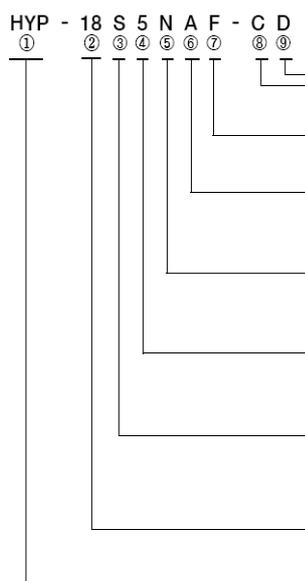
SELECTION GUIDE (HYP Series)



## Output circuit

		Model	Output type
DC switching	N		Object: NO, NC Load [Red~White]: Output Signal [White~Black]: Output: ON, OFF
	P		Object: NO, NC Load [Red~White]: Output Signal [White~Black]: Output: ON, OFF
	N		Object: NO, NC Load [Red~White]: Output Signal [White~Black]: Output: ON, OFF
	P		Object: NO, NC Load [Red~White]: Output Signal [White~Black]: Output: ON, OFF
AC switching			Object: NO, NC Load: Output: UN, OFF

## Ordering information



NO.	Classification	Sign	Description
⑨	Wave Type	D	Differential Wave Type
⑧	Type of Connector	C CR	Connector Type Relay Connector Type
⑦	Detection	F U	Front detection Upper detection (Valid in HYP-18S)
⑥	Output Type	A C	Normal Open Type Normal Close Type
⑤	Power supply and Output	N P A T N1 P1	NPN Type PNP Type AC 2 Wire Type DC 2 Wire Type NPN NO + NC PNP NO + NC
④	Sensing distance	?~?0	Detecting Distance(mm)
③	Shape	S R RL RS RP FP FA	Square Type Standard Round Case Type Long Round Case Type Short Round Case Type Plastic Case Type Plastic Flat Type Aluminum Flat Type
②	Diameter	18	Round Type:Diameter of Head(mm) Square Type:A side Length of head
①	Model	HYP HCP	Inductive Proximity Switch Capacitive Proximity Switch

\* ⑦ None indication is Front detecting type.

# PROXIMITY SENSOR

SELECTION GUIDE (HYP Series)

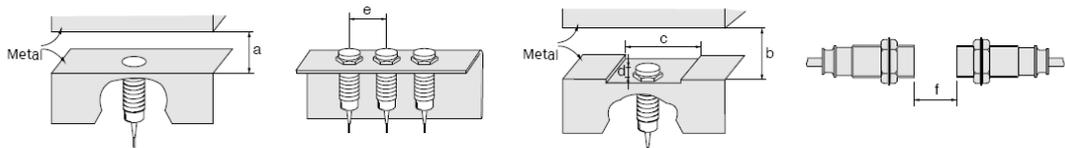


## ■ Installation

The possibility of frequency interference exists when sensors are mounted adjacent to each other. To prevent this possibility, a minimum spacing between adjacent sensors must be maintained.

It is good engineering practice to mount sensors either horizontally or with the sensing face down. This will prevent metal fillings or other foreign contamination from falling on the sensor face and causing erroneous operation.

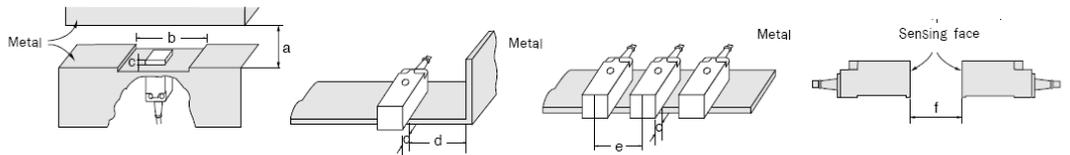
### ● Round type



(unit : m/m)

MODEL	HYP-12R2□□	HYP-12R4□□	HYP-18R5□□ HYP-18RL5□□	HYP-18R8□□ HYP-18RL8□□	HYP-30R10□□	HYP-30R15□□
a	6	-	15	-	30	-
b	-	12	-	24	-	54
c	-	36	-	54	-	90
d	-	11	-	14	-	15
e	24	36	36	48	60	90
f	12	24	30	48	60	90

### ● Square type



(unit : m/m)

MODEL	HYP-18S5	HYP-18S8	HYP-25S5	HYP-25S8	HYP-25S12	HYP-30S10	HYP-30S15	HYP-40S20
a	15	24	15	24	36	30	45	60
b	-	54	-	-	75	-	90	-
c	-	8	-	-	12	-	15	-
d	10	20	25	25	36	30	45	40
e	36	40	40	45	55	60	75	80
f	30	48	30	48	55	60	90	120

# PROXIMITY SENSOR

SELECTION GUIDE (HYP Series)



## ■ DC Switching Inductive Sensor (3 Wire Round Type)

Appearance	Model	Sensing distance (mm)	Mounting distance (mm)	Frequency (Hz)	Remarks
	HYP -12R2NA -12R2NC	2	0~1.6 (12×12×1)	800	1. Power DC 12~24V (DC 10~30V)  2. Control output Max. 200mA  3. Object Metallic surface  • Non-metallic object's sensing distance will be shorten
	HYP -12R2PA -12R2PC	2	0~1.6 (12×12×1)	800	
	HYP -12R4NA -12R4NC	4	0~3.2 (12×12×1)	400	
	HYP -12R4PA -12R4PC	4	1~3.2 (12×12×1)	400	
	HYP -18R5NA -18R5NC	5	0~4 (18×18×1)	350	
	HYP -18R5PA -18R5PC	5	0~4 (18×18×1)	350	
	HYP -18R8NA -18R8NC	8	0~6.4 (25×25×1)	200	
	HYP -18R8PA -18R8PC	8	0~6.4 (25×25×1)	200	
	HYP -18RL5NA -18RL5NC	5	0~4 (18×18×1)	350	
	HYP -18RL5PA -18RL5PC	5	0~4 (18×18×1)	350	
	HYP -18RL8NA -18RL8NC	8	0~6.4 (25×25×1)	200	
	HYP -18RL8PA -18RL8PC	8	0~6.4 (25×25×1)	200	
	HYP -30R10NA -30R10NC	10	0~8 (30×30×1)	250	
	HYP -30R10PA -30R10PC	10	0~8 (30×30×1)	250	
	HYP -30R15NA -30R15NC	15	0~12 (45×45×1)	100	
	HYP -30R15PA -30R15PC	15	0~12 (45×45×1)	100	

# PROXIMITY SENSOR

SELECTION GUIDE (HYP Series)



## ■ DC Switching Capacitive Sensor (3 Wire Round type)

Appearance	Model	Sensing distance (mm)	Mounting distance (mm)	Frequency (Hz)	Remarks
	HCP-18R8NA -18R8NC	8	0~5.6	50	1. Power DC 12~24V (DC10~30V)  2. Control output Max. 200mA  3. Object Steel steel 50×50×1mm
	IICP-18R8PA -18R8PC				
	HCP-18RP8NA -18RP8NC	8	0~5.6	50	
	HCP-18RP8PA -18RP8PC				
	HCP-30R15NA -30R15NC	15	0~10.5	50	
	HCP-30R15PA -30R15PC				
	HCP-30RP15NA -30RP15NC	15	0~10.5	50	
	HCP-30RP15PA -30RP15PC				

## ■ AC Switching Capacitive Sensor (2 Wire Round type)

Appearance	Model	Sensing distance (mm)	Mounting distance (mm)	Frequency (Hz)	Remarks
	HCP-18R8AA -18R8AC	8	0~5.6	20	1. Power AC 100~240V (AC 90~250V)  2. Control output Max. 150mA  3. Object Steel steel 50×50×1mm
	IICP-18R8AA -18R8AC	8	0~5.6	20	
	HCP-30R15AA -30R15AC	15	0~10.5	20	
	HCP-30RP15AA -30RP15AC	15	0~10.5	20	

## **BIBLIOGRAFIA**

<http://www15.uniovi.es/ficheros/apuntes/domotica/PLC%20%20Vision%20General%2005-06.pdf>

2011-02-09

<http://isa.uniovi.es/docencia/iea/teoria/plc.pdf>

2011-02-09

[http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica\\_hidraulica22.htm](http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica22.htm)

2011-02-13

<http://olmo.pntic.mec.es/jmarti50/neumatica/cilindros.html>

2011-02-15

<http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/neumatica-voleohidraulica/trasparencias/cilindrosNeumaticos.pdf>

2011-02-16

<http://www.monografias.com/trabajos13/actoneu/actoneu.shtml>

2011-02-19

<http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica7.htm>

2011-02-28

[http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/559881\\_leseprobe\\_1.pdf](http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/559881_leseprobe_1.pdf)

2011-02-28

<http://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas%20y%20Neumaticos/PDF/Tema%204.pdf>

2011-02-28

<http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica14.htm>

2011-02-28

[http://html.rincondelvago.com/neumatica\\_1.html](http://html.rincondelvago.com/neumatica_1.html)

2011-03-03

<http://www.euskalnet.net/j.m.f.b./neumatica.htm>

2011-03-03

<http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~41001719/electricos/3fp2/t3fp2h.html>

2011-03-04

<http://es.scribd.com/doc/31425222/Valvulas-Neumaticas>

2011-03-04

[http://www.itsnecg.edu.mx/CIM/index\\_archivos/Page5253.htm](http://www.itsnecg.edu.mx/CIM/index_archivos/Page5253.htm)

2011-03-06

[http://www.ingleslaboral.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=76&Itemid=37](http://www.ingleslaboral.com/index.php?option=com_content&task=view&id=76&Itemid=37)

2011-03-06

<http://www.festo-didactic.com/int-es/servicios/s-mbolos/neumatica-din-iso-1219/valvulas/?fbid=aW50LmVzLjU1Ny4xNC4zNC4xMjQ4>

2011-03-09

<http://www.xtec.cat/~jjordan/tecno/6credit/automat/electri/simbols.pdf>

2011-03-09

[http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor\\_final\\_de\\_carrera](http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_final_de_carrera)

2011-02-16

[http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES PLC PDF S/24 SE  
NSORES INDUCTIVOS.PDF](http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES_PLC_PDF_S/24_SENSORES_INDUCTIVOS.PDF)

2011-02-16

[http://es.wikipedia.org/wiki/Corriente de Foucault](http://es.wikipedia.org/wiki/Corriente_de_Foucault)

2011-04-08

[http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo Gray](http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo_Gray)

2011-04-09

[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lim/tron\\_p\\_b/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/tron_p_b/capitulo2.pdf)

2011-03-07

<http://www.empresasgalactica.com.do/taladrina.htm>

2011-03-07

[http://es.wikipedia.org/wiki/Refrigeraci%C3%B3n fecha 1 de junio 2011](http://es.wikipedia.org/wiki/Refrigeraci%C3%B3n_fecha_1_de_junio_2011)

2011-03-08

[http://www.istas.net/risctox/gestion/estructuras/\\_3087.pdf](http://www.istas.net/risctox/gestion/estructuras/_3087.pdf)

2011-03-10

[http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores electricos.pdf](http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores_electricos.pdf)

2011-04-13

[www.enalmex.com/docpdf/libro/ch08.pdf.pdf](http://www.enalmex.com/docpdf/libro/ch08.pdf.pdf)

2011-04-14

<http://www.nichese.com/formulas3.html>

2011-04-14

[www.ib.cnea.gov.ar/nmayer/monografias/Normalizacion.pdf](http://www.ib.cnea.gov.ar/nmayer/monografias/Normalizacion.pdf)

2011-04-15

[http://www.twmi.com/products/controls/legacy\\_drives/FM100](http://www.twmi.com/products/controls/legacy_drives/FM100)

2011-04-01

[http://www.twmi.com/products/controls/legacy\\_drives/FM100/mm\\_FM100\\_Manual\\_04\\_05.pdf](http://www.twmi.com/products/controls/legacy_drives/FM100/mm_FM100_Manual_04_05.pdf)

2011-04-01

<http://es.scribd.com/doc/43569414/VELOCIDAD-SINCRONA>

2011-04-15

<http://www.forosdeelectronica.com/f16/encoders-informacion-tecnica-25/>

2011-03-17

<http://www.westmexico.com.mx/pfd/dynapar/catalogos/4.-Manual%20de%20Aplicacion%20de%20Encoders.pdf>

2011-03-18

[https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut\\_simatic/Documents/S7-1200\\_Paso\\_a\\_Paso\\_v1.0.pdf](https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut_simatic/Documents/S7-1200_Paso_a_Paso_v1.0.pdf)

2011-03-02

<http://www.youtube.com/watch?v=0cEo3wL1Drk>

2011-05-08