



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN  
CONTROL Y REDES INDUSTRIALES**

**“AUTOMATIZACIÓN DE UNA INYECTORA DE PLÁSTICO MEDIANTE UN  
PLC Y SISTEMA DE INTERFAZ HUMANO(HMI).”**

**TESIS DE GRADO**

**Previo a la obtención del título de:**

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES  
INDUSTRIALES**

**Presentado por:**

**LUIS ALADINO PANIMBOZA CAPUZ**

**PAUL STALIN ESPINOZA BELTRAN**

**Riobamba – Ecuador**

**2014**

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por haberme brindado salud y vida para lograr cumplir mis objetivos, además por su infinita bondad y amor.*

*A mis padres por brindarme el apoyo incondicional para culminar mi carrera profesional.*

*A todos mis hermanos, familiares, amigos y compañeros que por medio de sus consejos me impulsaron para llegar a este lugar.*

*A Ing. Lenyn Aguirre por brindarnos su tiempo, ya que por medio de su ayuda, consejos y experiencia en el campo industrial me ha llevado a concluir mi tesis.*

**LUIS ALADINO**

*Primeramente agradezco a mi Dios, por haberme guiado en el camino correcto esto me ha permitido fortalecerme como ser humano e iluminar mi mente.*

*A mis padres y hermanos por brindarme el apoyo necesario y enseñarme que la perseverancia y el esfuerzo son el camino para lograr objetivos.*

*Al Ing. Lenyn Aguirre, por brindarme paciencia, apoyo y conocimientos compartidos.*

*Al Ing. Paul Romero Director de tesis por su apoyo, orientación, confianza y dedicación para la culminación de la tesis.*

**PAUL**

## DEDICATORIA

*La concepción de esta tesis está dedicada a mis Papá Asdrúbal y mi mamá Zoila, que me han apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.*

*A mi hermano Roberto Carlos con el que hemos pasado buenos y malos momentos durante toda nuestra vida, a mi hermana Erika (Flakis) por su apoyo y amistad, a mi hermano Diego (Gordito) por ser mi compañía desde muy pequeño.*

*A mis abuelitos que desde el cielo me han cuidado y guiado por un buen camino.*

**LUIS ALADINO**

*A mis Padres José y Herminia, por su amor y apoyo, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, por sus consejos los que me orientaron a tomar mis mejores objetivos para ser una persona de bien y ayudar al desarrollo de nuestro país.*

*A mis hermanos Vero, José, Omar, por su inmenso cariño y apoyo moral que me brindaron para tener fuerzas y culminar mi carrera.*

**PAUL**

**FIRMAS DE RESPONSABLES Y NOTA**

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
<b>Ing. Gonzalo Samaniego Ph.D</b> .....	.....	.....
<b>DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA</b>		
<b>Ing. Alberto Arellano</b> .....	.....	.....
<b>DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES</b>		
<b>Ing. Paúl Romero</b> .....	.....	.....
<b>DIRECTOR DE TESIS.</b>		
<b>Ing. Lenyn Enrique Aguirre</b> .....	.....	.....
<b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		
	.....	.....
<b>DIRECTOR DPTO DOCUMENTACIÓN</b>		
<b>NOTA DE LA TESIS</b>	.....	

## **TEXTO DE RESPONSABILIDAD**

“Nosotros LUIS ALADINO PANIMBOZA CAPUZ Y PAUL STALIN ESPINOZA BELTRÁN, 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 ALADINO PANIMBOZA CAPUZ    PAUL STALIN ESPINOZA BELTRÁN

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>BCD</b>	Decimal codificado en binario
<b>BOOTP</b>	Protocolo de red basado en el intercambio de datagramas
<b>CPU</b>	Unidad Central de Procesamiento
<b>DHCP</b>	Protocolo de configuración dinámica de host
<b>E/S</b>	Entradas y Salidas
<b>ETHERNET</b>	Estandar de redes de area local
<b>GRAFCET</b>	Grafico de control etapa-transicion
<b>HMI</b>	Interfaz Hombre-Maquina
<b>HP</b>	Caballo de potencia
<b>%I</b>	Entrada del PLC
<b>IEC</b>	Comision electrotecnica Internacional
<b>ISO</b>	Organización internacional de normalizacion
<b>KHZ</b>	Kilohertzios
<b>KOP</b>	Esquema de contactos
<b>LAN</b>	Red de area local
<b>MBPS</b>	Mega byte por segundo
<b>MIP</b>	Maquina Inyectora de Platico
<b>PC</b>	Computadora Personal
<b>PID</b>	Proporcional Integral y Derivativo
<b>PLC</b>	Controlador Logico Programable
<b>PSI</b>	Libras por pulgada cuadrada
<b>PWM</b>	Modulador de ancho de pulso
<b>%Q</b>	Salida del PLC
<b>SCADA</b>	Acronimo de Control de Supervisión y Adquisición de Datos
<b>SSR</b>	Relay de Estado solido
<b>TCP/IP</b>	Protocolo de transmision/ Protocolo de internet
<b>TIA</b>	Automatizacion integrada total
<b>TOF</b>	Temporizador de retardo al apagar
<b>TON</b>	Temporizador de retardo al encender
<b>TON</b>	Toneladas
<b>TONR</b>	Acumulador de tiempo
<b>TP</b>	Temporizador de impulso
<b>V AC</b>	Voltaje de Corriente Alterna

**V DC**

Voltaje Corriente Directa

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

FIRMA DE RESPONSABLES Y NOTA

TEXTO DE RESPONSABILIDAD

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ANEXOS

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I

1	GENERALIDADES .....	- 24 -
1.1	ANTECEDENTES .....	- 24 -
1.2	JUSTIFICACIÓN .....	- 25 -
1.3	OBJETIVOS .....	- 26 -
1.3.1	OBJETIVO GENERAL .....	- 26 -
1.3.2	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	- 26 -
1.4	HIPÓTESIS .....	- 27 -

CAPITULO II

2	DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA INYECTORA DE PLÁSTICO .....	- 28 -
2.1	Introducción .....	- 28 -
2.2	Máquina de inyección .....	- 29 -
2.2.1	Unidad de inyección .....	- 29 -

2.2.2	Unidad de cierre .....	- 31 -
2.2.3	Unidad de control .....	- 32 -
2.2.4	Unidad de potencia .....	- 34 -
2.3	Ciclo de trabajo de la máquina inyectora.....	- 36 -
2.4	Partes importantes de la mip .....	- 38 -
2.4.1	Cámara de plastificación .....	- 38 -
2.4.2	Prensa de molde.....	- 40 -
2.4.3	Botadores.....	- 41 -
2.4.3.1	Mecánicos .....	- 41 -
2.4.3.2	Hidráulicos .....	- 41 -
2.4.3.3	Neumáticos.....	- 42 -
2.4.4	Sistema hidráulico .....	- 42 -
2.4.4.1	Bomba hidráulica .....	- 43 -
2.4.4.2	Válvula de control de presión .....	- 44 -
2.4.4.3	Válvula de control de flujo.....	- 45 -
2.4.4.4	Válvula de control direccional .....	- 46 -
2.4.4.5	Motor hidráulico.....	- 46 -
2.4.5	Sistema de control .....	- 47 -
2.4.5.1	Modo manual .....	- 48 -
2.4.5.2	Modo semiautomático.....	- 48 -
2.4.5.3	Modo automático .....	- 49 -
2.5	Materia prima .....	- 49 -
2.6	Clasificación de la MIP .....	- 50 -
2.7	Preparación de la MIP .....	- 50 -

### CAPITULO III

3	AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL MEDIANTE PLC ....	- 52 -
3.1	Introducción .....	- 52 -
3.2	Consideraciones generales para el diseño del nuevo sistema de control ....	- 53 -
3.2.1	Consideraciones para la selección del PLC .....	- 54 -
3.2.2	Características del PLC .....	- 60 -
3.2.2.1	PLC siemens S7-1200 .....	- 61 -
3.2.2.2	Módulo de señales de termopar SM 1231 .....	- 63 -
3.2.2.3	Módulo de Salidas analógicas SM 1232 .....	- 64 -
3.2.2.4	Módulo de E/S digitales SM 1223 .....	- 65 -
3.2.3	Modos de operación de la máquina .....	- 66 -
3.2.4	Control de temperatura .....	- 67 -
3.2.5	Unidad de control hidráulico .....	- 68 -
3.3	Grafico secuencial de funciones (grafcet) .....	- 69 -
3.4	Medición de parámetros físicos .....	- 70 -
3.4.1	Microinterruptores .....	- 70 -
3.4.2	Sensores Inductivos .....	- 71 -
3.4.3	Sensores de presión .....	- 72 -
3.4.4	Sensores de temperatura .....	- 73 -
3.5	Variables que intervienen en el proceso .....	- 75 -
3.5.1	Temperatura del molde .....	- 75 -
3.5.2	Temperatura de inyección .....	- 76 -
3.5.3	Presión inicial o de llenado .....	- 76 -
3.5.4	Presión de mantenimiento o compactación (holding pressure) .....	- 76 -
3.5.5	Presión posterior o de retroceso (back pressure) .....	- 76 -
3.5.6	Tiempo de inyección inicial .....	- 77 -

3.5.7	Tiempo de mantenimiento o compactación.....	- 77 -
3.5.8	Tiempo de enfriamiento .....	- 77 -
3.5.9	Distancia de dosificación (inyección) .....	- 78 -
3.5.10	Distancia de apertura de molde .....	- 78 -
3.6	Programación del PLC .....	- 78 -
3.6.1	Acciones que realiza el programa de control .....	- 79 -
3.6.2	Software de programación.....	- 80 -
3.6.3	Estructura del programa de control .....	- 84 -
3.6.3.1	Programa principal .....	- 84 -
3.6.3.1.1	Apertura de prensa.....	- 84 -
3.6.3.1.2	Cierre de prensa .....	- 85 -
3.6.3.1.3	carro hacia adelante .....	- 85 -
3.6.3.1.4	carro hacia atrás .....	- 85 -
3.6.3.1.5	Inyección de material.....	- 85 -
3.6.3.1.6	Carga de material.....	- 86 -
3.6.3.1.7	Expulsor adelante.....	- 86 -
3.6.3.1.8	Expulsor atrás .....	- 86 -
3.6.3.1.9	Avisos .....	- 86 -

#### CAPITULO IV

4	CONFIGURACIÓN DE LA INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA – HMI .....	- 87 -
4.1	Introducción .....	- 87 -
4.2	Descripción del software para el touch screen.....	- 89 -
4.2.1	Componentes del software .....	- 89 -
4.2.2	Wincc flexible sistema de ingeniería.....	- 89 -
4.2.2.1	Imágenes y objetos de imágenes .....	- 89 -

4.2.2.2	Variables .....	- 90 -
4.2.2.3	Sistema de avisos y visor de avisos.....	- 90 -
4.3	Programación del touch screen .....	- 90 -
4.3.1	Agregar la HMI al proyecto .....	- 90 -
4.3.2	Configuración del proyecto .....	- 91 -
4.3.3	Entorno de programación .....	- 95 -
4.3.4	Verificación del programa.....	- 96 -
4.3.5	Transferencia del programa.....	- 97 -
4.4	Conexión entre la máquina inyectora y la interfaz.....	- 100 -
4.4.1	Conexión a tierra .....	- 100 -
4.4.2	Conexión de la fuente de 24V dc .....	- 100 -
4.4.3	Conexión PLC-HMI-PC.....	- 102 -
4.4.4	Conexión PLC-HMI .....	- 103 -
4.5	Descripción del HMI realizado .....	- 104 -
 CAPITULO V		
5	MONTAJE, INSTALACIÓN Y PRUEBAS.....	- 109 -
5.1	Introducción .....	- 109 -
5.2	Montaje e instalación del PLC .....	- 109 -
5.3	Instalación de la Pantalla HMI KTP600 PN .....	- 119 -
5.4	Pruebas de funcionamiento del programa de control del PLC.....	- 119 -
5.5	Pruebas de comunicación entre el PLC y la interfaz.....	- 121 -
5.6	Pruebas de funcionamiento de la máquina inyectora de plástico.....	- 122 -
5.6.1	Pruebas en el cierre de prensa .....	- 122 -
5.6.2	Pruebas en la Inyección .....	- 123 -
5.7	Pruebas de producción de la máquina.....	- 123 -

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMMARY

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura II. 1:</b> Maquina inyectora de plástico .....	- 29 -
<b>Figura II. 2:</b> Componentes de una maquina inyectora de plástico .....	- 29 -
<b>Figura II. 3:</b> Unidad de inyección .....	- 30 -
<b>Figura II. 4:</b> Fenómeno de plastificación .....	- 30 -
<b>Figura II. 5:</b> Unidad de cierre.....	- 31 -
<b>Figura II. 6:</b> Unidad de control.....	- 32 -
<b>Figura II. 7:</b> Unidad de Potencia .....	- 35 -
<b>Figura II. 8:</b> Cierre del molde e inicio de la inyección .....	- 36 -
<b>Figura II 9:</b> Inyección del material.....	- 37 -
<b>Figura II. 10:</b> Aplicación de la presión de sostenimiento .....	- 37 -
<b>Figura II. 11:</b> Tiempo de enfriamiento.....	- 38 -
<b>Figura II. 12:</b> Cierre, apertura y expulsión del material.....	- 38 -
<b>Figura II. 13:</b> tornillo sin fin dentro de la inyectora.....	- 39 -
<b>Figura II. 14:</b> Bandas de calor o Niquelinas.....	- 40 -
<b>Figura II. 15:</b> Expulsor Hidráulico .....	- 41 -
<b>Figura II. 16:</b> Circuito Hidráulico Unidad de cierre e inyección .....	- 43 -
<b>Figura II. 17:</b> Bomba Hidráulica .....	- 43 -
<b>Figura II. 18:</b> Válvula control de presión .....	- 45 -
<b>Figura II. 19:</b> Válvula control de flujo .....	- 45 -
<b>Figura II. 20:</b> Válvulas direccionales .....	- 46 -
<b>Figura II. 21:</b> Motor Hidráulico .....	- 47 -
<b>Figura III. 22:</b> Sistema de control de la maquina inyectora de plástico.....	- 54 -
<b>Figura III. 23:</b> PLC S7 1200 siemens.....	- 62 -
<b>Figura III. 24:</b> Modulo de expansión SM 1231 .....	- 64 -

<b>Figura III. 25:</b> Modulo de expansión salidas analógica SM 1232 .....	- 65 -
<b>Figura III. 26:</b> Modulo de expansión E/S digitales SM 1223 .....	- 66 -
<b>Figura III. 27:</b> Termocuplas tipo K.....	- 68 -
<b>Figura III. 28:</b> Unidad hidráulica de una máquina inyectora.....	- 69 -
<b>Figura III. 29:</b> Diagrama grafcet .....	- 70 -
<b>Figura III. 30:</b> Final de carrera.....	- 71 -
<b>Figura III. 31:</b> Sensores inductivos .....	- 71 -
<b>Figura III. 32:</b> Sensor de presión Mecánico.....	- 73 -
<b>Figura III. 33:</b> Sensor de presión Mecánico.....	- 75 -
<b>Figura III. 34:</b> Enfriamiento de la pieza con relación al espesor .....	- 78 -
<b>Figura III. 35:</b> Proceso de control mediante Tia Portal.....	- 80 -
<b>Figura III. 36:</b> Programación KOP en Tia Portal V12.....	- 82 -
<b>Figura IV. 37:</b> Agregar HMI en Tia Portal V12.....	- 91 -
<b>Figura IV. 38:</b> Configuración Conexión del PLC en Tia Portal V12.....	- 91 -
<b>Figura IV. 39:</b> Configuración formato de imagen en Tia Portal V12 .....	- 92 -
<b>Figura IV. 40:</b> Configuración Avisos en Tia Portal V12 .....	- 92 -
<b>Figura IV. 41:</b> Configuración imágenes en Tia Portal V12 .....	- 93 -
<b>Figura IV. 42:</b> Configuración imágenes del sistema en Tia Portal V12 .....	- 93 -
<b>Figura IV. 43:</b> Configuración de botones en Tia Portal V12 .....	- 94 -
<b>Figura IV. 44:</b> Configuración completa de la pantalla HMI .....	- 94 -
<b>Figura IV. 45:</b> Entorno de programación de la pantalla HMI.....	- 95 -
<b>Figura IV. 46:</b> Configuración de los elementos ingresados en la pantalla HMI.....	- 95 -
<b>Figura IV. 47:</b> Ingreso de variables en la pantalla HMI.....	- 96 -
<b>Figura IV. 48:</b> Compilación de la pantalla HMI .....	- 96 -
<b>Figura IV. 49:</b> Resultado de la compilación de la pantalla HMI.....	- 97 -

<b>Figura IV. 50:</b> Conexión PLC y pantalla HMI.....	- 97 -
<b>Figura IV. 51:</b> Configuración de la dirección IP de la pantalla HMI.....	- 98 -
<b>Figura IV. 52:</b> Transferencia del programa entre PLC y pantalla HMI .....	- 98 -
<b>Figura IV. 53:</b> Carga vista preliminar PLC y pantalla HMI.....	- 99 -
<b>Figura IV. 54:</b> Carga del programa .....	- 99 -
<b>Figura IV. 55:</b> Carga finalizada PLC y pantalla HMI .....	- 99 -
<b>Figura IV. 56:</b> Conexión de equipotencialdad .....	- 100 -
<b>Figura IV. 57:</b> Colocación de las puntas en los cables.....	- 101 -
<b>Figura IV. 58:</b> Conexión de cables en la bornera del panel operador .....	- 101 -
<b>Figura IV. 59:</b> Colocación de la bornera en la pantalla HMI.....	- 102 -
<b>Figura IV. 60:</b> Conexión del switch Ethernet.....	- 102 -
<b>Figura IV. 61:</b> Transferencia de datos .....	- 103 -
<b>Figura IV. 62:</b> Conexión PLC S7-1200 y KTP 600 .....	- 103 -
<b>Figura IV. 63:</b> Portada del HMI .....	- 104 -
<b>Figura IV. 64:</b> Menú principal.....	- 104 -
<b>Figura IV. 65:</b> Accionamiento modo manual.....	- 105 -
<b>Figura IV. 66:</b> Pantalla menú automático.....	- 105 -
<b>Figura IV. 67:</b> Control de temperatura .....	- 106 -
<b>Figura IV. 68:</b> Activación de sensores .....	- 106 -
<b>Figura IV. 69:</b> Activación electroválvulas .....	- 107 -
<b>Figura IV. 70:</b> control de presión y tiempos.....	- 108 -
<b>Figura V. 71:</b> PLC antiguo de la maquina inyectora .....	- 110 -
<b>Figura V. 72:</b> Desconexión de cables de las borneras .....	- 110 -
<b>Figura V. 73:</b> Identificación E/S del Panel Manual.....	- 111 -
<b>Figura V. 74:</b> Identificación de los sensores inductivos.....	- 111 -

<b>Figura V. 75:</b> Identificación de los finales de carrera .....	- 112 -
<b>Figura V. 76:</b> Identificación de las válvulas de control direccional .....	- 112 -
<b>Figura V. 77:</b> Identificación de las válvulas de control proporcional .....	- 113 -
<b>Figura V. 78:</b> Identificación de las termocuplas.....	- 113 -
<b>Figura V. 79:</b> Colocación de la fuente de alimentación .....	- 114 -
<b>Figura V. 80:</b> Montaje y alimentación del PLC .....	- 114 -
<b>Figura V. 81:</b> Colocación y ajuste de las E/S digitales.....	- 115 -
<b>Figura V. 82:</b> Remachada y conexión de los cables en el PLC.....	- 115 -
<b>Figura V. 83:</b> Conexión de las electroválvulas.....	- 116 -
<b>Figura V. 84:</b> Conexión de las electroválvulas.....	- 116 -
<b>Figura V. 85:</b> Conexión de las electroválvulas.....	- 117 -
<b>Figura V. 86:</b> Montaje, alimentación y conexión al PLC.....	- 117 -
<b>Figura V. 87:</b> Montaje, alimentación y conexión al PLC.....	- 118 -
<b>Figura V. 88:</b> Montaje E/S restantes.....	- 118 -
<b>Figura V. 89:</b> Colocación de las ranuras en la pantalla HMI .....	- 119 -
<b>Figura V. 90:</b> Conexión online entre la PC y PLC .....	- 120 -
<b>Figura V. 91:</b> Carga y compilación del programa .....	- 120 -

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla II. I:</b> Presión de cierre de los termoplásticos .....	- 32 -
<b>Tabla II. II:</b> Temperaturas de fundición para diferentes materiales .....	- 33 -
<b>Tabla II. III:</b> Presiones de inyección, sostenimiento y retroceso .....	- 34 -
<b>Tabla II. IV:</b> Bombas hidráulicas .....	- 44 -
<b>Tabla II. V:</b> Datos de polímeros .....	- 49 -
<b>Tabla III. VI:</b> Selección del PLC .....	- 55 -
<b>Tabla III. VII:</b> Entradas digitales para el PLC .....	- 56 -
<b>Tabla III. VIII:</b> Salidas digitales para el PLC .....	- 58 -
<b>Tabla III. IX:</b> Rangos de las termocuplas .....	- 64 -
<b>Tabla III. X:</b> Dispositivos de medición de temperatura .....	- 73 -
<b>Tabla III. XI:</b> Rangos de temperatura .....	- 74 -
<b>Tabla III. XII:</b> Tipos de termopares con sus aleaciones y rango de operación.....	- 74 -
<b>Tabla III. XIII:</b> Parámetros de los temporizadores .....	- 84 -

## ÍNDICE DE ANEXOS

**ANEXO 1:**

Manual de usuario

**ANEXO 2:**

Manual de mantenimiento

**ANEXO 3:**

Planos diseño y ensamble de la maquina inyectora

**ANEXO 4:**

Datos técnicos generales, PLC, Módulos y Pantalla HMI

**ANEXO 5:**

Planos del circuito eléctrico

**ANEXO 6:**

Simbología Hidráulica

**ANEXO 7:**

Circuito Hidráulico, neumático y de agua

**ANEXO 8:**

Programa de control del PLC

## INTRODUCCIÓN

La automatización es un sistema de control, que incluye los sensores, los transmisores de campo, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar, controlar las operaciones de plantas o procesos industriales. La automatización es el paso más allá de la mecanización en donde los procesos industriales son asistidos por maquinas o sistemas mecánicos que reemplazan las funciones que antes se realizaban de forma manual.

Un PLC es el cerebro de un proceso industrial de producción o fabricación, reemplazando a los sistemas de control de relés y temporizadores cableados por un CPU (Unidad Central de Procesamiento) y la interface de Entradas y Salidas, esto permite controlar máquinas y componentes de sistemas complejos, como aplicaciones industriales de automatización y robótica.

El sistema HMI mejora la presentación y el procesamiento de la información, facilitando al operador conocer en sólo una pantalla el estado y funcionamiento de cualquier proceso productivo, pudiendo interferir en tiempo real para tener así una reacción inmediata y contando siempre con un sistema de alarma.

El presente documento detalla las etapas de automatización de la máquina inyectora de plástico que será utilizada para la fabricación de productos de plástico.

El presente documento de la tesis de grado, que a continuación se detalla, está dividido en cinco capítulos:

- El capítulo uno describe la problematización, la justificación, los objetivos, y la hipótesis planteada en la tesis de grado.

- El capítulo dos detalla las diferentes partes que compone una máquina de inyección de plásticos, muestra su funcionamiento en conjunto y algunos parámetros importantes que deben tenerse en cuenta para su correcto funcionamiento.
- El capítulo tres muestra la automatización del sistema de control mediante un PLC para la máquina de inyección de plásticos.
- En el capítulo cuatro indica la configuración de la pantalla táctil, la interfaz Hombre-Máquina HMI y describe el software utilizado para su configuración.
- El capítulo cinco describe el montaje e instalación de los equipos utilizados, las pruebas y resultados obtenidos, una vez instalado el nuevo sistema de control.

## **CAPITULO I**

### **1 GENERALIDADES**

#### **1.1 ANTECEDENTES**

La primera máquina inyectora fue diseñada y construida en Estados Unidos en el año de 1870. En Alemania en el año de 1920 fue construida una nueva máquina de moldeo por inyección, el funcionamiento de esta máquina era mecánicamente para la unidad de cierra e inyección. En 1927 se construyó una máquina inyectora a base de un sistema neumático, pero rápidamente se tuvo que cambiar a un sistema con alta presión.

Hoy en día en los países desarrollados existen máquinas inyectoras automáticas las mismas que inyectan grandes gramajes de material, estas máquinas solo necesitan del operador para prender y apagar o para configurar las variables que intervienen a la inyección. Existen plantas industriales con instalación de una serie de máquinas trabajando totalmente en un ciclo automático (1).

En la industria Ecuatoriana se puede encontrar una gran variedad de fábricas que producen artículos de plástico dependiendo de la demanda del mercado. Los productos que más se fabrican son, tasas, cubiertos, sillas, canastas, mesas, carcasas para línea blanca, repuestos plásticos de vehículos, así como productos para el ámbito estudiantil.

La automatización de la máquina inyectora de plástico tiene como objetivo principal que todo el conocimiento adquirido en clases puede ser verificado en la práctica, así permitirá fortalecer y adquirir experiencia en el ámbito industrial y de la misma manera se podrá repotenciar nuevas máquinas de producción.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

Una máquina inyectora de plástico consta de tres principios básicos: en primer lugar, se eleva la temperatura a un grado tal que pueda fluir cuando se aplica presión; en segundo lugar, la masa viscosa que se obtiene de la fundición de los gránulos de plástico se inyecta por medio de un canal que irá disminuyendo su profundidad de forma gradual, y en tercer lugar, la masa viscosa es sometida a la presión del mismo hasta que se enfría y se solidifica y posteriormente es retirada para su decoración o empaque.

La automatización de una máquina inyectora de plástico permitirá que la materia prima utilizada en sus procesos de fabricación esté libre de impurezas lo que evitara el taponamiento de la tolva que es utilizada en la producción de las piezas plásticas.

Se pretende reproducir a pequeña escala un proceso de inyección de plástico. La finalidad de este proyecto de tesis es satisfacer los requerimientos académicos para la recepción como Ingeniero Electrónico en Control y Redes industriales, ya que para la automatización de la máquina inyectora se aplicara todo lo aprendido durante la carrera.

La automatización de la máquina inyectora de plástico cubre las necesidades de aprendizaje como estudiantes de la escuela de ingeniería electrónica en control y redes industriales, permitiéndonos reflejar una visión clara y concisa de cómo se realiza un proceso de inyección de plástico a nivel industrial, fortaleciendo así los conocimientos en el área de hidráulica y demás materias relacionadas a la área de control.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Automatizar una inyectora de plástico mediante un PLC y sistema de interfaz humano(HMI).

#### **1.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Implementar el sistema hidráulico de una máquina inyectora de plástico para la fabricación discontinua de piezas.
- Seleccionar los materiales adecuados y existentes para la construcción del sistema HMI de la máquina inyectora
- Realizar el diagnóstico de las variables a controlar en la automatización de la máquina inyectora de plástico.
- Diseñar un HMI para controlar la máquina inyectora de plástico.
- Realizar un banco de pruebas de inyección de la máquina inyectora con un molde para piezas.

#### **1.4 HIPÓTESIS**

Con la automatización de la máquina inyectora de plástico Hidráulica, permitirá el mejoramiento del proceso de producción de piezas inyectadas en plástico que optimizara el tiempo de trabajo del operario y de la máquina, aprovechando efectivamente el recurso material y humano que exista.

## **CAPITULO II**

### **2 DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA INYECTORA DE PLÁSTICO**

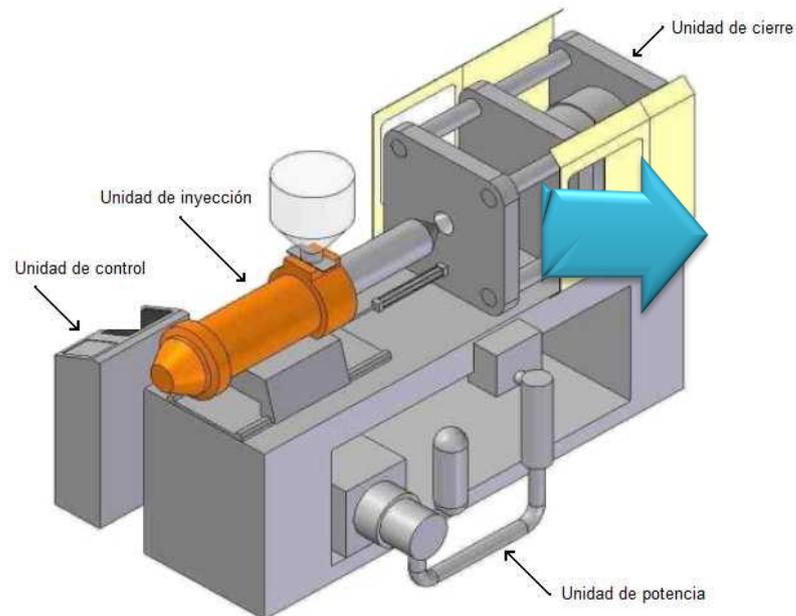
#### **2.1 INTRODUCCIÓN**

Las máquinas de inyectoras de plástico (MIP), sirven para el proceso de inyección de termoplásticos, el material que se ingresa en la tolva debe ser granulado, este material absorben suficiente calor para facilitar su fundición, lo que permite inyectar dentro de las cavidades del molde con una determina presión, velocidad y temperatura, luego de un determinado tiempo el material se solidifica en el molde y se enfría mediante un sistema de enfriamiento, luego se extrae la pieza del molde mediante el sistema de expulsión que se acoplado en la maquina inyectora. La MIP contiene las siguientes unidades: la unidad de inyección, la unidad de cierre, la unidad de potencia y la unidad de control como se observa en la figura II.2.



**Figura II. 1:** Maquina inyectora de plástico  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

## 2.2 MÁQUINA DE INYECCIÓN



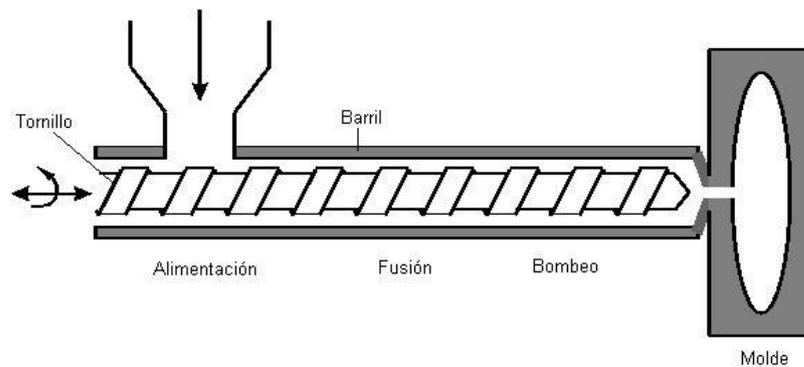
**Figura II. 2:** Componentes de una maquina inyectora de plástico  
**FUENTE:** [http://docencia.udea.edu.co/ingenieria/moldes\\_inyeccion/unidad\\_2/maquina.html](http://docencia.udea.edu.co/ingenieria/moldes_inyeccion/unidad_2/maquina.html)

### 2.2.1 UNIDAD DE INYECCIÓN

Una unidad de inyección está constituida por un barril donde contiene las zonas de calentamiento, dentro de ello se encuentran las niquelinas y las termocuplas, así mismo en el interior del barril tenemos un tornillo sin fin el cual carga el material e inyecta,

también tiene acoplado un motor hidráulico y por último en la punta del cañón contiene una boquilla.

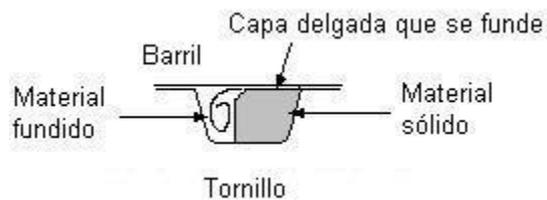
Durante el proceso de fundición el tornillo gira constantemente, cuando se realiza la inyección hacia el molde, el tornillo deja de girar y actúa a manera de pistón, haciendo fluir el material hacia el molde y llenando las cavidades (2).



**Figura II. 3:** Unidad de inyección

**FUENTE:**[http://docencia.udea.edu.co/ingenieria/moldes\\_inyeccion/unidad\\_2/maquina.html](http://docencia.udea.edu.co/ingenieria/moldes_inyeccion/unidad_2/maquina.html)

El fenómeno de plastificación que consiste en la fusión de la capa de material que está en contacto con la superficie del barril, la cual transmite calor, por convección forzada, el material en las capas inferiores hasta que se plastifica completamente la masa del material (2).



**Figura II. 4:** Fenómeno de plastificación

**FUENTE:**[http://docencia.udea.edu.co/ingenieria/moldes\\_inyeccion/unidad\\_2/maquina.html](http://docencia.udea.edu.co/ingenieria/moldes_inyeccion/unidad_2/maquina.html)

### 2.2.2 UNIDAD DE CIERRE

Está constituido por una placa móvil y una placa fija. El movimiento de la placa móvil, es accionado por un cilindro hidráulico, esto permite ejercer una presión suficiente para mantener el molde cerrado y compactado. Dentro del accionamiento del molde también se debe tomar en cuenta la distancia mínima entre las placas, la distancia máxima de apertura, las dimensiones de las placas, la distancia entre columnas y la distancia del sistema de expulsión (2).

En la Figura II.2 se muestra la unidad de cierre de la máquina inyectora.



**Figura II. 5:** Unidad de cierre

**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

La presión de cierre y apertura son controlables ya que se pueden ajustar dependiendo del material a inyectar, por esta razón puede necesitar una presión alto o baja. Para ello se muestra en la Tabla II.1 el tipo de material y la presión de cierre de cada una de ellas.

---

<sup>2</sup> [http://docencia.udea.edu.co/ingenieria/moldes\\_inyeccion/unidad\\_2/maquina.html](http://docencia.udea.edu.co/ingenieria/moldes_inyeccion/unidad_2/maquina.html)

**Tabla II. I:** Presión de cierre de los termoplásticos

MATERIAL	PRESIÓN DE CIERRE (MPa)
Acrilonitrilo butadieno estireno	38.6 - 61.8
Acetato de celulosa	15.4 - 30.9
Poliamida 6	61.8 - 77.2
Nylon 11	23.2 - 30.9
Nylon 12	23.2 - 30.10
Policarbonato	46.3 - 77.2
Polietileno de alta densidad	23.2 - 38.6
Polietileno de baja densidad	15.4 - 30.9
Polietilentereftalato amorfo	30.9 - 38.6
Polietilentereftalato cristalino	61.8 - 92.6
Polimetilmetacrilato	30.9 - 61.8
Policloruro de vinilo	23.2 - 38.6

**FUENTE:** <http://itzamna.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/10023/1/109.pdf>

### 2.2.3 UNIDAD DE CONTROL

Es la unidad medular de la máquina ya que por medio de ella realiza el trabajo de inyección. Este sistema contiene un PLC el mismo que se encuentra conectado a una pantalla HMI. El sistema de control envía las señales que accionan los dispositivos de inyección y cierre, además mantiene las variables de temperatura y presión en el punto de referencia determinado (3).



**Figura II. 6:** Unidad de control

**FUENTE:** <http://www.cylex.com.co/bogot%C3%A1/zeta+t%C3%A9cnica+Itda-11119512.html>

<sup>3</sup> <http://itzamna.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/10023/1/109.pdf>

La temperatura y la presión deben ser ajustadas dependiendo del material a inyectar, ya que el plástico fundido contiene viscosidad y fluidez, además se deben basarse en las propiedades intrínsecas de las resinas y de las condiciones del molde.

Para obtener un producto de calidad también se deben ajustar las variables de temperatura, presión y tiempos.

El enfriamiento del material se realiza mediante un flujo de agua fría que viaja por las cavidades del molde. En la Tabla II.II se muestra los valores de la temperatura de fundición según el material a plastificar.

**Tabla II. II:** Temperaturas de fundición para diferentes materiales

<b>MATERIAL</b>	<b>TEMPERATURA DE FUNDICION (°C)</b>
Acetato de celulosa	210
Polietilentereftalato amorfo	240
Polimetilmetacrilato	240
Policarbonato	300
Acrlonitrilo butadieno estireno	240
Poliamida 6	250
Polietileno de baja densidad	210
Polietileno de alta densidad	240
Nylon 12	240
Polioximetileno	250
Polisulfuro de fenileno	250
Etileno-propileno fluorado	240

**FUENTE:** <http://itzamna.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/10023/1/109.pdf>

La presión de avance y retroceso del tornillo sin fin varía según el material a solidificar.

En la Tabla II.III se muestran la presión de inyección, sostenimiento y retroceso de cada material.

**Tabla II. III:** Presiones de inyección, sostenimiento y retroceso

<b>MATERIAL</b>	<b>PRESION DE INYECCION (BAR)</b>	<b>PRESION DE SOSTENIMIENTO (BAR)</b>	<b>PRESION DE RETROCESO (BAR)</b>
Estireno acrilonitrilo	650-1550	350-900	40-80
Acrilonitrilo butadieno estireno	650-1551	350-901	40-81
Polioxido de fenileno	1000-1600	600-1250	60-90
Policloruro de vinilo	1000-1550	500-900	40-80
Acetato de celulosa	650-1350	400-1000	40-81
Acetato butirato de Celulosa	650-1351	400-1001	40-82
Polimetilmetacrilato	1000-1400	500-1150	80-120
Policarbonato	1000-1600	600-1300	80-120
Polipropileno	800-1400	500-1100	60-90
Poliamida 6	450-1550	350-1050	40-80
Nylon 11	450-1551	350-1051	40-81
Nylon 12	450-1552	350-1052	60-90
Polioximetileno	700-2000	500-1200	40-80
Polisulfuro de fenileno	750-1500	350-750	40-80
Etileno-propileno fluorado	1000-1500	500-1000	80-120

**FUENTE:** <http://itzamna.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/10023/1/109.pdf>

#### **2.2.4 UNIDAD DE POTENCIA**

Esta unidad suministra la suficiente presión para que la unidad de inyección y la unidad de cierre puedan moverse y realizar su trabajo. La máquina de inyección Meiki contiene un sistema de potencia hidráulico el mismo que está constituido por una bomba hidráulica acoplada a un motor trifásico, este suministra el fluido suficiente hacia las válvulas direccionales, proporcionales y al motor hidráulico. En la Figura II.7 se muestra la unidad de potencia de la máquina inyectora.



**Figura II. 7:** Unidad de Potencia

**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

La unidad de potencia está conformada por una bomba que empuja el aceite hacia el sistema de distribución (Figura II.7), este sistema contiene electroválvulas y válvulas reguladoras de presión, las mismas que permiten el accionamiento de los cilindros de la unidad de cierre y de inyección, estos cilindros son de doble efecto y actúan cuando las válvulas envían una señal para accionar la apertura o cierre del cilindro. Para controlar la presión, el sistema cuenta con válvulas reguladoras que obedecen la señal del controlador.

El control de flujo y presión se realiza de la siguiente manera: La bomba impulsa el aceite contenido en el depósito. La presión se regula por medio de las válvulas reguladoras de presión. El fluido viaja hacia las válvulas de cuatro vías. La válvula de cuatro vías, se acciona según lo requiera la secuencia de inyección. Las válvulas de cuatro vías corresponden al molde y al tornillo. Una vez que se ha inyectado el material al molde, el tornillo debe mantener una presión de sostenimiento (3).

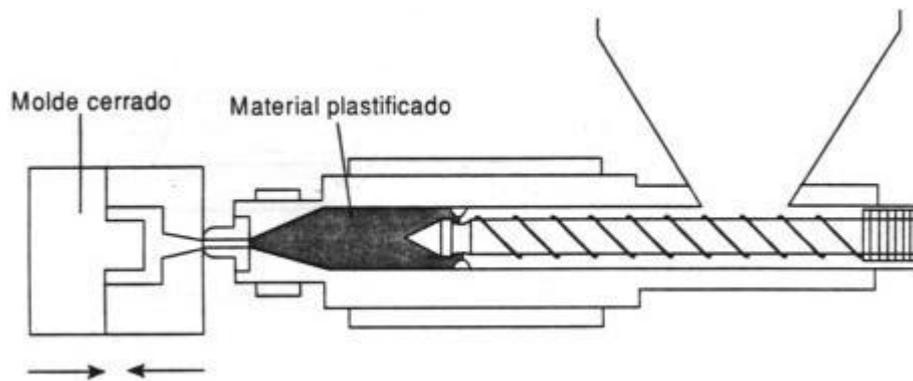
---

<sup>3</sup> <http://itzamna.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/10023/1/109.pdf>

El fluido o aceite se traslada por medio de tuberías de conducción que llevan a presión a los pistones de inyección y de cierre del molde. El fluido que más se utiliza es el aceite debido, a sus propiedades lubricantes en aplicaciones que involucran grandes cargas. En los sistemas hidráulicos es común utilizar presiones que varían entre los 70 y 140 kg/cm<sup>2</sup> (2).

### 2.3 CICLO DE TRABAJO DE LA MÁQUINA INYECTORA

- a) **Carga.** Necesario para que se desplace el material plástico en el tambor y dejarlo listo para la inyección (4). En la Figura II.8 se muestra la carga del material plastificado.



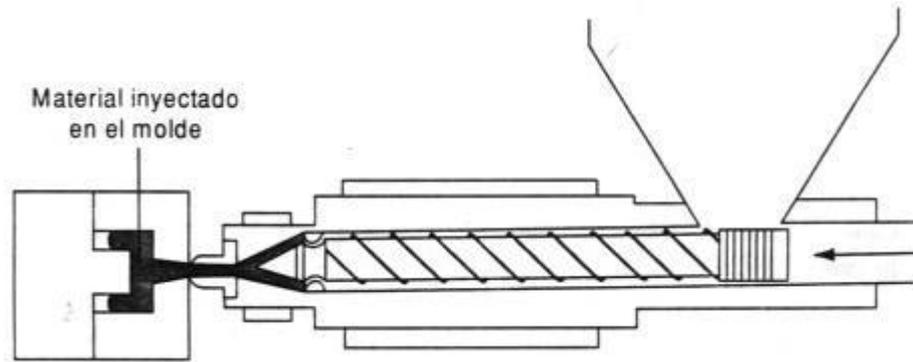
**Figura II. 8:** Cierre del molde e inicio de la inyección

**FUENTE:** <http://descom.jmc.utfsm.cl/sgeywitz/subpaginas/Moldes/CICLOdeINYECCION.html>

- b) **Tiempo de inyección.** Es el tiempo que tarda el material en ingresar a la cavidad del molde y es proporcional tanto a la velocidad de inyección como a la presión de inyección hasta que se solidifique el material fundido (4). En la Figura II.9 se muestra el tiempo de inyección del material.

<sup>2</sup> [http://docencia.udea.edu.co/ingenieria/moldes\\_inyeccion/unidad\\_2/maquina.html](http://docencia.udea.edu.co/ingenieria/moldes_inyeccion/unidad_2/maquina.html)

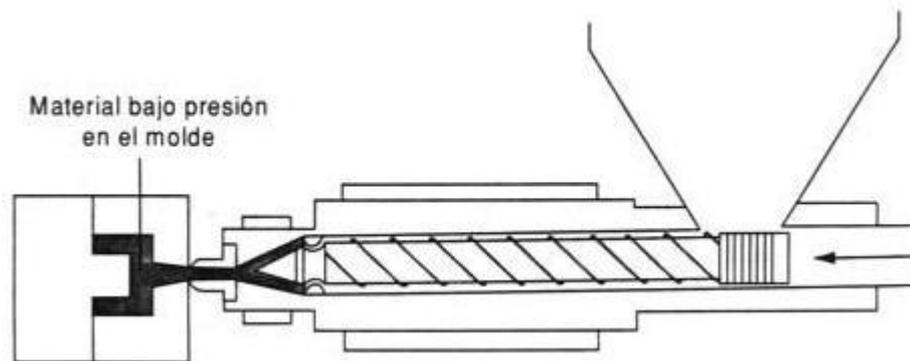
<sup>4</sup> [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0121\\_ME.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0121_ME.pdf).



**Figura II 9:** Inyección del material

**FUENTE:** <http://descom.jmc.utfsm.cl/sgeywitz/subpaginas/Moldes/CICLOdeINYECCION.html>

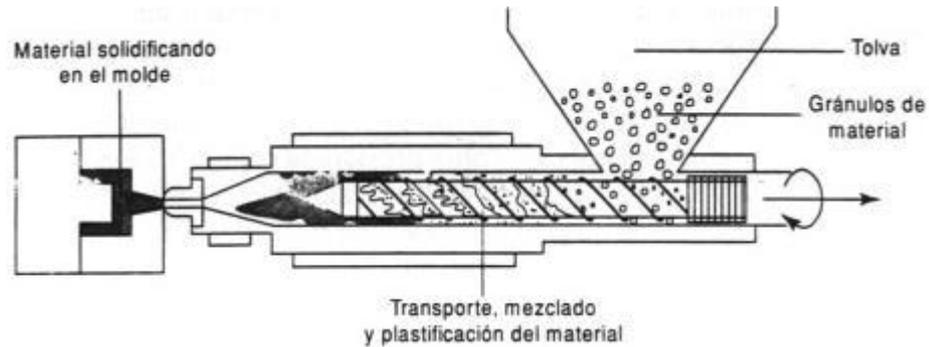
- c) **Tiempo de sostenimiento.** Al terminar el tiempo de inyección el tornillo sin fin aplica una presión en la cavidad del molde para evitar que el material salga del molde y así tener un producto con las especificaciones deseadas. En la Figura II.10 se observa el tiempo de sostenimiento que ejerce la máquina para enfriar el material.



**Figura II. 10:** Aplicación de la presión de sostenimiento

**FUENTE:** <http://protoplasticos.blogspot.com/2011/01/partes-de-una-maquina-inyectora.html>

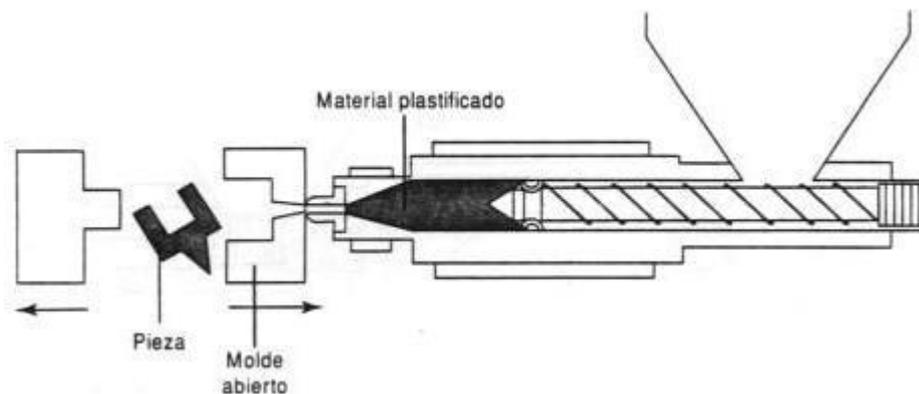
- d) **Tiempo de enfriado.** Es el lapso que necesita una pieza para enfriarse y así poder extraerlo de la cavidad del molde y evitar alguna deformación del producto. En la Figura II.11 se muestra el tiempo de enfriamiento y carga del material para el nuevo ciclo.



**Figura II. 11:** Tiempo de enfriamiento

**FUENTE:** <http://protoplasticos.blogspot.com/2011/01/partes-de-una-maquina-inyectora.html>

- e) **Cierre, apertura de platina y expulsión de la parte.** Una vez enfriado la pieza en el molde y el calor es disipado por medio de un fluido refrigerante, la parte móvil del molde se abre y la pieza es expulsada por medio del sistema de expulsión, como se muestra en la Figura II.12.



**Figura II. 12:** Cierre, apertura y expulsión del material

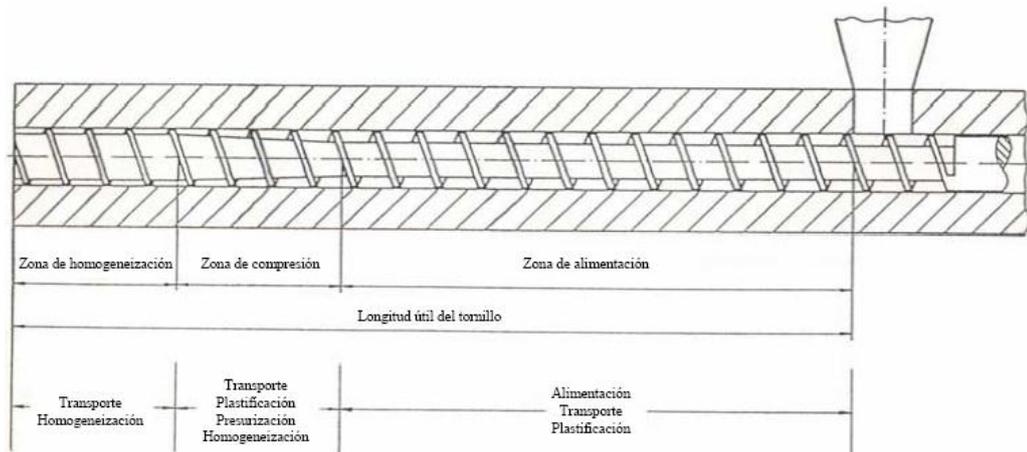
**FUENTE:** <http://protoplasticos.blogspot.com/2011/01/partes-de-una-maquina-inyectora.html>

## 2.4 PARTES IMPORTANTES DE LA MIP

### 2.4.1 CÁMARA DE PLASTIFICACIÓN

Es el espacio donde se acumula el material fundido, este material es introducido en la cavidad del molde a un volumen de inyección determinada. Los elementos de la cámara de plastificación son:

- a) **Tornillo sin fin:** el tornillo sin fin trabaja mediante un motor hidráulico, su función es cargar el material para que sea fundido por la temperatura que emite las niquelinas, luego el motor se para y ejerce una presión para inyecta el material hacia el molde. El tornillo sin fin está dividido en las siguientes zonas las mismas que se muestran en la figura II.13.



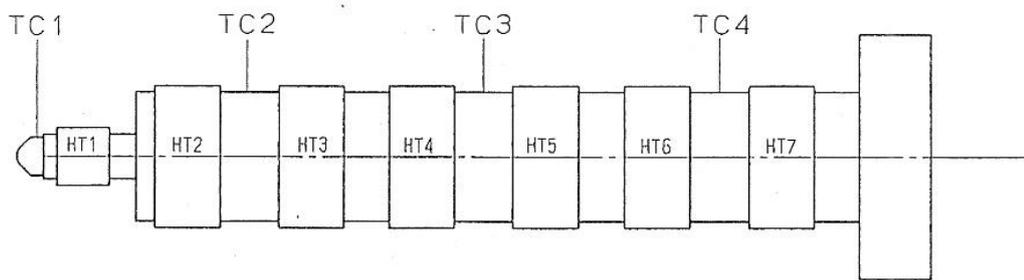
**Figura II. 13:** tornillo sin fin dentro de la inyectora

**FUENTE:** <http://protoplasticos.blogspot.com/2011/01/partes-de-una-maquina-inyectora.html>

- b) **Válvula de retención:** Se encuentra en la punta del tornillo sin fin, su función es evitar el flujo del material plástico durante el periodo de inyección.
- c) **Tobera:** Se encuentra ubicada al final del cilindro de inyección, permite el paso del material fundido hacia las cavidades del molde y al mismo tiempo se compacta con la boquilla y el molde.
- d) **Sistema de plastificación:** Este sistema empieza su trabajo cuando el tornillo sin fin comienza a girar y al mismo tiempo traslada el material hacia las zonas de calentamiento para fundir el plástico, una vez derretido el material está listo para el proceso de inyección. Este proceso de plastificación se lo hace mediante el motor hidráulico.

e) **Bandas de calor:** También llamadas niquelinas, se encuentran abrazadas al tambor, generan el calor suficiente para fundir el material y proceder al proceso de inyección.

Cada una de las niquelinas se encuentra colocadas en sectores o zonas de calentamiento. En la Figura II.14 se muestra cada una de las niquelinas colocadas por zonas.



**Figura II. 14:** Bandas de calor o Niquelinas  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

#### 2.4.2 PRENSA DE MOLDE

La prensa de molde tiene como función asegurar la apertura y cierre de molde. Para ello es importante conocer algunos factores que son necesarios para la obtención de buenos productos y asegurar el buen funcionamiento de la MIP (4). La máquina inyectora trabaja con un mecanismo de cierre cilindro hidráulico.

El cilindro hidráulico de la unidad de cierre trabaja en la apertura y cierre del molde además sostiene el molde mediante una presión para que el material pueda ser inyectado y solidificado.

<sup>4</sup> [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0121\\_ME.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0121_ME.pdf).

### 2.4.3 BOTADORES

Permiten la extracción de la pieza que se encuentra en el molde, para ellos la MIP contiene un sistema de expulsión, esta actúa cuando la pieza se ha solidificado en la superficie del molde y la unidad de cierre se haya abierto.

Existen diferentes tipos de botadores como los mecánicos, hidráulicos y neumáticos.

#### 2.4.3.1 MECÁNICOS

Este sistema es accionado por medio de cadenas o barras con su respectiva graduación, este sistema sirve para abrir la placa móvil de la unidad de cierre

#### 2.4.3.2 HIDRÁULICOS

Este sistema es accionado por cilindros hidráulicos, que permite desplazar o expulsar la pieza del molde cuando ya se encuentre solidificada, este proceso se realiza después de que la unidad de inyección este abierta. En la Figura II.15 se muestra un botar hidráulico.



**Figura II. 15:** Expulsor Hidráulico  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

### **2.4.3.3 NEUMÁTICOS**

Estos botadores son usados para expulsar piezas solidificadas de pequeños gramajes que se encuentran en el molde además requieren poca fuerza para expulsarlos.

### **2.4.4 SISTEMA HIDRÁULICO**

El sistema hidráulico maneja altas y bajas presiones así como velocidades, esto ayuda a las máquinas inyectoras a realizar los trabajos de mucho esfuerzo, así permite ahorrar tiempo y dinero, el único inconveniente es la contaminación (fugas de aceite), sin embargo este problema es manejable.

La máquina contiene una bomba hidráulica de 2000 PSI, la misma que se encarga de enviar presión y caudal a la máquina. La bomba está conectada a un motor eléctrico trifásico de 20HP, esta conexión permite a la bomba girar para su funcionamiento y así entregar el caudal necesario.

El sistema hidráulico de la máquina inyectora contiene controladores manuales, que permiten al operador controlar la velocidad de cierre, apertura del molde y la velocidad de inyección. Para controlar los movimientos de la unidad de inyección y la unidad de cierre se necesita de electroválvulas de 2 y 3 vías.

En la figura II.16 se muestra el sistema hidráulico de la máquina inyectora.



**Figura II. 16:** Circuito Hidráulico Unidad de cierre e inyección  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

#### 2.4.4.1 BOMBA HIDRÁULICA

La bomba hidráulica convierte la energía mecánica, en energía hidráulica, esto permite suministrar el fluido suficiente a todo el sistema. El objetivo de la boba hidráulica es proporcionar la presión y caudal suficiente y así vencer las determinadas resistencias.

Para alargar la vida útil de la bomba hidráulica y sus elementos conectados al sistema, se necesita de filtros y accesorios que permitan purificar o limpiar el aceite hidráulico.

En la figura II.17 se muestra la bomba hidráulica de la máquina inyectora



**Figura II. 17:** Bomba Hidráulica  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

**Tabla II. IV:** Bombas hidráulicas

Desplazamientos	Modelos	Columna 1
	paletas	
Hidrostática	Pistones	Radiales
desplazamiento positivo		Axiales
	Engranajes	Externos

**FUENTE:** [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0121\\_ME.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0121_ME.pdf)

La bomba hidráulica está conectada a un motor trifásico de marca MITSUBISHI la misma que provee la potencia suficiente a la unidad de inyección y unidad de cierre.

También la bomba hidráulica brinda potencia al motor hidráulico que es de marca VICKERS. La bomba de la máquina (Figura II.17), cuenta con las siguientes características: potencia de 20 HP, flujo de 120 l/min, voltaje de 127 V, velocidad de 3540 rpm y corriente nominal de 8 A.

#### **2.4.4.2 VÁLVULA DE CONTROL DE PRESIÓN**

Estas válvulas se usan para controlar la presión de un circuito o de un sistema. En nuestro caso se utilizara válvulas delimitadoras de presión, estas son controladas de manera eléctrica o neumáticamente y sirven para limitar la presión en un circuito hidráulico.

Estas válvulas pueden trabajar a una presión máxima de 210 (psi) y a un caudal máximo de 340 l/min. En la figura II.18 se muestra una válvula de control de presión



#### 2.4.4.4 VÁLVULA DE CONTROL DIRECCIONAL

Estas válvulas hidráulicas o electroválvulas se conectan en los diversos órganos de mando direccional, dándonos flexibilidad, aplicación sencilla y rendimiento, las válvulas pueden operar, hidráulicamente, neumáticamente o manualmente. Estas válvulas están diseñadas para aguantar presiones de hasta 350 bar (5000psi) y caudales de hasta 1100 lt/min. En la Figura II.20 se muestra válvulas direccionales de la MIP



**Figura II. 20:** Válvulas direccionales  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

#### 2.4.4.5 MOTOR HIDRÁULICO

Un motor hidráulico es un actuador mecánico que convierte presión hidráulica y flujo (en este caso de aceite), en un par de torsión y un desplazamiento angular, es decir, en una rotación o giro (5). La MIP tiene un motor hidráulico marca VICKERS acoplado en la unidad de inyección. El motor hidráulico contiene las características: velocidad de hasta 400 rpm, cilindradas desde 24 hasta 754 cm<sup>3</sup>/r, presión de hasta 4000 psi.

En la Figura II.21 se observa el motor hidráulico acoplado a la unidad de inyección.

<sup>5</sup> <http://prezi.com/y83sqr-9h-6j/motor-hidraulico/>.



**Figura II. 21:** Motor Hidráulico  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

#### **2.4.5 SISTEMA DE CONTROL**

El sistema de control de la MIP debe ser capaz de controlar las variables que intervienen en el proceso como temperaturas adecuadas del molde, de inyección y del aceite, conteo de producción, velocidades, presiones, distancias, protección tanto para el molde, máquina y operarios (4).

El control de la maquina se realiza mediante la pantalla KTP600 PN instalada en el armario de control de la máquina. En la parte superior intermedia de la MIP se tiene un panel operador manual el cual tiene un botón de parada de emergencia y una lámpara de señalización que nos indica si la maquina está o no realizando el proceso correcto, para el ingresar al control de la maquina se necesita de una clave con ello se evita la manipulación no autorizada de personal.

Para controlar el sistema eléctrico, hidráulico, sensores y motor se utilizó un PLC (autómata programable).

---

<sup>4</sup> [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0121\\_ME.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0121_ME.pdf)

Los autómatas programables son aparatos compactos, flexibles y potentes que permiten controlar una gran variedad de dispositivos como señales analógicas (sensores de presión, temperatura y voltaje) y digitales (sensores inductivos, válvulas y pulsadores). Los PLC tienen la capacidad de ser ampliados con módulos de expansión para aumentar el número de entradas y salidas ya sean digitales o analógicas.

En la MIP se puede seleccionar tres modos en el que puede trabajar: manual, semiautomática y automática.

#### **2.4.5.1 MODO MANUAL**

Este modo permite al operario controlar el ciclo de trabajo de la máquina mediante pulsadores que se encuentran en la botonera de comandos manuales. La operación dura exactamente el tiempo que el operador mantiene presionado el pulsador (4).

#### **2.4.5.2 MODO SEMIAUTOMÁTICO**

En este modo la máquina realiza un ciclo de trabajo completo (cierra el molde, inyecta, el producto se enfría, carga el material, abre el molde y expulsa) (4), para continuar con el siguiente ciclo es necesario la intervención del operario el cual controla la apertura y cierre de la puerta de la máquina y luego pulsa el botón START que se encuentra en la botonera manual para empezar el nuevo ciclo de trabajo.

Este modo se usa en productos que no pueda ser expulsado debido a las características del material a plastificar, para ello el operario debe abrir y desprender el producto del molde de forma manual.

---

<sup>4</sup> [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0121\\_ME.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0121_ME.pdf)

### 2.4.5.3 MODO AUTOMÁTICO

Este modo es similar al modo semiautomático, la diferencia es que al término de cada ciclo no necesita de la ayuda del operario para continuar con el siguiente, ya que el trabajo de la máquina termina cuando haya culminado el número de ciclos ingresados en el sistema de control.

Este modo es usado en productos que no tiene dificultad para desprenderse del molde.

## 2.5 MATERIA PRIMA

La máquina de inyección puede fabricar piezas de diferentes tipos de plásticos. Existen diversos criterios para la clasificación de plásticos. Las propiedades que difieren entre materiales es la densidad, temperatura de derretimiento y temperatura de transición de cristal.

Estas propiedades son necesarias para la elección adecuada del material que se usa a nivel de empresas. En la tabla II.V. Se muestra los datos de los polímeros.

**Tabla II. V:** Datos de polímeros

Material	Densidad (g/cm <sup>2</sup> )	Temperatura de derretido oC	Temperatura de transición de cristal Oc
Polietileno de baja densidad	0.910 para 0.926	105 para 115	-90 para -80
Polietileno de alta densidad	0.940 para 0.972	130 para 135	-120 para -90
Polipropileno homopolímero	0.900 para 0.910	165 para 176	-10 para 0
Poliestireno homopolímero	1.04 para 1.200	Amorfo	80 para 113
Poliestireno de alto impacto	1.000 para 1.100	Amorfo	-60 para -20
Estireno	1.07 para 1.25	Amorfo	95 para 105
Acrilonitril	1.04 para 1.060	Amorfo	80 para 125

FUENTE: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0121\\_ME.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0121_ME.pdf).

## 2.6 CLASIFICACIÓN DE LA MIP

Las MIP se clasifican en dos partes importantes:

- a) **Tamaño de la carga de inyección.**- Es la medida límite del material fundido que se acumula dentro del cañón, entre la boquilla y la válvula de protección del cañón, este material se inyecta y carga nuevamente mediante el giro del tornillo sin fin para el nuevo ciclo de inyección. Se debe tomar en cuenta las propiedades de los materiales, ya que se diferencian por su viscosidad, dureza, fluencia y grado de cristalización. La inyección máxima de las máquinas inyectoras pequeñas son de 20gramos y las máquina grandes logran alcanzar una carga de nueve kilogramos o más.
- b) **Tonelaje de sujeción.**- es la fuerza máxima ejercida por la presión que es aplicada a la unidad de cierre y unidad de inyección de la máquina inyectora, esto hace que la máquina pueda producir una variedad de productos. Existen máquinas con una variedad de tonelaje de sujeción como las de 99 (TON) o menos; las de tamaño medio, entre 100 y 999 (TON), y las grandes desde 1000 a 5000 (TON) dentro de la normalidad, para tamaños mayores se necesita un pedido especial (4).

## 2.7 PREPARACIÓN DE LA MIP

Primero el operador debe regirse a las propiedades de cada material plástico para su manejo correspondiente, esto permitirá utilizar máquinas apropiadas para el trabajo, también el operador puede ingresar datos en el sistema de control y así controlar la presión, temperatura y tiempos de cada material a utilizar en la inyección.

Los moldes también juegan un papel importante en la elección del material plástico ya que el plástico solidificado en el molde debe desprenderse fácilmente. El tonelaje y la presión de la máquina deben relacionarse con el tipo de plástico que se va a utilizar. La temperatura de fundición, abertura del molde, expulsores y enfriamiento, todas estas características permitirán escoger la maquinaria a utilizar y ayudarán a tener una pieza con las características deseadas.

## **CAPITULO III**

### **3 AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL MEDIANTE PLC**

#### **3.1 INTRODUCCIÓN**

El PLC S7-1200 es una pequeña computadora que en la actualidad es usada en la automatización de procesos del mundo real, tales como líneas de producción, máquinas herramientas, manejo de partes, empaquetado, bandas transportadoras, estaciones de bombeo, semáforos, etc. (6), además se caracteriza por su robustez en ambientes industriales, facilidad de programación y compatibilidad para comunicarse con equipos de diferentes marcas (7).

Las MIP antiguas utilizan tarjetas electrónicas para el control total de la máquina, esto dificulta la reparación cuando sufran algún desperfecto. Por ello es necesario remplazar las tarjetas electrónicas por un PLC ya que permite encontrar rápidamente fallas si lo hubiese, además disminuye el tamaño físico del sistema de control y del armario.

---

<sup>6</sup> <http://es.scribd.com/doc/207387763/plcs>.

<sup>7</sup> <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1635/1/CD-2288.pdf>.

El PLC tiene la capacidad de relacionarse con la velocidad de ejecución del programa y las variables tratadas (4). Los PLC's actuales tardan unos 0,15 ms por cada instrucción, esto permite controlar cualquier automatismo.

Una base importante para que el PLC empiece a funcionar, es la programación para ello se necesita de un software que sea compatible con la PC, PLC, los módulos y la pantalla HMI, así mismo se deberá verificar que el entorno gráfico sea agradable y fácil de manejar, también se debe verificar las características de la PC para instalar el software que se utilizara en la automatización de la máquina inyectora.

El control de la máquina se realiza mediante un programa que se carga en el PLC, el cual permitirá la protección del proceso de inyección, posibilitando además controlar y visualizar mediante un HMI (Human-Machine Interface) o pantalla de operación.

### **3.2 CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DISEÑO DEL NUEVO SISTEMA DE CONTROL**

El nuevo sistema de control facilita el mejor desempeño de cada una de las unidades de la MIP, para ello se utilizara un PLC (Controlador Lógico Programable), el mismo que controlara todas las operaciones de la máquina y le dará mayor robustez al sistema de control frente a las perturbaciones eléctricas (7) encontradas en el proceso de inyección.

Para solventar las entradas y salidas tanto analógicas como digitales se utilizara tres módulos de expansión E/S digitales, que sirven para controlar los pulsadores, focos, válvulas y sensores, un módulo de salidas analógicas que permitirá controlar el motor hidráulico y los sensores de presión.

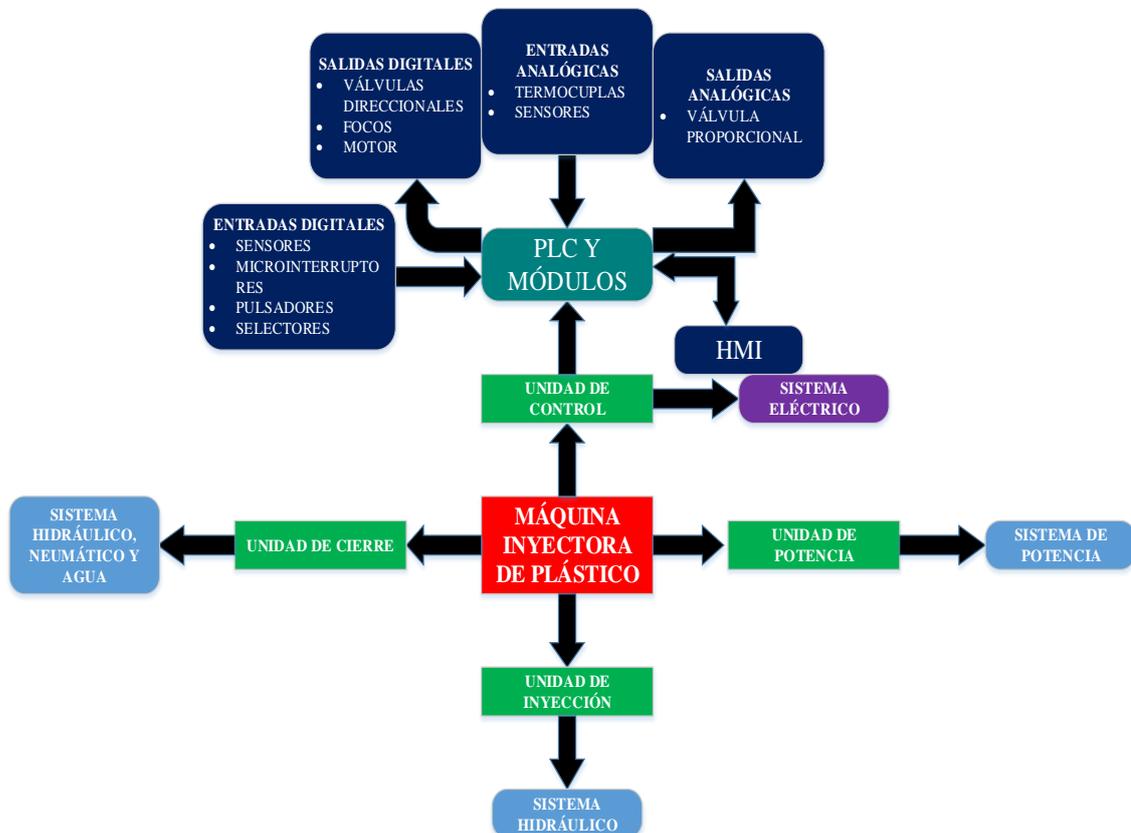
---

<sup>4</sup> [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0121\\_ME.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0121_ME.pdf).

<sup>7</sup> <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1635/1/CD-2288.pdf>.

Para el nuevo sistema se instaló un apantalla HMI marca SIEMENS, con el fin de monitorear los procesos que intervienen en la máquina, como las velocidades, modificar los valores de los parámetros (tiempos, distancias, etc.), facilitar al operador la detección y visualización de fallas en la máquina.

Para controlar la temperatura en la zona de calentamiento, se utiliza cuatro termocuplas, estas estarán conectadas a un Módulo de señal de 4 entradas analógicas para sensores tipo termocupla. En la figura III.22, se muestra la implementación del nuevo sistema de control.



**Figura III. 22:** Sistema de control de la maquina inyectora de plástico  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

### 3.2.1 CONSIDERACIONES PARA LA SELECCIÓN DEL PLC

Para el dimensionamiento y selección del PLC se tomó en consideración lo siguiente:

**Tabla III. VI:** Selección del PLC

Información del sistema antiguo(MIP)	Análisis de funcionamiento de las cuatro unidades de trabajo que tiene la MIP
Instrumentación disponible	Identificación de las entradas/salidas analógicas y digitales como electroválvulas, finales de carrera, sensores de temperatura, distancia etc.
Cuantificación de señales digitales y analógicas	Enumeración del número de entradas y salidas tanto analógicas como digitales.
Requerimientos del nuevo sistema de control	Selección de equipos y dispositivos necesarios para el nuevo sistema de control.
Reserva para modificaciones futuras	Dejar entradas y salidas sueltas o libres si después se quiere mejorar el sistema.
Parte de programación	Adquirir un software que sea compatible con el modelo de PLC, HMI, Módulos y PC, además que sea fácil de manipularlo y su interfaz sea amigables con el usuario.
Cotización	Buscar precios cómodos y accesibles de los materiales a utilizar en la automatización a los proveedores
Tiempo de finalización	Tiempo para finalizar el proyecto

**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

Con respecto a los requerimientos del nuevo sistema de control, se ha establecido lo siguiente:

- Minimizar y repotenciar el antiguo sistema de control.
- Identificar las variables involucradas en el funcionamiento de la MIP.
- Montar un nuevo sistema de control el mismo que será manejable por un panel operador y además nos visualizará avisos si la máquina tiene alguna avería en el sistema.

## ENTRADAS DIGITALES

**Tabla III. VII:** Entradas digitales para el PLC

DI	ZONA	N°CABLE	ELEMENTO
<b>I0.0</b>	Parada de emergencia	301	ES-1
<b>I0.1</b>	Selector modo Automático	302	CS-O
<b>I0.2</b>	Selector modo Manual	336	CS-O
<b>I0.3</b>	Pulsador empezar ciclo	303	PBL-2
<b>I0.4</b>	Selector inyector adelante	335	CS-I
<b>I0.5</b>	Selector inyector atrás	305	CS-I
<b>I0.6</b>	Selector cerrar molde	304	CS-D
<b>I0.7</b>	Selector abrir molde	253	CS-D
<b>I1.0</b>	Selector empezar manejo tornillo	307	CS-P
<b>I1.1</b>	Selector paro manejo de tornillo	331	CS-P
<b>I1.2</b>	Selector eyector adelante	306	CS-ME
<b>I1.3</b>	Selector eyector atrás	264	CS-ME
<b>I1.4</b>	Selector carro atrás	310	CS-N
<b>I1.5</b>	Selector carro adelante	311	CS-N
<b>I8.0</b>	Selector cortador adelante	309	CS-GC
<b>I8.1</b>	Selector cortador atrás	312	CS-GC
<b>I8.2</b>	Pulsador empezar aire	338	PBL-AJ1
<b>I8.3</b>	Pulsador movimiento de aire 2	334	
<b>I8.4</b>	Pulsador movimiento de aire 1	358	PBL-AJ2
<b>I8.5</b>	Pulsador cerrar molde	218	PBL-MC1
<b>I8.6</b>	Selector open rear inchi	226	CS-CM1
<b>I8.7</b>	Pulsador abrir molde	250	PBL-MO1
<b>I9.0</b>	Pulsador arranque de motor	314	PBL-1
<b>I9.1</b>	Selector cambio modo estampador	315	CS-CM
<b>I9.2</b>	Selector cambio modo molde	313	CS-CM
<b>I9.3</b>	Pulsador abrir molde avance lento	340	PBL-MO2
<b>I9.4</b>	Pulsador cerrar molde avance lento	339	PBL-MC2
<b>I9.5</b>	Sensor final de carrera unidad de inyección	349	LS-NG
<b>I9.6</b>	Sensor final de carrera unidad de cierre	X6B	
<b>I9.7</b>	Sensor final de carrera cierre de la puerta	326	LS-SR

<b>I12.0</b>	Sensor pare de apertura	318	LS-O
<b>I12.1</b>	Sensor pare cierre mole	319	LS-C
<b>I12.2</b>	Sensor reducir velocidad de cierre	320	LS-D1
<b>I12.3</b>	sensor cierre lento a rápido	321	LS-D2
<b>I12.4</b>	Sensor cierre rápido a lento	322	LS-D3
<b>I12.5</b>	Sensor cambio de estampador 1	323	LS-SC
<b>I12.6</b>	Sensor cambio de estampador 2	324	LS-SC
<b>I12.7</b>	Sensor inicio de robot	348	LS-RS
<b>I13.0</b>	Sensor contacto de boquilla	327	LS-NF
<b>I13.1</b>	Sensor finaliza tiempo de retorno	328	LS-N
<b>I13.2</b>	Sensor fin de retorno de boquilla	329	LS-NB
<b>I13.3</b>	Entrada Libre		
<b>I13.4</b>	Entrada Libre		
<b>I13.5</b>	Entrada Libre		
<b>I13.6</b>	Entrada Libre		
<b>I13.7</b>	Entrada Libre		
<b>I16.0</b>	Sensor final de carrera apertura de puerta	325	
<b>I16.1</b>	Sensor final de carrera clamp	X6	
<b>I16.2</b>	Entrada Libre		
<b>I16.3</b>	Entrada Libre		
<b>I16.4</b>	Entrada Libre		
<b>I16.5</b>	Entrada Libre		
<b>I16.6</b>	Entrada Libre		
<b>I16.7</b>	Entrada Libre		
<b>I17.0</b>	Entrada Libre		
<b>I17.1</b>	Entrada Libre		
<b>I17.2</b>	Entrada Libre		
<b>I17.3</b>	Entrada Libre		
<b>I17.4</b>	Entrada Libre		
<b>I17.5</b>	Entrada Libre		
<b>I17.6</b>	Entrada Libre		
<b>I17.7</b>	Entrada Libre		

**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

## SALIDAS DIGITALES

**Tabla III. VIII:** Salidas digitales para el PLC

DI	ZONA	N° CABLE	ELEMENTO
Q0.0	Indicador clamp	263	PL-2
Q0.1	Indicador protección del tornillo	502	PL-HU
Q0.2	Indicador puerta abierta	262	PL-GO
Q0.3	Indicador retorno del eyector	261	PL-EB
Q0.4	Foco empezar ciclo	316	
Q0.5	Foco movimiento de aire 1	350	
Q0.6	Foco movimiento de aire 2	333	
Q0.7	Foco cierre avance lento	217	
Q1.0	Foco abrir avance lento	249	
Q1.1	Foco start air	337	
Q8.0	Válvula Neumático molde	217	SOL-AJ1
Q8.1	Válvula neumática movimiento de aire	218	SOL-AJ2
Q8.2		226	
Q8.3	Válvula de aire cavidad vacía	219	SOL-AJ3
Q8.4	Válvula neumática aire en la boquilla	220	SOL-AJ4
Q8.5	Válvula neumática estampador vacío	225	
Q8.6	Salida Libre		
Q8.7	Salida Libre		
Q9.0	Foco encender motor	360	
Q9.1	Foco cierre avance lento parte trasera	251	
Q9.2	Foco abrir avance lento parte trasera	252	
Q9.3	Salida Libre		
Q9.4	Salida Libre		
Q9.5	Salida Libre		
Q9.6	Salida Libre		
Q9.7	Salida Libre		
Q12.0	Solenoide cerrar molde	133(201)	SOL-C
Q12.1	Solenoide abrir molde	134(202)	SOL-O
Q12.2	Solenoide abrir/cerrar molde rápido	135(203)	SOL-L
Q12.3	Solenoide de construcción	136(204)	SOL-Z

<b>Q12.4</b>	Solenoide eyector adelante	137(207)	SOL-EF
<b>Q12.5</b>	Solenoide retorno de eyector	138(208)	SOL-EB
<b>Q12.6</b>	Solenoide descompresión	139(209)	SOL-X
<b>Q12.7</b>	Solenoide presión de inyección	140(210)	SOL-A
<b>Q13.0</b>	Solenoide de compensación	141(211)	SOL-N
<b>Q13.1</b>	Solenoide retorno de tornillo	142(212)	SOL-B
<b>Q13.2</b>	Solenoide inyección	21(213)	SOL-I
<b>Q13.3</b>	Solenoide manejo de tornillo	22(214)	SOL-P
<b>Q13.4</b>	Solenoide carro adelante	71(215)	SOL-H
<b>Q13.5</b>	Solenoide carro atrás	72(216)	SOL-K
<b>Q13.6</b>	Solenoide cortador adelante	59(221)	SOL-GF
<b>Q13.7</b>	Solenoide cortador atrás	67(222)	SOL-GB
<b>Q16.0</b>	Enciende Motor		
<b>Q16.1</b>	Salida Libre		
<b>Q16.2</b>	Salida Libre		
<b>Q16.3</b>	Salida Libre		
<b>Q16.4</b>	Salida Libre		
<b>Q16.5</b>	Salida Libre		
<b>Q16.6</b>	Salida Libre		
<b>Q16.7</b>	Salida Libre		
<b>Q17.0</b>	Válvula de alivio proporcional U. cierre	133(903R)	
<b>Q17.1</b>	Válvula de alivio proporcional U. cierre	142(900)	
<b>Q17.2</b>	Válvula reduce presión en la boquilla	139(223)	
<b>Q17.3</b>		141(980)	
<b>Q17.4</b>	SSR activa calentador de la boquilla	C11	
<b>Q17.5</b>	SSR activa calentador frontal	C21	
<b>Q17.6</b>	SSR activa calentador central	C31	
<b>Q17.7</b>	SSR activa calentador trasero	C41	

**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

### 3.2.2 CARACTERÍSTICAS DEL PLC

Las características del PLC S7-1200, son las siguientes:

- Compuesto por:
  - Controlador con interfaz PROFINET integrada para la comunicación entre la programadora, el HMI u otros controladores SIMATIC
  - Potentes funciones tecnológicas integradas, como contaje, medición, regulación y control de movimiento
  - Entradas/salidas analógicas y digitales integradas
  - Los tableros de señal sirven para el enchufe directo sobre el controlador
  - Los módulos de señal amplían los canales de entrada/salida de los controladores
  - Los Módulos de comunicación permiten ampliar las interfaces de comunicación de los controladores
  - Accesorios como: fuentes de alimentación, Switch Module o SIMATIC Memory Card (8).
- El micro PLC para el máximo efecto de automatización al mínimo coste.
- Montaje, programación y uso particularmente fáciles.
- De alta escala de integración, requiere poco espacio, potente.
- Adecuado para aplicaciones de automatización pequeñas y medias.
- Aplicable tanto para los controles más simples como también para tareas complejas de automatización.
- Aplicable aislado, interconectado en red o en configuraciones descentralizadas.

- El controlador apto también para campos donde, por motivos económicos, no se aplicaban hasta ahora autómatas programables.
- Con excepcional capacidad de tiempo real y potentes posibilidades de comunicación (8).

### **3.2.2.1 PLC SIEMENS S7-1200**

El S7-1200, es un PLC de la familia SIEMENS, es fácil de manejarlo, se lo utiliza en la industria para la automatización o repotenciación de máquinas. El PLC S7-1200 ayuda a controlar entradas y salidas analógicas como digitales de diferentes dispositivos ya que es flexible y potente al momento del trabajo.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, PROFINET integrado, E/S de control de movimiento de alta velocidad y entradas analógicas incorporadas, todo ello en una carcasa compacta, conformando así un potente controlador (9).

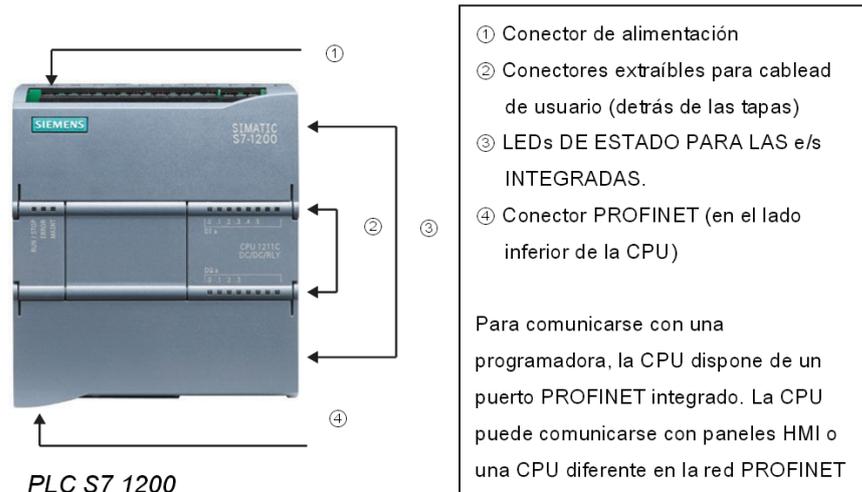
El PLC vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes (9).

Para poder realizar la comunicación de datos se lo realiza mediante una PC la misma que carga el software a la CPU y el HMI y luego se conecta entre la CPU y el HMI para su intercomunicación de datos. En la Figura III.23 se muestra el PLCS7-1200.

---

<http://www.dielectroindustrial.es/system/pdfs/152/original/Siemens%20Cat%C3%A1logo%20Aut%C3%B3matas%20S7-1200%202010.pdf?1328086910>.

<http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>



**Figura III. 23:** PLC S7 1200 siemens  
**FUENTE:** <http://www.catedu.es>

El PLC S7-1200 sustituye la parte electrónica de la MIP, permite disminuir el sistema de control y aumenta la confiabilidad en la automatización de redes y estructuras de distribución.

#### **Características de la CPU 1214.**

- Contiene una fuente de alimentación integrada de 24VDC
- Fuente de alimentación para entradas analógicas a 24V y 400mA
- 14 entradas digitales a 24 V DC
- 10 salidas digitales a 24 V DC.
- 2 entradas analógicas integradas 0 a 10 V.
- 2 salidas de impulsos (PTO) con frecuencia máxima de 100kHz.
- Salidas PWM con frecuencia máxima de 100kHz.
- Entrada Ethernet (TCP/IP).
- 6 contadores rápidos (3 contadores a 100 kHz y 3 contadores a 30kHz) pueden funcionar como controladores hacia adelante y hacia atrás, o para conectar encoders.

- Ampliación máxima de 3 módulos de comunicación
- Ampliación máxima de 8 módulos de entradas y salidas analógicas o digitales.
- Ampliación de la tarjeta de memoria.
- Regulador PID
- Reloj de tiempo real
- Entradas de alarma

Los datos técnicos del CPU 1214 DC/DC/DC se los puede observar en el ANEXO 4

### **3.2.2.2 MÓDULO DE SEÑALES DE TERMOPAR SM 1231**

El módulo de señales analógicas de termopar SM 1231 (Figura III.24), ayudará a controlar la temperatura de las cuatro termocuplas que se encuentra conectadas en el cilindro de inyección. Los valores de las tensiones conectadas a las entradas del módulo son:

Si se trata de voltios, el valor máximo del rango nominal serán 27648 decimales.

- Si se trata de temperatura, el valor se expresará en grados multiplicados por diez (p. ej. 25,3 grados se expresarán como 253 decimales) (10).

Los datos técnicos del módulo de expansión para termocuplas se los puede observar en el ANEXO 4

---

<sup>10</sup><https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores/Documents/S71200%20-%20SM1231TC.PDF>



**Figura III. 24:** Módulo de expansión SM 1231  
**FUENTE:** <https://www.swe.siemens.com>

Los rangos y la exactitud de los diferentes tipos de termopares soportados por el módulo de señales de termopar SM 1231 se indican en la tabla III.IX:

**Tabla III. IX:** Rangos de las termocuplas

Tipo de termopar	Rango de saturación mínimo	Rango nominal límite inferior	Rango nominal límite superior	Rango de saturación máximo	Exactitud rango <sup>1,2</sup> normal @ 25°C	Exactitud rango <sup>1,2</sup> normal 0°C a 55°C
J	-210,0°C	-150,0°C	1200,0°C	1450,0°C	±0,3°C	±0,6°C
K	-270,0°C	-200,0°C	1372,0°C	1622,0°C	±0,4°C	±1,0°C
T	-270,0°C	-200,0°C	400,0°C	540,0°C	±0,5°C	±1,0°C
E	-270,0°C	-200,0°C	1000,0°C	1200,0°C	±0,3°C	±0,6°C
R & S	-50,0°C	+100,0°C	1768,0°C	2019,0°C	±1,0°C	±2,5°C
N	-270,0°C	-200,0°C	1300,0°C	1550,0°C	±1,6°C	±1,0°C
C	0,0°C	100,0°C	2315,0°C	2500,0°C	±0,7°C	±2,7°C
TXK/XK(L)	-200,0°C	-150,0°C	800,0°C	1050,0°C	±0,6°C	±1,2°C
Tensión	-32512 -94,0715mV	-27648 -80mV	27648 80mV	32511 94,071mV	±0.05%	±0.1%

**FUENTE:** <https://www.swe.siemens.com>

### 3.2.2.3 MÓDULO DE SALIDAS ANALÓGICAS SM 1232

El módulo de salidas analógicas SM 1232 (Figura III.25) se encuentra interconectado con los módulos digitales y la CPU 1214 a través de este módulo se origina el intercambio de información en lectura y escritura de señales analógicas de corriente o voltaje.



**Figura III. 25:** Modulo de expansión salidas analógica SM 1232  
**FUENTE:**<https://www.swe.siemens.com>

Las funciones del módulo de salidas analógicas Signal Module SM 1232 son:

- Transforman las señales analógicas del proceso en señales digitales para su procesamiento dentro de SIMATIC S7-1200
- Transforman las señales digitales de SIMATIC S7-1200 en señales para controlar el proceso respectivo (8).

Los datos técnicos del módulo de salidas analógicas SM 1232 se encuentran en el ANEXO 4.

#### **3.2.2.4 MÓDULO DE E/S DIGITALES SM 1223**

Este módulo de E/S digitales SM 1223 (Figura III.26) consta de 16 entradas y 16 salidas digitales, se caracteriza porque la conexión de las señales digitales se lo hace directamente al controlador, en el mismo serán conectados los sensores inductivos, luces, pulsadores y las válvulas direccionales, sus rangos de trabajo son: 24 VDC para su alimentación, 5 VDC/1mA para una señal 0 lógico, y 15 VDC/2.5mA para una señal uno lógico, además sus entradas y salidas tienen un aislamiento galvánico.

---

<sup>8</sup> <http://www.dielectroindustrial.es>



**Figura III. 26:** Modulo de expansión E/S digitales SM 1223  
**FUENTE:** <http://www.dielectroindustrial.es>

Los datos técnicos del módulo de E/S digitales SM 1223 se encuentran en el ANEXO 4.

### **3.2.3 MODOS DE OPERACIÓN DE LA MÁQUINA**

La máquina inyectora tiene tres modos de operación: manual y automático.

#### **Operación en modo manual**

Este modo de operación es usado para obtener piezas terminadas de buena calidad.

En este modo el operador tiene un tablero de control manual el mismo que contiene pulsadores indicadores y selectores, estos elementos ejecutan y controlan el movimiento de la máquina realizando así el ciclo de trabajo. El tiempo que se tarda en terminar el ciclo depende mucho del operario ya que el controla cada movimiento de la máquina.

#### **Operación en modo automático**

Al trabajar en modo automático la máquina siempre comienza su ciclo con el molde abierto, el expulsor debe estar atrás y la máquina debe estar en tiempo de parada, por último se ingresa los datos respectivos en el HMI para que la máquina se ponga en funcionamiento.

Antes de poner en funcionamiento la máquina, la puerta de la MIP debe estar cerrada, luego con el selector se selecciona modo automática y por último pulsamos START, entonces el molde empieza a cerrarse a una alta velocidad y baja presión, cuando el molde está cerca de cerrarse baja la velocidad y aumenta la presión. Una vez que la placa móvil y la placa fija se hayan compactado empieza el avance de la unidad de inyección hasta que la boquilla ingrese al molde; entonces se inicia la inyección con una velocidad y presión controlada, luego comienza una segunda etapa de inyección con su velocidad y presión adecuada, inmediatamente terminada la inyección se inicia un tiempo de carga, para esto se mueve el motor hidráulico de la máquina que hace girar al tornillo para llevar el material desde la tolva hacia las zonas de calentamiento. Al mismo tiempo que empieza el tiempo de carga inicia el tiempo de enfriamiento, este tiempo se encarga de enfriar la pieza que se encuentra en el molde hasta que se solidifique, durante el cual la bomba no debe generar presión para evitar el recalentamiento del aceite, al terminar el tiempo de enfriamiento el molde se abre totalmente y el expulsor se mueve hacia adelante para botar la pieza obtenida, luego de esto el expulsor regresa a su posición normal. Una vez terminado con la expulsión la máquina está preparada para comenzar con el nuevo ciclo.

#### **3.2.4 CONTROL DE TEMPERATURA**

Para realizar el control de temperatura se utilizó un módulo de señales de termopar SM 1231, el cual enlazamos al PLC.

La máquina inyectora tiene cuatro zonas de calentamiento, las tres primeras zonas están compuestas por dos resistencias y una termocupla tipo K la misma que monitorea la temperatura y la cuarta zona o zona de la boquilla tenemos una resistencia de calentamiento y la termocupla. Para cada zona de calentamiento se controlara la

temperatura mediante la pantalla HMI. En la Figura III.27 se muestra las zonas de calentamiento y las termocuplas acopladas al cañón



**Figura III. 27:** Termocuplas tipo K

**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

### **3.2.5 UNIDAD DE CONTROL HIDRÁULICO**

La MIP funciona mediante un sistema hidráulico que maneja altas presiones y caudales necesarias para mover las diferentes partes de la máquina.

La máquina consta de una bomba hidráulica que es la encargada de entregar presión y caudal a la máquina. Esta bomba está acoplada a un motor eléctrico de 20HP el cual, por medio de un matrimonio, hace girar dicha bomba para su funcionamiento.

El control del flujo y presión se realiza usando válvulas proporcionales que se encuentran contenidas dentro de una unidad de control hidráulica como se puede observar en la figura III.28



**Figura III. 28:** Unidad hidráulica de una máquina inyectora  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

Las electroválvulas son las encargadas de operar las válvulas hidráulicas, estas permiten o no el paso de aceite para controlar el movimiento de prensa, expulsión hidráulica, motor hidráulico, inyección y descompresión.

### **3.3 GRAFICO SECUENCIAL DE FUNCIONES (GRAFCET)**

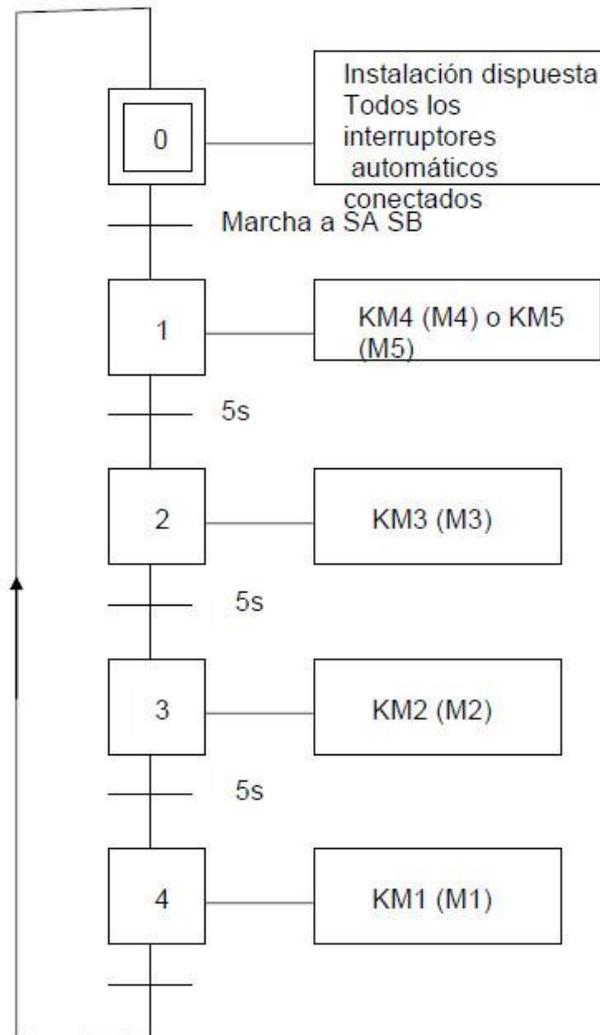
Es un lenguaje gráfico que permite realizar un modelo del proceso a automatizar, contemplando las entradas y salidas que se usa en un sistema. Este sistema esta constituidos por etapas y transiciones, donde las etapas contienen las salidas y las transiciones las entradas.

El grafcet es la forma lógica de especificar y programar al más alto nivel de un programa para PLC (4).

Ese método grafico ayuda a realizar un manejo apropiado de los posicionadores, alimentadores y todos los movimientos que requiere la maquina inyectora. En la figuraIII.29 se muestra un ejemplo del método el grafcet.

---

<sup>4</sup> [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0121\\_ME.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0121_ME.pdf)



**Figura III. 29:** Diagrama graficet  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

### 3.4 MEDICIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS

Para medir los parámetros físicos de la MIP tenemos diversos tipos de sensores, los mismos que permitirán controlar distancias, presiones, temperaturas, etc. Los más comunes y conocidos son los de proximidad física.

#### 3.4.1 MICROINTERRUPTORES

Éste actuador mecánico es accionado cuando efectúa un contacto eléctrico con algún objeto en movimiento, en este caso trabaja en la apertura y cierre de la puerta, la misma que controla la marcha o pare de la máquina, además tenemos en la unidad de cierre y

en la unidad de inyección, estos finales de carrera envían una señal de pare o de arranque de la MIP. En la Figura III.30 se muestra un final de carrera.



**Figura III. 30:** Final de carrera

**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

### 3.4.2 SENSORES INDUCTIVOS

Estos sensores presentan una conmutación sin desgaste y de gran longevidad, libre de rebotes y sin errores de impulsos, libres de mantenimiento, de precisión electrónica y soporta ambientes hostiles (4).



**Figura III. 31:** Sensores inductivos

**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

El sensor inductivo está constituido por una bobina electromagnética, esto permite detectar la presencia de un objeto metálico, y al mismo tiempo ayuda en el posicionamiento de cada movimiento de la máquina inyectora (Figura III.31).

Los sensores son protegidos por una construcción metálica, los mismos que están empotrados en la unidad de cierre y en la unidad de inyección, estos trabajan detectando las distancias de cada una de las unidades anteriormente mencionadas, su alcance máximo es de 100mm en acero. Eléctricamente trabajan (20-40 V C.D.) y por el tipo de circuito en el que trabajan (dos hilos, NPN) (11). La mayor parte de estos sensores son usados en zonas peligrosas.

### **3.4.3 SENSORES DE PRESIÓN**

Los sensores de presión nos permiten controlar la presión en aplicaciones hidráulicas y neumáticas.

Los sensores de presión son muy resistentes a las cargas mecánicas, están constituidas por una célula cerámica de medición, son resistentes a los picos de presión que suelen tener lugar en las válvulas de cierre rápido y resistentes a las sobrecargas.

En la máquina inyectora los sensores de presión controlan la presión que ejerce la bomba hidráulica, así provee a la unidad de inyección y unidad de cierre el fluido y presión necesaria para su funcionamiento. En la Figura III.32 se muestra un sensor de presión mecánico.

---

<sup>11</sup> [http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens\\_transduct/index.htm](http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/index.htm).



**Figura III. 32:** Sensor de presión Mecánico

**FUENTE:** [http://www.slideshare.net/hugo\\_2011/sensores-de-presion](http://www.slideshare.net/hugo_2011/sensores-de-presion)

### 3.4.4 SENSORES DE TEMPERATURA

Estos sensores son dispositivos que transforman la temperatura en señales eléctricas, cuyas señales son procesados y controlados por el PLC y HMI.

Hoy en día existen muchas formas de medir la temperatura, ya que en el mercado se encuentra una gran variedad de sensores que permiten controlar la temperatura. En la tabla III.X se muestra la gran variedad de dispositivos capaces de medir la temperatura y en la Tabla III.XI visualiza los rangos de cada sensor de temperatura:

**Tabla III. X:** Dispositivos de medición de temperatura

Dispositivos De Medicion De Temperatura			
Eléctricos	Mecánicos	Radiación térmica	Varios
Termocuplas	Sistemas de dilatación	- Pirómetros de radiación - Total ( banda ancha ) - Óptico - Pasabanda - Relación	Indicadores de color - Lápices - Pinturas Sondas neumáticas
Termoresistencias			Sensores ultrasónicos
Termistores			Indicadores pirométricos
Resistores de Carbono	Termómetros de vidrio con líquidos		Termómetros acústicos
Diodos			Cristales líquidos
Detectores de ruido Jonson			Sensores fluidicos
Transistores	Termómetros bimetálicos		Indicadores de luminiscencia (Termografía )
Cristales de cuarzo			
Sales Paramagnéticas			

**FUENTE:** <http://www.biblioteca.upibi.ipn.mx>

**Tabla III. XI:** Rangos de temperatura

<b>SISTEMA</b>	<b>RANGO EN °C</b>
Termocuplas	-200 a 2800
Sistemas de dilatación (capilares o bimetálicos )	-195 a 760
Termorresistencias	-250 a 850
Termistores	-195 a 450
Pirómetros de radiación	-40 a 4000

**FUENTE:** <http://serverdie.alc.upv.es>

En este caso para controlar la temperatura de las niquelinas que se encuentran amarradas en el cañón de la MIP, se utilizara termocuplas tipo k (Figura III.33). Cada termocupla está formada por dos hilos metálicos de diferente material, cuando se alimenta las niquelinas a 220VAC genera un voltaje muy pequeño, esta señal en transmitida por la termocuplas e ingrese al módulo de termocuplas, aquí se procesa la señal y se visualiza en la pantalla HMI. En la Tabla III.XII se muestra los rangos de las distintas termocuplas.

**Tabla III. XII:** Tipos de termopares con sus aleaciones y rango de operación

<b>TIPO DE TERMOPAR</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>RANGO NORMAL</b>
J	Hierro-constantan	-190°C a 760°C
T	Cobre-constantan Cobre-(cobre – níquel)	-200°C a 370°C
K	Cromo-Níquel / Aluminio-Níquel	-190°C a 1260°C
E	Cromel-Constantan	-100°C a 1260°C
S	(90% Platino-10% Rodio)-Platino	0°C a 1480°C
R	(87% Platino-13% Rodio)-Platino	0°C a 1480°C

**FUENTE:** <http://automatizacionycontrol.wordpress.com/instrumentacio/control/medidas-de-temperatura/termopares/>



**Figura III. 33:** Sensor de presión Mecánico  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

### **3.5 VARIABLES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO**

En el proceso de inyección intervienen de forma directa o indirecta las siguientes variables; **temperatura, presión, tiempo y distancia.**

#### **3.5.1 TEMPERATURA DEL MOLDE**

Es la temperatura a la que se encuentra la cavidad del molde, debe ser bien baja para que el material inyectado en el molde se pueda enfriar rápidamente y así conseguir que se solidifique.

La temperatura del molde depende de algunos parámetros (temperatura del fluido, temperatura del material, características técnicas del molde, etc.) (12).

Mientras más rápido sea el enfriamiento del plástico, más rápido empezará el nuevo ciclo de inyección, esto permitirá el aumento de piezas inyectadas en un menor tiempo.

---

<sup>12</sup> <http://jennyosorio15.blogspot.com/2012/11/moldeo-por-inyeccion.html>

### **3.5.2 TEMPERATURA DE INYECCIÓN**

Es la temperatura a la que se calienta el material y se funde para luego ser inyectado en el interior del molde. El material a fundir pasa por cuatro etapas de calentamiento, desde que entra por la tolva hasta cuando el material esté preparado para ser inyectado en el molde. La temperatura no debe exceder de las propiedades de fundición del material pero debe ser lo suficientemente equilibrada para permitir que el material fluya correctamente.

### **3.5.3 PRESIÓN INICIAL O DE LLENADO**

Esta presión es aplicada cuando el material se encuentra fundido, este proceso se realiza al accionar el motor hidráulico ya que gira el tornillo sin fin hacia delante y por medio del calor el material empieza a fundirse. Esta presión obliga a que el material fundido sea inyectado hacia adelante, produciendo así el llenado inicial del molde. La presión inicial debe ser alta para que el llenado del molde sea lo más rápido.

### **3.5.4 PRESIÓN DE MANTENIMIENTO O COMPACTACIÓN (HOLDING PRESSURE)**

Es la presión que aplica entre el molde y la boquilla después de haber finalizado el proceso de inyección, esto ayuda a que no haya fugas de material por las cavidades del molde, mediante esta presión el material empieza a enfriarse y contraerse, además se obtendrá una pieza con una densidad uniforme.

### **3.5.5 PRESIÓN POSTERIOR O DE RETROCESO (BACK PRESSURE)**

Esta presión se aplica una vez terminado la etapa de compactación, el tornillo sin fin empieza a girar y retrocede hacia atrás, al mismo tiempo va cargando y fundiendo el

material. El material fundido se acumula delante del tornillo sin fin, obligando a que este retroceda, ejerciendo una presión hacia atrás, esto ayudara a conseguir que el material se mezcle y homogenice adecuadamente.

### **3.5.6 TIEMPO DE INYECCIÓN INICIAL**

Es el tiempo que recorre el tornillo sin fin al aplicar una presión hacia adelante, esto permite que el material fundido ingrese al molde. Para aplicar este tiempo es necesario conocer, las características del molde en donde ingresara el material fundido, la viscosidad del material y el porcentaje empleado para la inyección del material. Normalmente este tiempo no es superior a 2s.

### **3.5.7 TIEMPO DE MANTENIMIENTO O COMPACTACIÓN**

En este tiempo, el tornillo sin fin se mantiene en posición avanzada, aplicando una presión necesaria al material dentro del molde hasta que la entrada a la cavidad de moldeo se solidifique. Para una pieza de 1.5 mm de espesor el tiempo de mantenimiento no suele exceder de 6s (12).

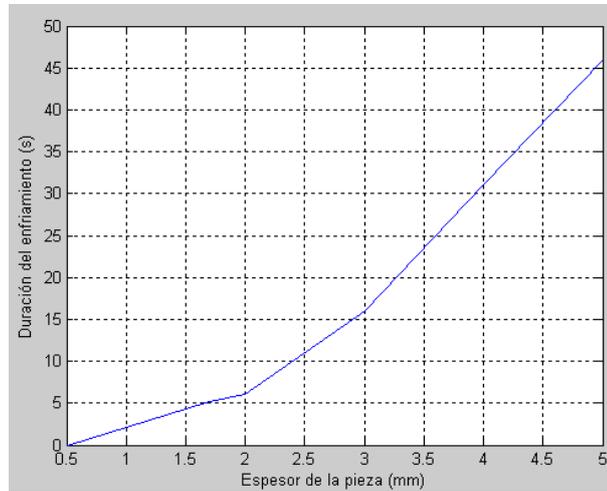
### **3.5.8 TIEMPO DE ENFRIAMIENTO**

Es el tiempo que necesita una pieza para enfriarse, solidificando así el material inyectado en el molde, una vez que la pieza este lo suficientemente rígida, se podrá extraer del molde sin que se deforme y así adquirir un producto de calidad sin desperdiciar el material de trabajo. Así podemos decir que cuanto mayor sea el espesor de la pieza que se está moldeando mayor será el tiempo de enfriamiento requerido (12).

---

<sup>12</sup> <http://jennyosorio15.blogspot.com/2012/11/moldeo-por-inyeccion.html>

En la Figura III.34 se muestra el tiempo de enfriamiento de la pieza con relación al espesor.



**Figura III. 34:** Enfriamiento de la pieza con relación al espesor  
**FUENTE:** <http://itzamna.bnct.ipn.mx>

### **3.5.9 DISTANCIA DE DOSIFICACION (INYECCIÓN)**

La distancia de dosificación es la cantidad de plástico fundido que se encuentra entre la punta del tornillo sin fin y la boquilla, llamada también reserva de fundido. Esta cantidad permite llenar todas las cavidades del molde.

### **3.5.10 DISTANCIA DE APERTURA DE MOLDE**

Es la distancia que realiza la placa móvil con respecto a la placa fija del molde, para poder expulsar la pieza.

## **3.6 PROGRAMACIÓN DEL PLC**

Para programar el PLC S7-1200 fue necesario conocer el proceso de trabajo de la MIP, también se debe tomar en cuenta las posibles fallas durante la operación de la máquina y por último conocer los equipos con los que el PLC va a interactuar.

### **3.6.1 ACCIONES QUE REALIZA EL PROGRAMA DE CONTROL**

El PLC principalmente se encargara del control de los tiempos, temperaturas, distancias y presiones. Los tiempos a controlar son el de enfriamiento, inyección y compactación, el control de las presiones se lo realizará mediante válvulas proporcionales, la temperatura de la niquelinas serán controladas por termocuplas y las distancias serán controladas por medio de los sensores inductivos. Para ello se utilizó un PLC Siemens S7-1200 con módulos de expansión E/S digitales, E/S analógicas, para el control de temperatura un módulo de expansión para las termocuplas y una pantalla HMI para el control del proceso.

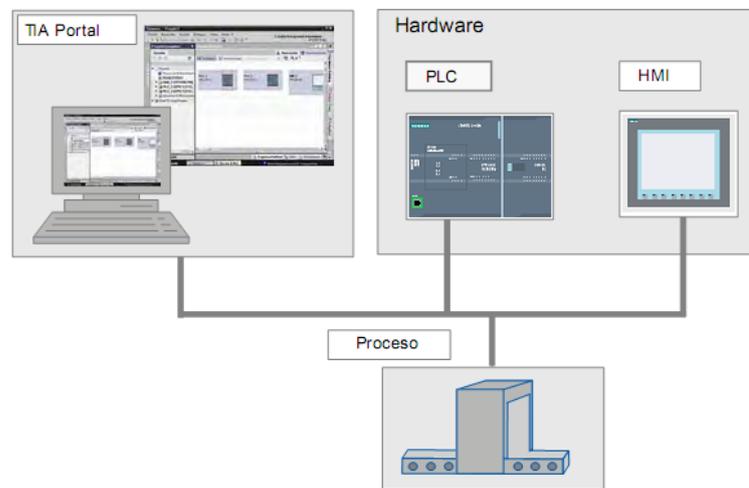
A través del PLC se controla las entradas de la máquina como son: los fines de carrera y botoneras, así mismo, controla las salidas como son las válvulas de control direccional y proporcional las cuales son accionadas por relés, el encendido de bomba y servo-válvula (control análogo), también, genera diferentes alarmas producidas como falta de aceite, no cierre la prensa y las puertas de protección se encuentra abierta. Todas estas alarmas son desplegadas a través de la pantalla táctil.

Para el sistema de calefacción se controlara desde la pantalla HMI la temperatura del material la misma que se encuentra en cuatro zonas del transportador de la materia. Los cuales se podrán setear a una cierta temperatura y si la termocupla censa un valor por debajo de esta, activa su salida dando energía a una resistencia calorífica para así calentar el producto. Cuando la temperatura censada sea igual a la seteada el controlador desactiva su salida dejando sin energía a la resistencia.

También, a través, de la pantalla táctil se ingresan datos hacia el PLC, los cuales son: el tiempo de enfriamiento de la pieza, el tiempo de parada de la máquina, el número de expulsiones, la velocidad de carga de material y el tiempo de rechupe (7).

### 3.6.2 SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN

Para programar el PLC S7-1200 se utiliza el software de programación STEP 7 Professional V12 (TIA Portal V12). En la Figura III.35 se muestra el proceso de programación entre el PLC, PC, HMI, proceso real.



FUENTE: <http://www.infoplcn.net>

Figura III. 35: Proceso de control mediante Tia Portal

El TIA Portal se puede configurar tanto para el control como la visualización de un sistema. El TIA Portal contiene dos programas, el STEP 7 que sirve para programar todas las entradas y salidas ya sean analógicas o digitales de la MIP en el PLC y el WinCC basic que utiliza para realizar la visualización del sistema HMI que controlara las variables de la MIP. Los proyectos creados se guardan en una carpeta común.

Para crear los programas en STEP 7 Professional V12 (TIA Portal V12), se debe hacer las siguientes selecciones:

- Intel ® core(TM), i5-2450 CPU @ 2.50Ghz, 4 GB, Sistema operativo 64bits, Windows 7 home Premium
- Software STEP 7 Basic V12
- Conexión Ethernet entre PC, CPU y Panel
- PLC SIMATIC S7-1200
- Módulos de expansión Analógicas y digitales
- Panel SIMATIC KTP600 Basic Color PN

El software STEP 7 tiene las siguientes funciones para la automatización de la máquina inyectora:

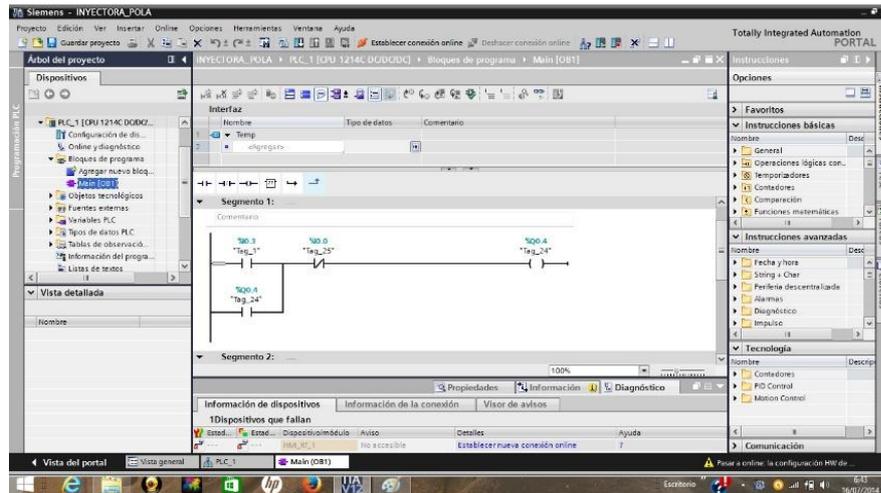
- Configuración y parametrización del hardware
- Definición de la comunicación
- Programación
- Prueba, puesta en marcha y servicio técnico
- Creación de pantallas para KTP 600 color PN con WinCC Basic integrado (13).

### **Editor KOP (Esquema de contactos)**

Mediante el editor KOP se crea el programa para el control de la máquina inyectora (Figura III.36). El lenguaje de programación KOP tiene los siguientes elementos, contactos normalmente cerrados y normalmente abiertos, bobinas, etc., estos elementos se utilizara para formar segmentos de programación y así darle movimiento a la MIP.

---

<sup>13</sup>[http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infoPLC\\_net\\_SCE\\_ES\\_010-080\\_R1209\\_S7-1200\\_HMI.pdf](http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infoPLC_net_SCE_ES_010-080_R1209_S7-1200_HMI.pdf)



**Figura III. 36:** Programación KOP en Tia Portal V12  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

Dentro del lenguaje KOP también se puede realizar operaciones de comparación, conversión, aritméticas, de transferencia, temporización, contaje, etc.

Las operaciones se representan mediante símbolos gráficos que incluyen tres formas básicas.

- **Contacto abierto:** Funciona cuando el contacto se cierra y permite que la corriente fluya a través del contacto, el resultado lógico es “1”.
- **Contacto Cerrado:** Este contacto se abre cuando el fluido corriente se corta mostrando como resultado “0” lógico.
- **Bobinas:** Las bobinas permiten controlar operandos binarios. Si la corriente fluye hasta la bobina, el bit en el operador se pone a “1”. Si no fluye corriente hasta la bobina, el bit en el operador se pone “0”. Una bobina de salida solo puede colocarse dentro de un esquema de contactos en el extremo derecho de un circuito.

- **Contadores:** Un contador se usa para comparar un valor acumulado y un valor preestablecido para la función del circuito de control (14). El valor fijado por el programador se transfiere del acumulador al contador al activarse este. El valor de contaje puede estar comprendido entre 0 y 999.

- **Temporizadores**

Se utiliza para crear retardos programados. El valor de temporización se puede cargar en los formatos binarios, hexadecimales o decimal codificado en binario (BCD). El área de temporización va de 0 a 9990 segundos.

**TP** (Temporizador impulso): Genera un impulso con una duración predeterminada (15).

**TON** (Temporizador de retardo): Cuando se encuentra activado la salida Q en un tiempo de retardo predeterminado.

**TOF** (Temporizador de retardo): Cuando se encuentra desactivado la salida Q en un tiempo de retardo predeterminado.

**TONR** (Acumulador de tiempo): Cuando se encuentra activado la salida Q en un tiempo de retardo predeterminado. El tiempo transcurrido se acumula a lo largo de varios periodos de temporización hasta que la entrada R inicializa el tiempo transcurrido (16).

A continuación se muestra en la tabla la descripción de cada parámetro del temporizador.

---

<sup>14</sup> [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lmt/maza\\_c\\_ac/capitulo4.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmt/maza_c_ac/capitulo4.pdf)

<sup>15</sup> <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-EASYBOOK.PDF>

<sup>16</sup> <http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/2386>

**Tabla III. XIII:** Parámetros de los temporizadores

<b>PARÁMETRO</b>	<b>TIPO DE DATOS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
IN	Bool	Habilita la entrada del temporizador
R	Bool	Pone a 0 el tiempo transcurrido de TONR
PT	Bool	Entrada que indica el tiempo predeterminado
Q	Bool	Salida del temporizador
ET	Time	Salida que indica el tiempo transcurrido.
Bloque de datos temporizados	DB	Indica que temporizador debe inicializarse con la instrucción RT

**FUENTE:** <http://repo.uta.edu.ec>

### **3.6.3 ESTRUCTURA DEL PROGRAMA DE CONTROL**

El programa que controla el ciclo de trabajo de MIP contiene un programa principal.

#### **3.6.3.1 PROGRAMA PRINCIPAL**

El programa principal controla el trabajado de operación en modo Manual y Automática de la máquina inyectora, este programa realizará el control de las unidad de cierre, unidad de inyección, así como el sistema hidráulico, eléctrico, además se controlará las velocidades, tiempos, distancia y presiones que permiten el movimiento de la MIP.

El programa de control realizado contiene los siguientes segmentos.

##### **3.6.3.1.1 APERTURA DE PRENSA**

En este segmento se controla la apertura de la prensa de la MIP ya sea en modo manual, o automática, para abrir la prensa es necesario controlar la velocidad, esto se lo hace mediante las válvulas proporcionales que se encuentran acopladas en la unidad de potencia. En el Anexo 7 se muestra el segmento de programación de la apertura de prensa.

#### **3.6.3.1.2 CIERRE DE PRENSA**

En este segmento se programara el control cierre de prensa, el cierre de la placa móvil trabaja a una velocidad, otro parámetro a controlar es la presión la misma que sirve para compactar la placa móvil con la placa fija y para parar el cierre de prensa se utiliza un sensor inductivo que detecta el punto de parada. En el Anexo 7 se mostrara el segmento de programación del cierre de prensa.

#### **3.6.3.1.3 CARRO HACIA ADELANTE**

Este segmento controla el avance de la unidad de inyección, este avance trabaja a una velocidad y termina su adelantamiento cuando el sensor inductivo detecta el punto de parada. En el Anexo 7 se muestra el segmento de programación del carro hacia adelante.

#### **3.6.3.1.4 CARRO HACIA ATRÁS**

Este segmento controla el retroceso del carro, este retroceso se realiza a una sola velocidad, la unidad se traslada hasta que el sensor inductivo donde determina la parada o su posición inicial. En el Anexo 7 se muestra el segmento de programación del carro hacia atrás.

#### **3.6.3.1.5 INYECCIÓN DE MATERIAL**

Este segmento del programa controla el avance del tornillo sin fin, primero a una velocidad baja y por ultimo a una velocidad alta de inyección. Otro punto a controlar es la presión, ya que al inyectar el material ejerce una presión para compactar la boquilla con el molde, esto ayuda a que no haya derramamiento de material por los orificios del molde. En el Anexo 7 se muestra el segmento de programación de la inyección de material.

#### **3.6.3.1.6 CARGA DE MATERIAL**

Este subprograma controla la velocidad de giro que ejerce el motor hidráulico, para que el tornillo sin fin empiece a cargar el material hacia la boquilla del cañón, el fin de la carga da inicio al rechupe del material. En el Anexo 7 se muestra el segmento de programación de carga de material.

#### **3.6.3.1.7 EXPULSOR ADELANTE**

Este controla el avance del sistema de expulsión de la MIP el mismo que expulsa la pieza solidificada del molde hacia el exterior. En el Anexo 7 se muestra el segmento de programación del expulsor hacia adelante.

#### **3.6.3.1.8 EXPULSOR ATRÁS**

Este segmento controla el retroceso del sistema de expulsión a su posición inicial e indica la finalización del ciclo de trabajo de la máquina. En el Anexo 7 se muestra el segmento de programación del expulsor hacia atrás.

#### **3.6.3.1.9 AVISOS**

Este programa permite visualizar los avisos que envía el PLC hacia el panel operador o HMI. En el Anexo 7 se muestra el segmento de programación de avisos.

## **CAPITULO IV**

### **4 CONFIGURACIÓN DE LA INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA – HMI**

#### **4.1 INTRODUCCIÓN**

En la actualidad las industrias tienen maquinaria que realizan procesos muy complejos, por lo tanto es necesario tener una interfaz que ayude al operador a controlar los trabajos de producción y al mismo tiempo poder verificar si las instalaciones se encuentran en buen estado así se mejora la operación y supervisión de la máquina.

Un sistema HMI (Human Machine Interface) permite la relación entre el operador y la MIP. Quien realmente controla el proceso es el controlador. Por consiguiente, se emplea una interfaz entre el operador y WinCC-Tia Portal (en el panel de mando) y otra interfaz entre WinCC-Tia Portal y el controlador (13).

---

<sup>13</sup>[http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infoPLC\\_net\\_SCE\\_ES\\_010-080\\_R1209\\_S7-1200\\_HMI.pdf](http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infoPLC_net_SCE_ES_010-080_R1209_S7-1200_HMI.pdf).

WinCC-Tia Portal es el software que permite realizar todas las tareas de configuración necesarias para la visualización en la pantalla HMI. Un HMI tiene las siguientes tareas:

- **Representar el proceso**

Permite visualizar en el panel operador cada uno de los procesos de la máquina inyectora.

- **Manejar el proceso**

El operador puede manejar los procesos de la máquina inyectora por medio de las subpantallas de usuario. El operador puede. Por ejemplo, especificar y modificar un valor de un parámetro en el autómata.

- **Emitir avisos**

Si dentro del proceso de inyección se producen averías en el ciclo de trabajo, automáticamente se visualizara los avisos correspondientes para que el operador los solucione rápidamente.

- **Archivar valores de proceso y avisos**

Los avisos y valores de proceso pueden archivar a través del sistema HMI. De este modo es posible documentar el historial del proceso y, más adelante, seguir teniendo acceso a datos de producción antiguos (13).

- **Documentar valores de proceso y avisos**

El sistema HMI puede emitir los avisos y valores de proceso en forma de protocolo. Esto permite imprimir los datos de producción, por ejemplo, al final de cada turno (13).

---

<sup>13</sup>[http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infoPLC\\_net\\_SCE\\_ES\\_010-080\\_R1209\\_S7-1200\\_HMI.pdf](http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infoPLC_net_SCE_ES_010-080_R1209_S7-1200_HMI.pdf).

- **Administrar parámetros de proceso y de máquina**

El sistema HMI puede guardar los parámetros de procesos y máquinas en las recetas. Estos parámetros pueden transferirse en un solo paso, p. ej., desde el panel de operador al controlador para cambiar la producción a otra variante de producto (13).

## **4.2 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE PARA EL TOUCH SCREEN**

### **4.2.1 COMPONENTES DEL SOFTWARE**

WinCC (TIA Portal) es un software que nos permite configurar la pantalla KTP 600 PN color, además ayuda a editar las pantallas que se utilizara para el control de la máquina inyectora y por último se podrá visualizar al correr el programa.

WinCC (TIA Portal) está disponible en las siguientes ediciones distintas en función de los sistemas de operador configurables:

#### **Opciones para sistemas de ingeniería y runtime WinCC**

Los SIMATIC Panels, así como WinCC Runtime Advanced y WinCC Runtime Professional contienen funciones esenciales para el manejo y visualización de maquina e instalaciones (17).

### **4.2.2 WINCC FLEXIBLE SISTEMA DE INGENIERIA**

#### **4.2.2.1 IMÁGENES Y OBJETOS DE IMÁGENES**

Permite observar el objeto y la variable HMI interconectada. Además se listan todos los usos del objeto y de la variable HMI.

En WinCC V12 tiene la posibilidad de dinamizar las propiedades de los objetos de un grupo de forma individual para cada objeto.

---

<sup>13</sup>[http://www.infoplc.net/files/descargas/siemens/infoPLC\\_net\\_SCE\\_ES\\_010-080\\_R1209\\_S7-1200\\_HMI.pdf](http://www.infoplc.net/files/descargas/siemens/infoPLC_net_SCE_ES_010-080_R1209_S7-1200_HMI.pdf)

<sup>17</sup> [https://support.automation.siemens.com/.../WinCC\\_Advanced\\_V12\\_esES...](https://support.automation.siemens.com/.../WinCC_Advanced_V12_esES...)

#### **4.2.2.2 VARIABLES**

Las variables HMI, ayudan a asignar y a controlar procesos de la maquina inyectora, y a la vez permite visualizar en la pantalla.

#### **4.2.2.3 SISTEMA DE AVISOS Y VISOR DE AVISOS**

Se utiliza un juego de caracteres para la configuración de textos de avisos. El sistema de avisos se usará en la máquina para indicar si hay algún desperfecto o mal funcionamiento de la misma.

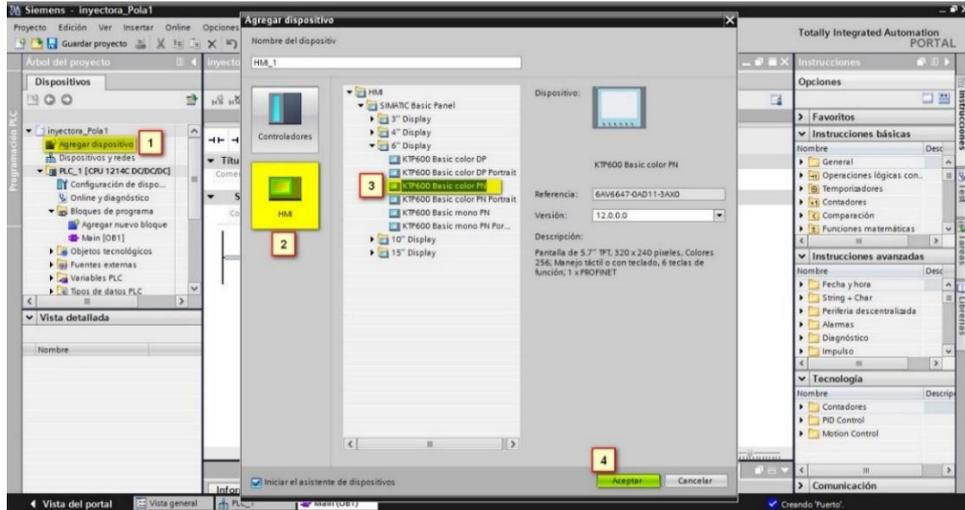
### **4.3 PROGRAMACIÓN DEL TOUCH SCREEN**

Para la programación de la HMI KTP600 BASIC COLOR PN se utilizará el software WinCC Basic V12, ya que tiene la ventaja de asociar fácilmente con las variables del PLC y las variables del HMI.

#### **4.3.1 AGREGAR LA HMI AL PROYECTO**

Permite seleccionar el HMI con el que se va a trabajar en el proyecto:

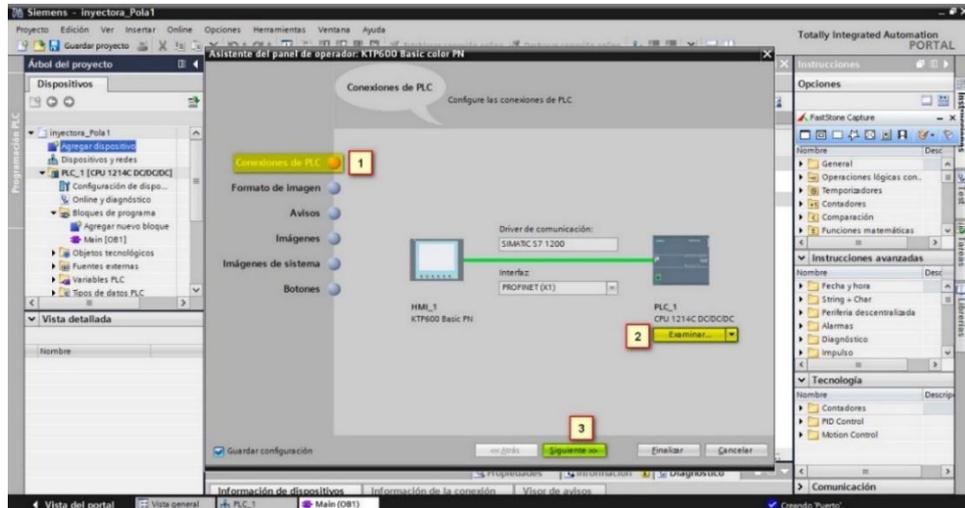
- En el “Árbol de proyecto” dar clic en “Agregar dispositivo”
- Dar clic en el botón "HMI".
- Seleccionar el HMI KTP600 PN.
- Por ultimo en la parte inferior derecha dar clic en el botón “Aceptar”, como se muestra en la Figura III.37.



**Figura IV. 37:** Agregar HMI en Tia Portal V12  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

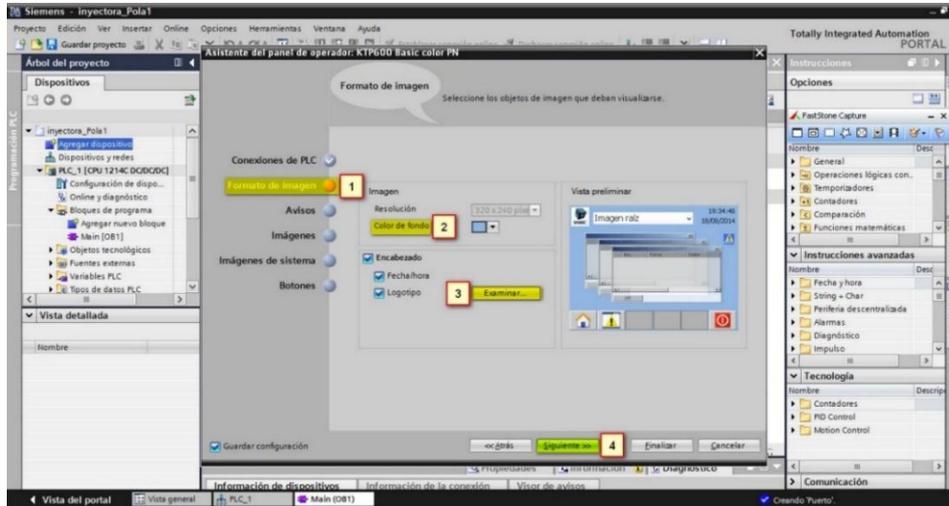
### 4.3.2 CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO

1. En el asistente del panel operador dar clic en conexiones del PLC, en la parte inferior derecha en el botón examinar dar clic, seleccionar el PLC que se utilizará en el proyecto para interconectarlo y por ultimo dar clic en siguiente. En la Figura IV.38 se muestra la selección del PLC para el HMI.



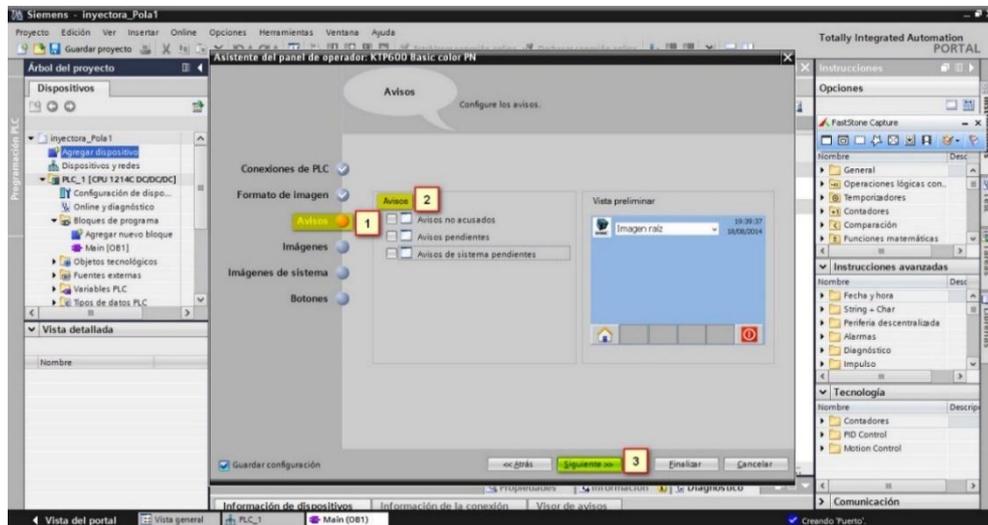
**Figura IV. 38:** Configuración Conexión del PLC en Tia Portal V12  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

2. En diseño de imagen (Figura IV.39) se configura la pantalla a utilizar, así como, el color de fondo, la fecha, el logo, etc... una vez finalizado la configuración dar clic en siguiente.



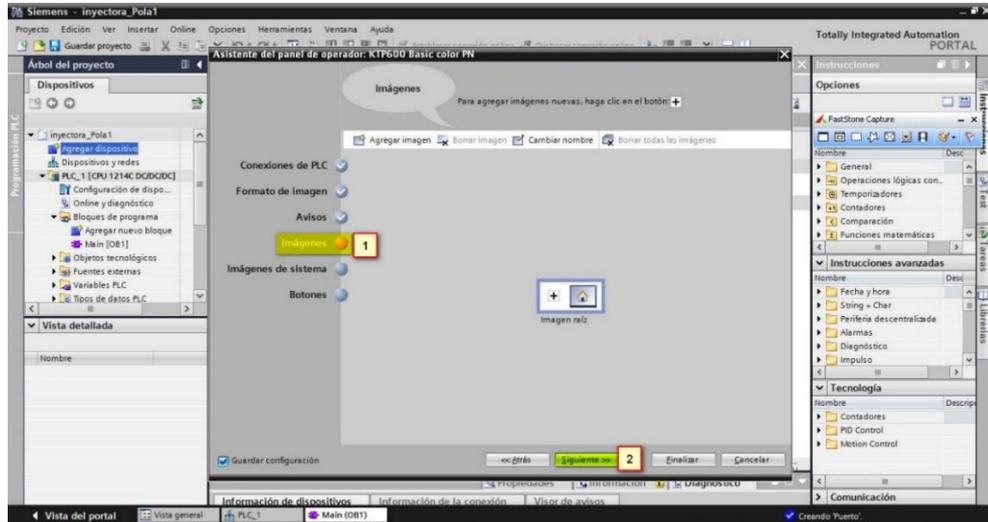
**Figura IV. 39:** Configuración formato de imagen en Tia Portal V12  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

3. En avisos (Figura IV.40) permite configurar la pantalla para que genere las alarmas correspondientes y por ultimo dar clic en siguiente.



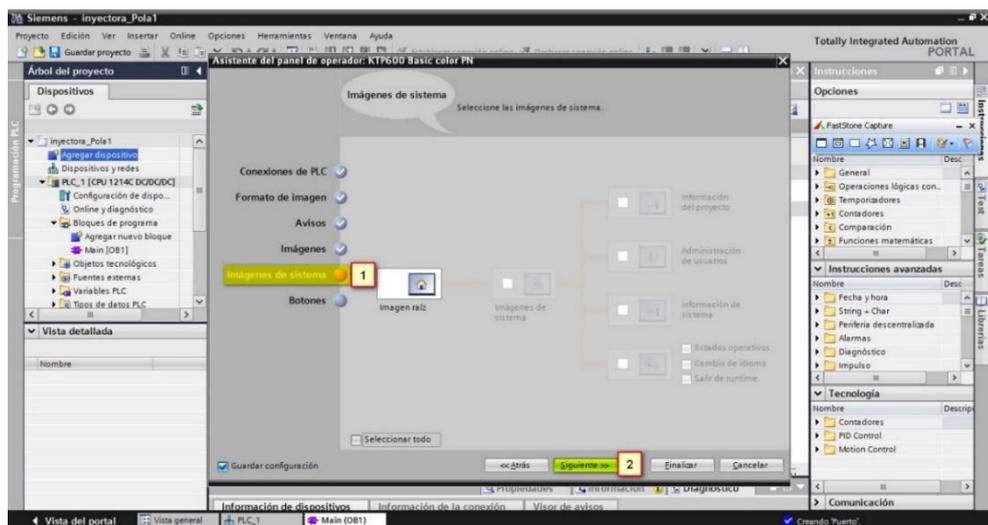
**Figura IV. 40:** Configuración Avisos en Tia Portal V12  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

4. En esta ventana se configura el nombre de la imagen (Figura IV.41), permite crear varias imágenes en el proyecto e incluso se puede realizar una navegación de imágenes, por último dar clic en siguiente.



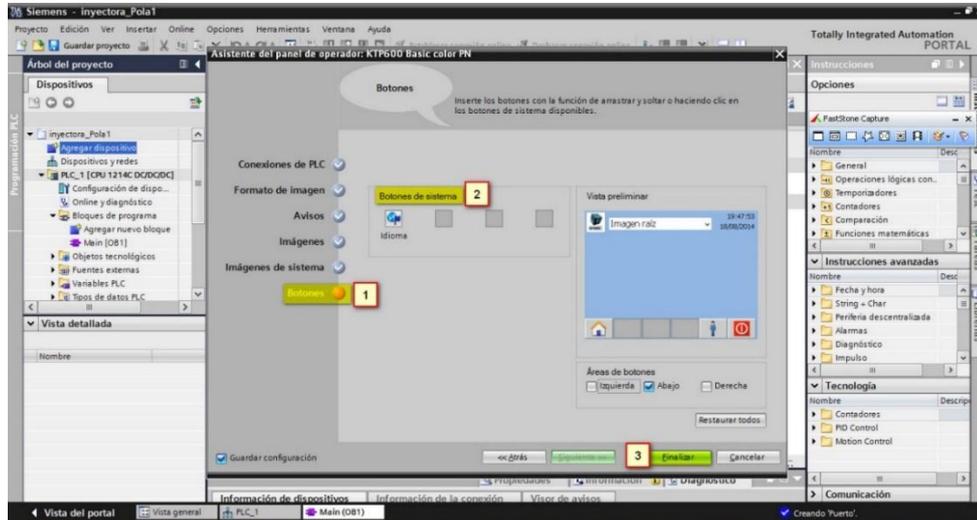
**Figura IV. 41:** Configuración imágenes en Tia Portal V12  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

5. En este paso se puede asignar pantallas para el sistema que se necesite y con las configuraciones correspondientes, este proceso se crea automáticamente, luego seleccionar siguiente. En la Figura IV.42 se muestra la configuración de imágenes para el HMI.



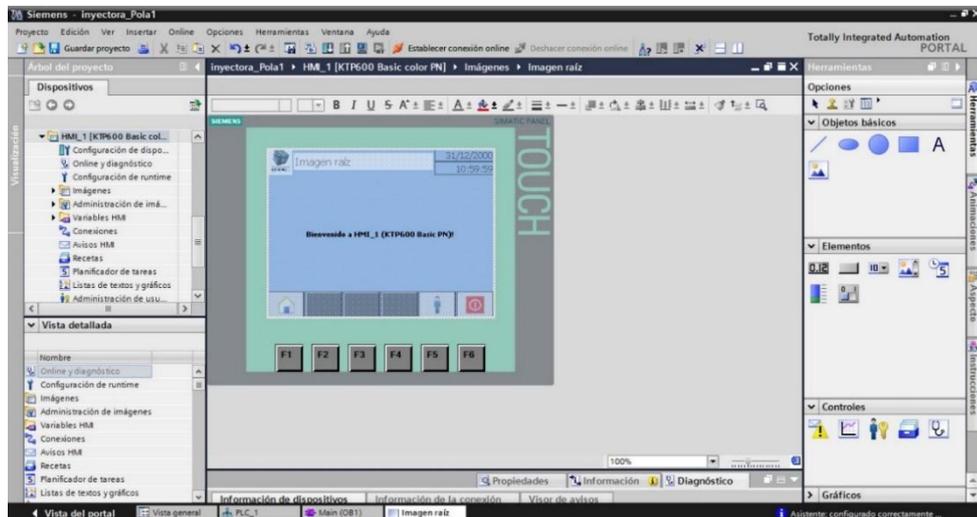
**Figura IV. 42:** Configuración imágenes del sistema en Tia Portal V12  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

6. En esta ventana permite añadir en el HMI los botones básicos que se utiliza al momento de ingresar y salir del sistema creado, luego dar clic en siguiente, como se muestra en la Figura IV.43.



**Figura IV. 43:** Configuración de botones en Tia Portal V12  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

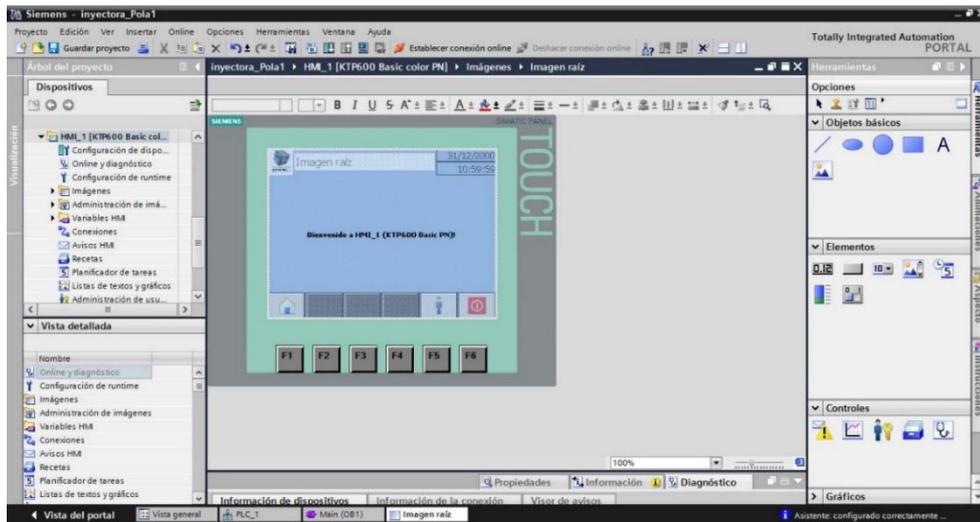
7. Y por último, en la barra de herramientas buscar guardar proyecto y dar clic, como se muestra en Figura IV.44.



**Figura IV. 44:** Configuración completa de la pantalla HMI  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

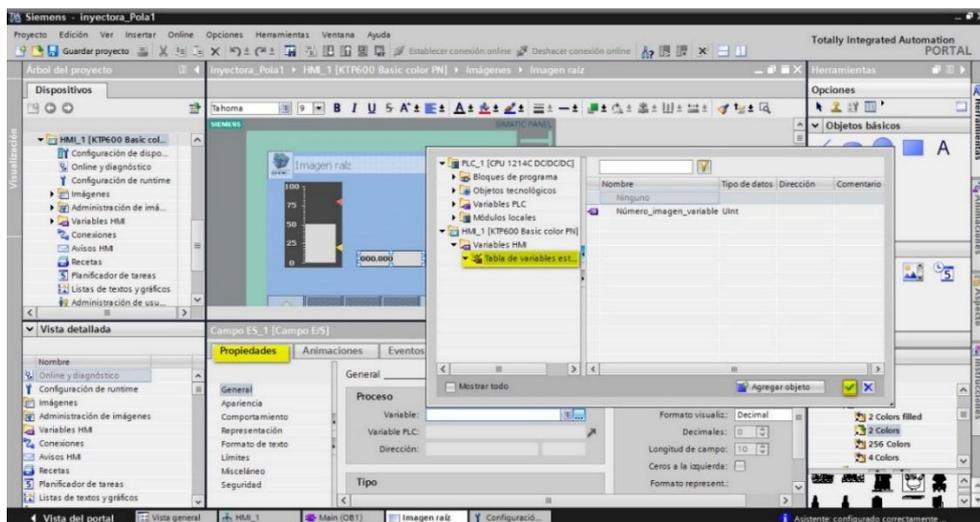
### 4.3.3 ENTORNO DE PROGRAMACIÓN

En el entorno de programación se crea la pantalla de control de la MIP, dentro de la pantalla se visualizará y preseleccionara valores de proceso. En la Figura IV.45 se muestra en entorno de programación del HMI. Para agregar un elemento desde la barra de herramientas con el mouse seleccionar y arrastrar hacia la pantalla del HMI.



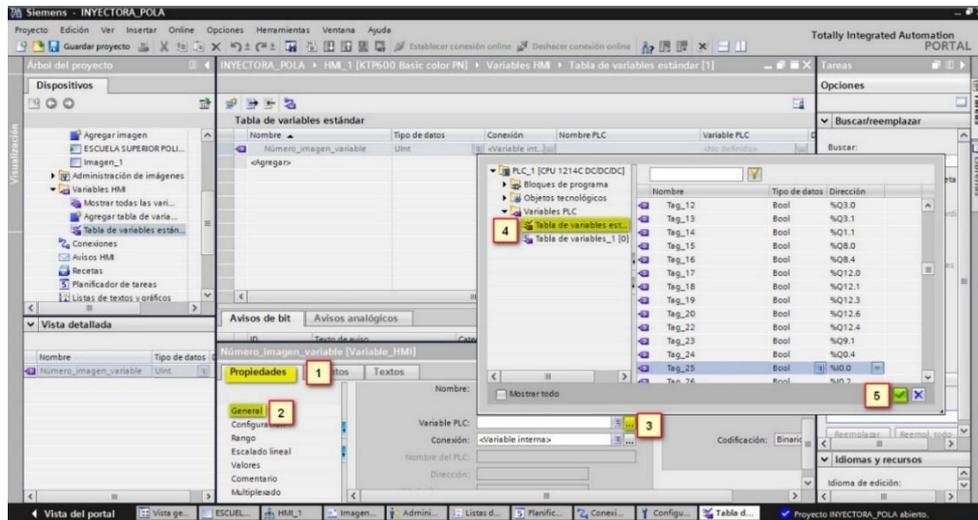
**Figura IV. 45:** Entorno de programación de la pantalla HMI  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

Para configurar la apariencia y comportamiento de cada objeto (Figura IV.46), seleccionar y dar doble clic, aparecerán las propiedades, animaciones, etc.



**Figura IV. 46:** Configuración de los elementos ingresados en la pantalla HMI  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

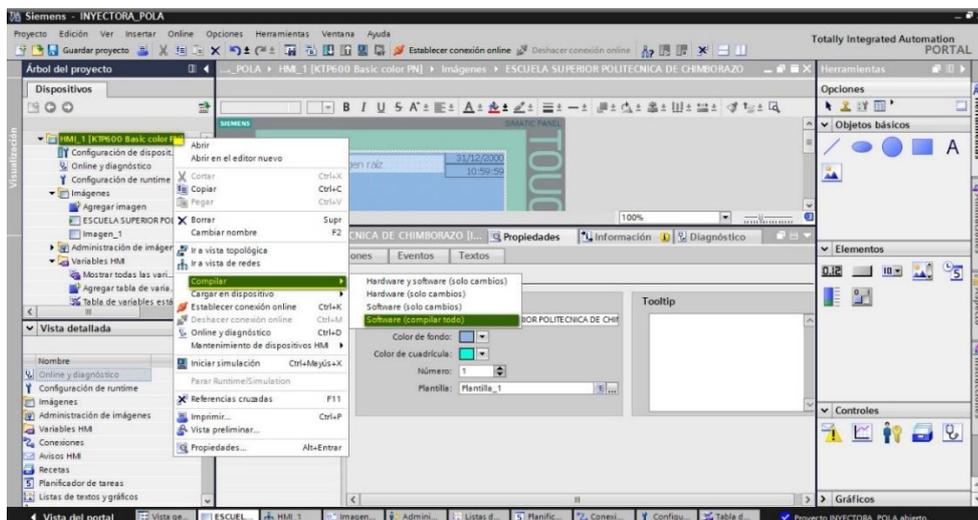
Para ingresar las variables de E/S, en el árbol de proyectos, ubicar la tabla de variables del HMI y dar doble clic. Aparecerá la tabla donde se ingresara las variables y enlazara con las variables del PLC, como se muestra en la Figura IV.47



**Figura IV. 47:** Ingreso de variables en la pantalla HMI  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

#### 4.3.4 VERIFICACIÓN DEL PROGRAMA

Para verificar el programa, en el árbol de proyectos buscar la carpeta HMI y dar clic derecho, seleccionar “Compilar”, ubicarse en “Software” y dar clic, como se muestra en la Figura IV.48.



**Figura IV. 48:** Compilación de la pantalla HMI  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

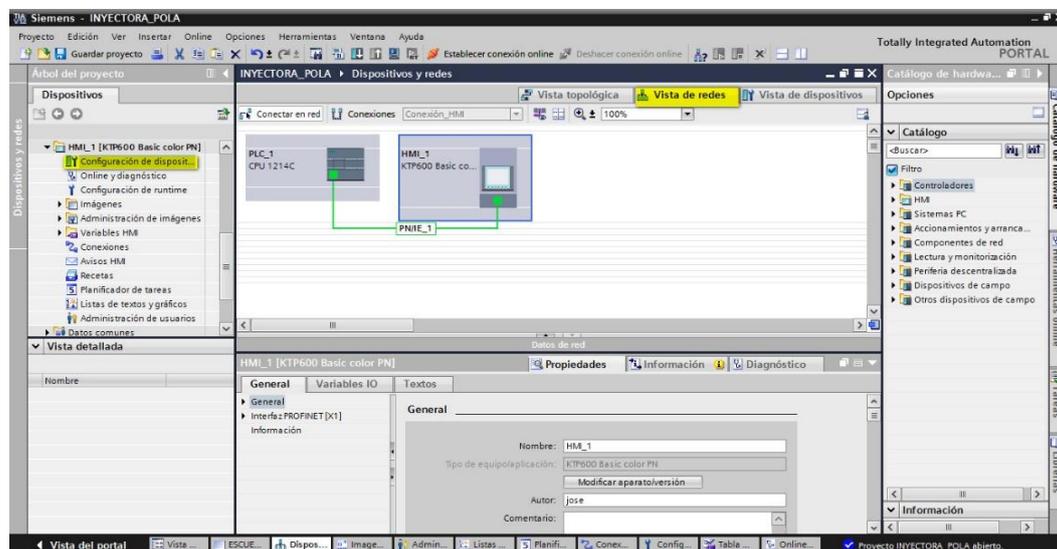
Al finalizar la compilación, se obtendrá como resultado una pantalla de salida la cual indica si el programa contiene o no errores, como se muestra en la Figura IV.49.



**Figura IV. 49:** Resultado de la compilación de la pantalla HMI  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

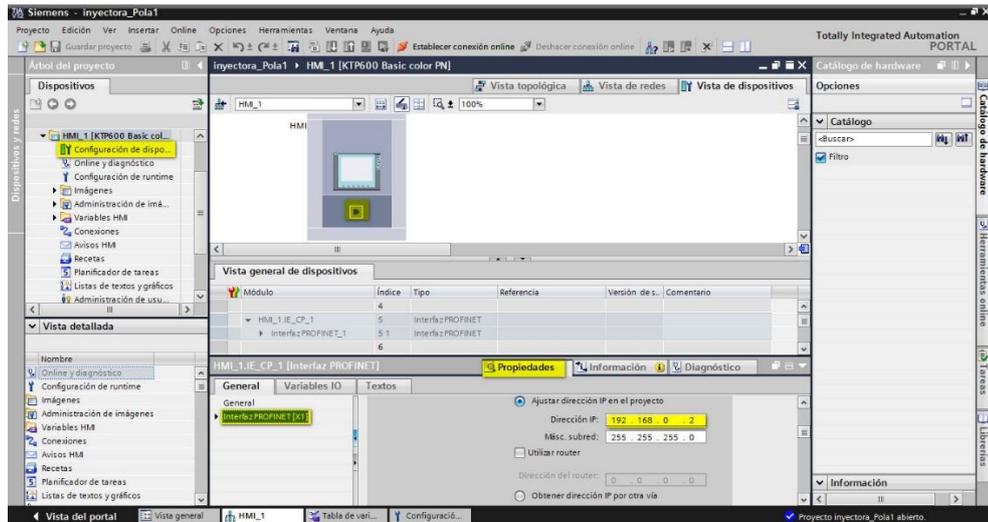
### 4.3.5 TRANSFERENCIA DEL PROGRAMA

Para transferir el programa a la HMI ubicarse en el Árbol del proyecto localizar la carpeta “Dispositivos y redes”, seleccionar dando doble clic. Como resultado se obtendrá una pantalla que permite verificar que el PLC y la HMI están conectados entre sí. En la Figura IV.50 se muestra el enlace PLC-HMI.



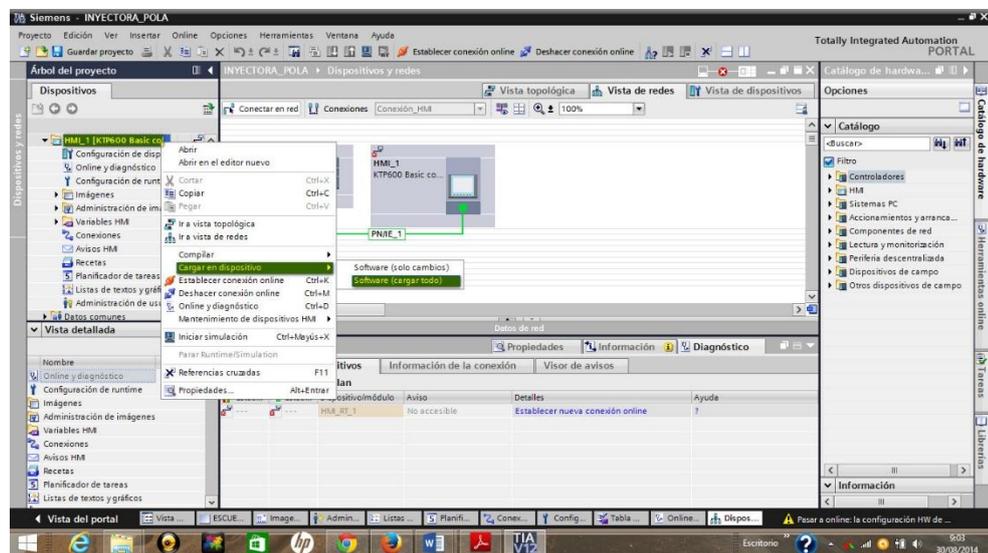
**Figura IV. 50:** Conexión PLC y pantalla HMI  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

En el árbol del proyecto dar clic en configuración de dispositivo, luego ubicar en propiedades, dar clic en interface PROFINET e ingresar la dirección IP de la HMI, como se muestra en la Figura IV.51.



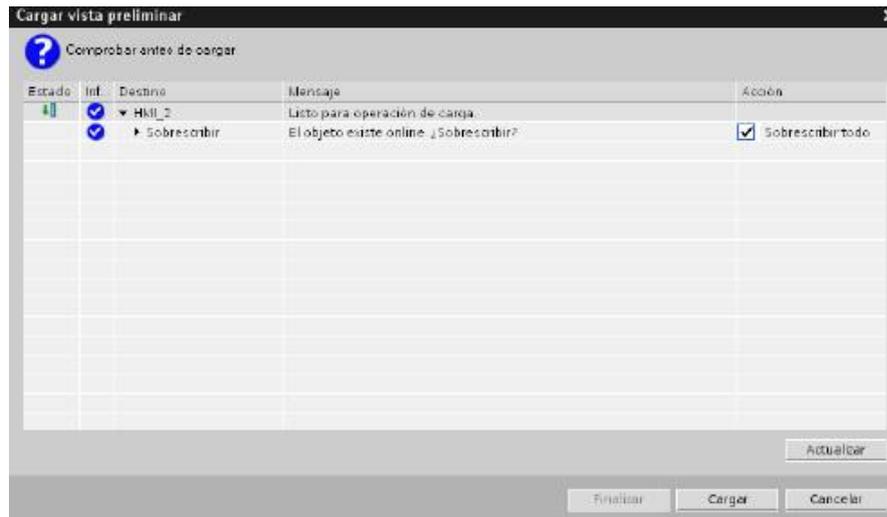
**Figura IV. 51:** Configuración de la dirección IP de la pantalla HMI  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

Una vez que ya se encuentre conectado el PLC y HMI se procede a la transferencia del programa. En el árbol de proyectos seleccionar la carpeta HMI, dar clic derecho, seleccionar “Cargar en dispositivo” y por ultimo dar clic en “Software (Cargar Todo)”, como se muestra en la Figura IV.52.



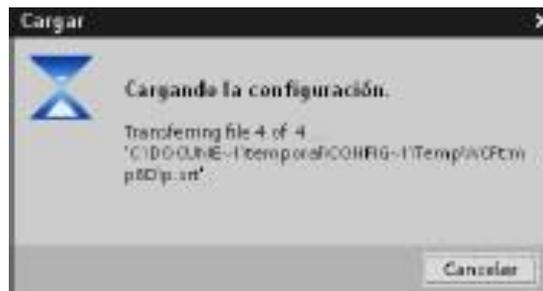
**Figura IV. 52:** Transferencia del programa entre PLC y pantalla HMI  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

Al finalizar la carga del dispositivo aparecerá una ventana la misma que verifica si el dispositivo está listo, luego se selecciona “Sobrescribir todo” y por ultimo dar clic en el botón “Cargar”, como se muestra en la Figura IV.53.



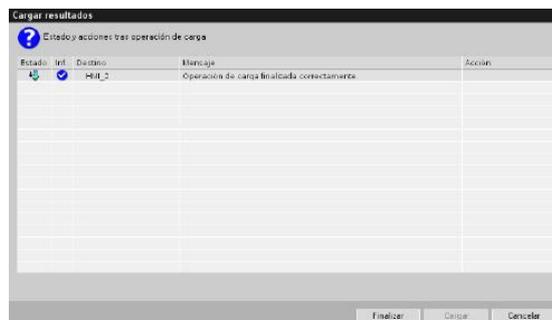
**Figura IV. 53:** Carga vista preliminar PLC y pantalla HMI  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

Al seleccionar cargar aparecerá una ventana, indicando la transferencia del programa, como se muestra en la Figura IV.54.



**Figura IV. 54:** Carga del programa  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

Finalmente, aparece una ventana de resultados la misma que comunicara si el programa se encuentra cargado en su totalidad y por ultimo dar clic en finalizar. En la Figura IV.55 se muestra la carga finaliza.



**Figura IV. 55:** Carga finalizada PLC y pantalla HMI  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

## 4.4 CONEXIÓN ENTRE LA MÁQUINA INYECTORA Y LA INTERFAZ

### 4.4.1 CONEXIÓN A TIERRA

- Realizar la conexión a tierra del panel de operador con un cable número 16 color verde.
- El cable colocado en el panel operador se traslada hacia la barra de equipotencialidad que se encuentra dentro del armario de control de la máquina inyectora, se lo conecta y se lo ajusta con un destornillador, como se muestra en la Figura IV.56.



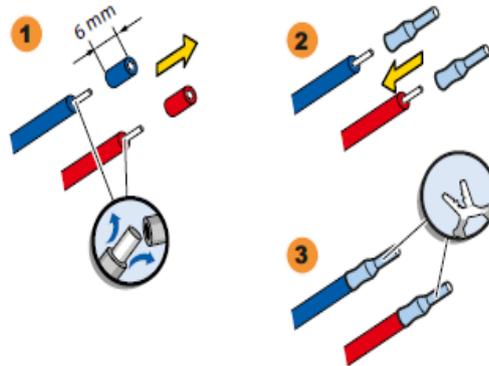
**Figura IV. 56:** Conexión de equipotencialidad  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

### 4.4.2 CONEXIÓN DE LA FUENTE DE 24V DC

#### Pelar Cables

- Para la fuente de alimentación utilizar cables #14 y usar colores estándares (Rojo=positivo; Negro=Negativo).
- Pelar las puntas de cables a una distancia normal.
- En los cables pelados colocar puntas.

- Fijar las puntas en los extremos de los cables pelados con una tenaza crimpadora, como se muestra en la Figura IV.57.



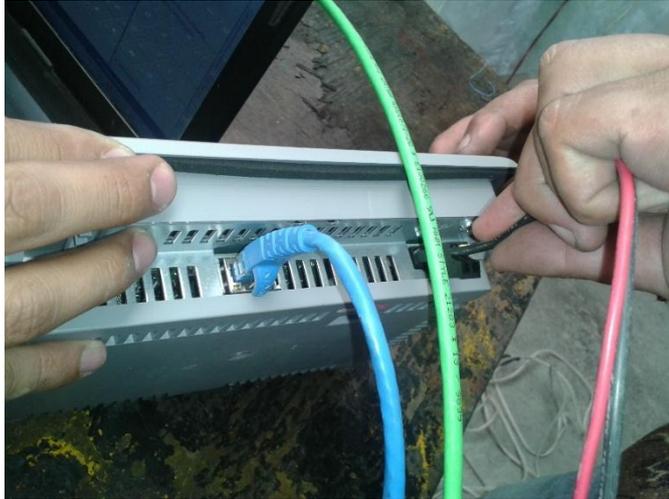
**Figura IV. 57:** Colocación de las puntas en los cables  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

- Desconectar la alimentación para el PLC.
- La fuente interna del PLC utilizar para alimentar la pantalla HMI.
- Introducir los dos cables a la fuente de alimentación del PLC y el otro extremo de los cables conectar en el borne de conexión del panel operador, luego ajustarlo con un destornillador plano, como se muestra en la Figura IV.58.



**Figura IV. 58:** Conexión de cables en la bornera del panel operador  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

- Conectar el borne de conexión con el panel de operador.
- Por ultimo verifique que la polaridad este correcta y conecte en el borne del panel operador, como se muestra en la Figura IV.59.

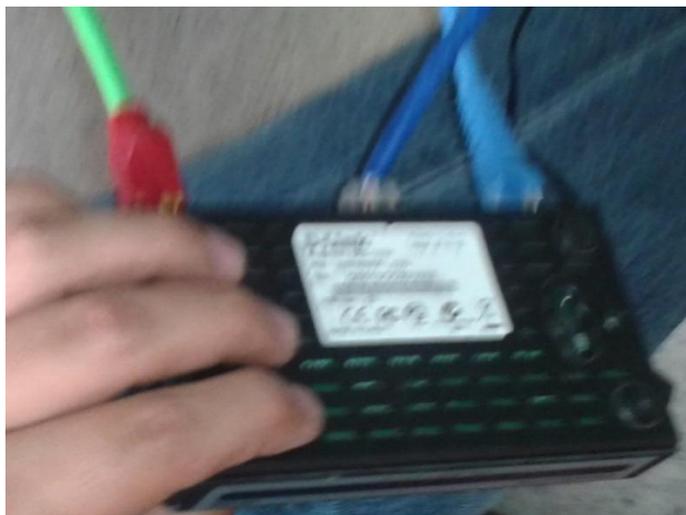


**Figura IV. 59:** Colocación de la bornera en la pantalla HMI  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

#### 4.4.3 CONEXIÓN PLC-HMI-PC

Para realizar la transferencia de datos a la pantalla HMI se sigue los siguientes pasos a mencionar.

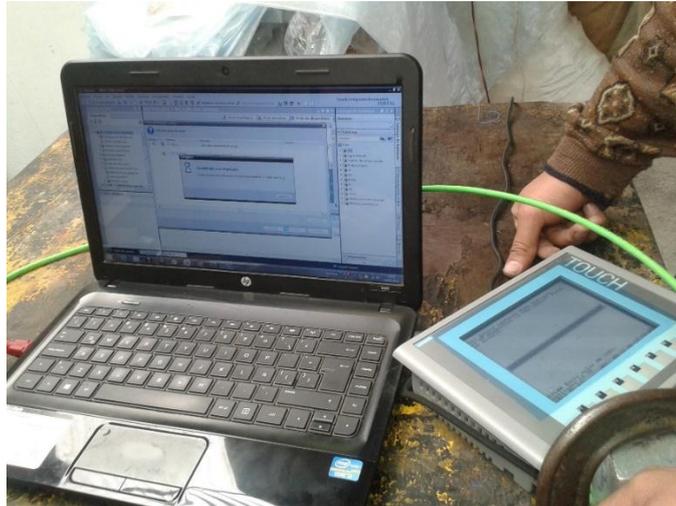
- Desconectar el panel de operador y el PLC.
- Conectar el cable de red en las entradas del switch Ethernet, como se muestra en la Figura IV.60.



**Figura IV. 60:** Conexión del switch Ethernet  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

- De las salidas del switch Ethernet se saca dos cables de red y conectar a la pantalla HMI y al PLC respectivamente.

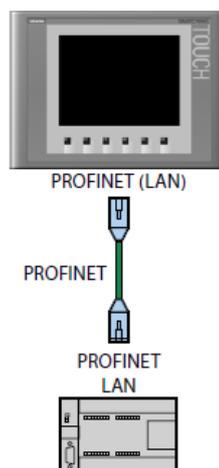
- Transferir los datos del PC al Pantalla HMI, como se muestra en la Figura IV.61.



**Figura IV. 61:** Transferencia de datos  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

#### 4.4.4 CONEXIÓN PLC-HMI

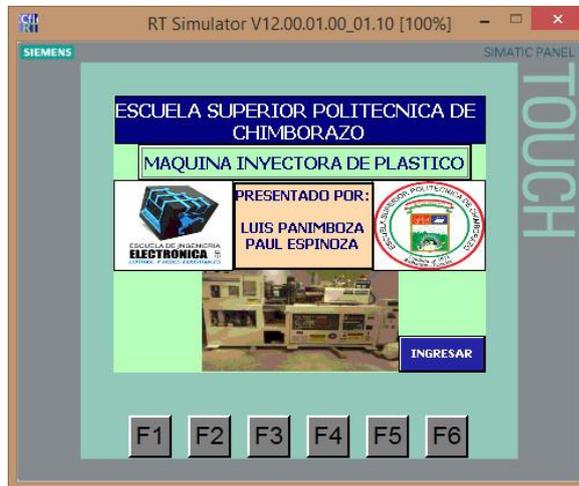
Para la conexión de la pantalla KTP600 con la CPU 1214 DC/DC/DC (Figura IV.62.), se necesita un cable de red conectar en sus extremos un conector RJ45. En un extremo conectar a la salida Ethernet de la CPU y el otro a la entrada del HMI, de esta manera queda lista la comunicación entre estos dos dispositivos



**Figura IV. 62:** Conexión PLC S7-1200 y KTP 600  
**FUENTE:** <https://www.swe.siemens.com>

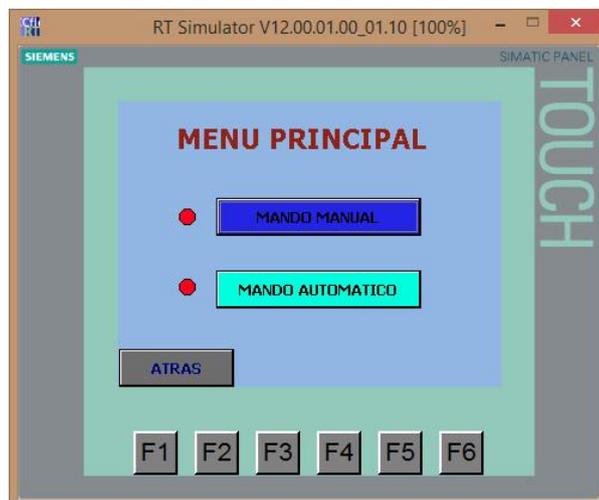
#### 4.5 DESCRIPCIÓN DEL HMI REALIZADO

La primera imagen del proyecto visualiza la portada y el ingreso al menú principal de la máquina inyectora. Las imágenes contienen un botón de retorno al menú principal.



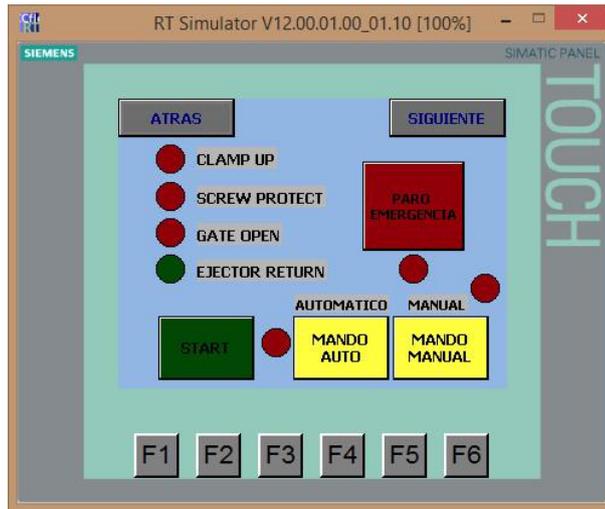
**Figura IV. 63:** Portada del HMI  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

En la imagen Menú principal (Figura IV.64) existen dos opciones de trabajo: modo manual y modo automático.



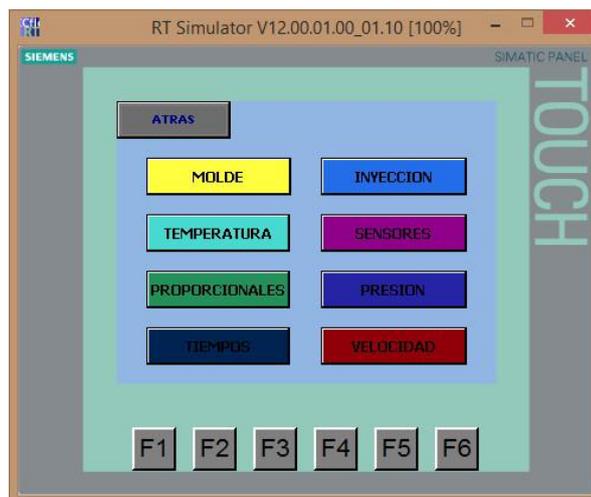
**Figura IV. 64:** Menú principal  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

Al seleccionar modo manual (Figura IV.65) se observa el accionamiento de cada uno de los selectores o pulsadores del operador manual de la máquina inyectora.



**Figura IV. 65:** Accionamiento modo manual  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

Al accionar el botón modo automático (Figura IV.66), visualiza un menú de opciones para controlar la máquina inyectora.

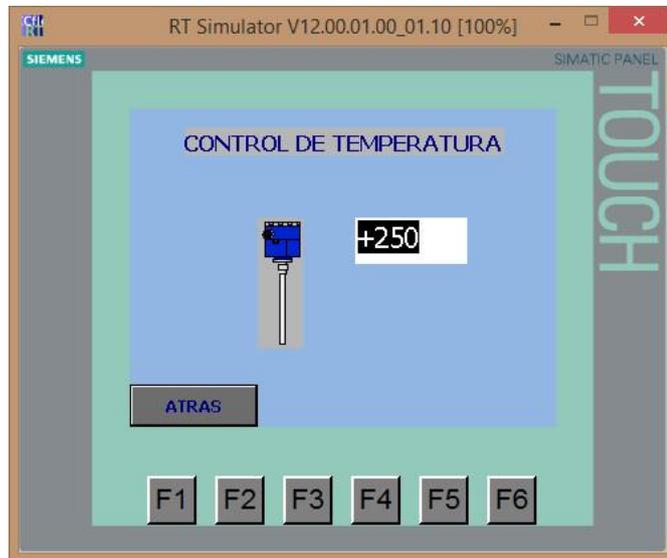


**Figura IV. 66:** Pantalla menú automático  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

En la opción molde la misma que indica cuando el molde está inyectando, cargando, retrocediendo, abriendo el molde, expulsando y cerrando el molde.

La opción inyección trabaja igual a la opción molde ya que visualiza las mismas acciones de trabajo, para regresar y seleccionar otra opción pulsamos el botón atrás.

Al pulsar el botón temperatura (Figura IV.67), se ingresara a la imagen donde se controla la temperatura a la que el material será fundido, esto permite que la inyección de la máquina trabaje normalmente.



**Figura IV. 67:** Control de temperatura

**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

Al pulsar la opción sensores (Figura IV.68) obtendrá una nueva imagen donde contendrá todos los sensores inductivos, aquí se visualiza la activación de los sensores de la unidad de inyección y de cierre, cuando la máquina inyectora este trabajando.



**Figura IV. 68:** Activación de sensores

**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

Al pulsar la opción electroválvulas (Figura IV.69) se obtendrá una imagen donde se observara el accionamiento de cada válvula de control direccional, cuando la máquina inyectora este realizando el ciclo respectivo.

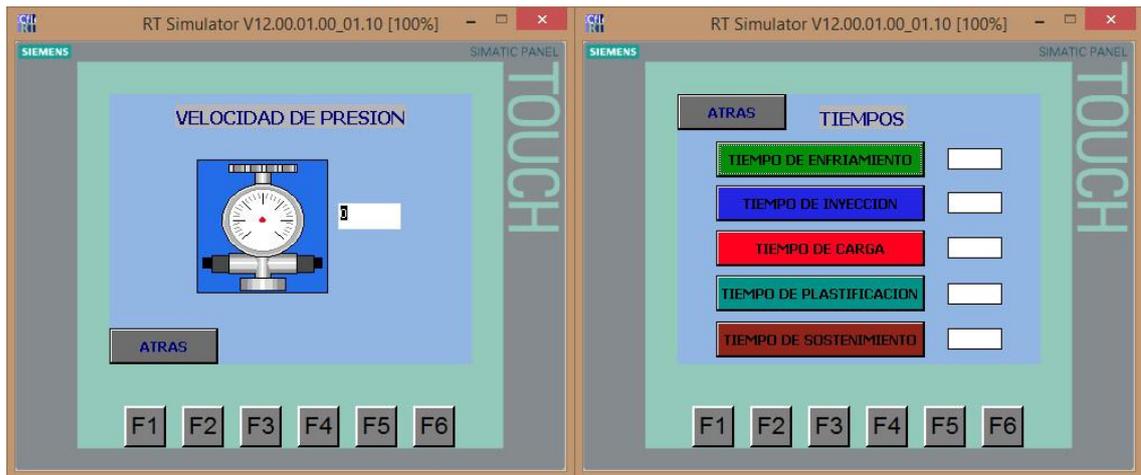


**Figura IV. 69:** Activación electroválvulas  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

Al seleccionar el botón presión ingresara a una nueva imagen donde se podrá observar control de presión que está ejerciendo la unidad de cierre y de inyección. Este control se lo realiza mediante dos válvulas proporcionales la una que acciona la apertura y cierre del clamp y la otra que permite la inyección, carga y retroceso de la unidad de inyección.

En la opción tiempos se visualizará una pantalla donde se puede controlar los tiempos de enfriamiento, inyección, carga y plastificación, ayuda en la apertura y cierre del clamp así como el avance y retroceso de inyección.

Y por último pulsar en el botón velocidad, se ingresara a una imagen donde se podrá observar el control de velocidad del fluido que ejerce la bomba hidráulica.



**Figura IV. 70:** control de presión y tiempos  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

## **CAPITULO V**

### **5 MONTAJE, INSTALACIÓN Y PRUEBAS**

#### **5.1 INTRODUCCIÓN**

En este capítulo realizó el montaje, instalación y pruebas de cada uno de los elementos que se utilizará en el sistema de control, para ello se debe tomar en cuenta las debidas precauciones al momento de instalarlos de tal forma que los equipos instalados sean desmontables si existiera algún fallo de cualquier elemento, el mismo que puede ser retirado y reemplazado sin ninguna dificultad.

#### **5.2 MONTAJE E INSTALACIÓN DEL PLC**

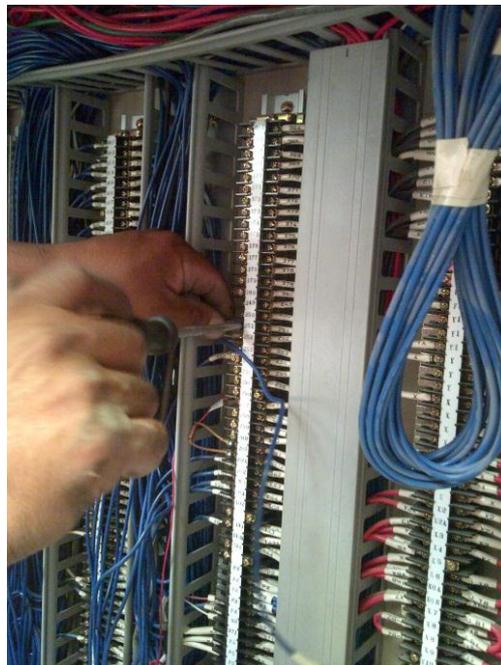
Para realizar el montaje e instalación del PLC se realizó el siguiente proceso:

**Paso 1:** Se desmonto todo el sistema de control de la MIP (Figura V.71) ya que para su funcionamiento necesitaba de tarjetas electrónicas las mismas que estaban dañadas.



**Figura V. 71:** PLC antiguo de la maquina inyectora  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

**Paso 2:** Se desmantelo todo el cableado de la parte interna del armario de control para después poder identificar fácilmente las entradas y salidas de cada uno de los elementos de la MIP, como se muestra en la Figura V.72.



**Figura V. 72:** Desconexión de cables de las borneras  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

**Paso 3:** Identificar las E/S de la MIP del panel operador manual (Figura V.73). Cada elemento colocar una numeración para que sea fácil al momento de programar el PLC.



**Figura V. 73:** Identificación E/S del Panel Manual  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

**Paso 4:** Se identificó los sensores inductivos (Figura V.74) que se encuentran en el carenado de cierre y de inyección, los sensores controlan las distancias de la unidad de cierre y de inyección, luego conectar en las borneras y colocar su numeración correspondiente.



**Figura V. 74:** Identificación de los sensores inductivos  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

**Paso 5:** Se identificó los finales de carrera (Figura V.75), controlan el movimiento de la unidad de cierre, la apertura y cierre de la puerta de la MIP, los cables conectar en borneras y ubicar la numeración correspondiente.



**Figura V. 75:** Identificación de los finales de carrera  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

**Paso 6:** Identificar las electroválvulas (Figura V.76) que controlan el movimiento de la unidad de cierre e inyección, para ello se quitó las tapas de cada válvula y con el multímetro se midió la secuencia entre el cable conectado a la válvula y el extremo del mismo cable, una vez localizado poner su numeración y colocar el cable a su respectiva bornera.



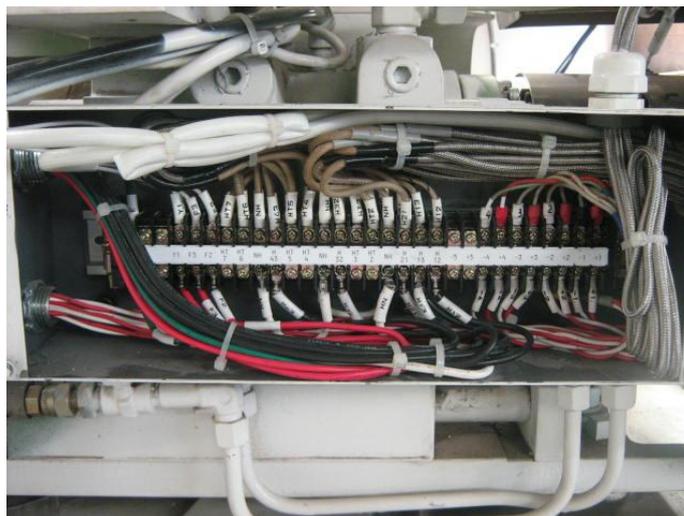
**Figura V. 76:** Identificación de las válvulas de control direccional  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

**Paso 7:** Identificar los sensores de presión (Figura V.77), que se encuentran colocados en las válvulas proporcionales, controlan el fluido del aceite hidráulico que se dirige hacia la unidad de inyección y de cierre de la máquina, una vez identificado colocar su numeración y conectar en las borneras.



**Figura V. 77:** Identificación de las válvulas de control proporcional  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

**Paso 8:** Identificar las termocuplas (Figura V.78) que se encuentran colocados en el tambor de la unidad de inyección, controlan la temperatura de las niquelinas, seguidamente poner su respectiva numeración y colocar en la bornera correspondiente.



**Figura V. 78:** Identificación de las termocuplas  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

**Paso 9:** Una vez identificado todas las entradas y salidas ya sean analógicas o digitales, colocar la fuente de alimentación de 24 V DC (Figura V.79), la misma que suministrara la suficiente energía al sistema eléctrico de la unidad de control.



**Figura V. 79:** Colocación de la fuente de alimentación  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

**Paso 10:** En el armario de control colocar el riel din, ajustar con un destornillador, montar la CPU 1214, los módulos digitales y analógicos, por ultimo alimentarlos a 24 V DC, como se muestra en la Figura V.80.



**Figura V. 80:** Montaje y alimentación del PLC  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

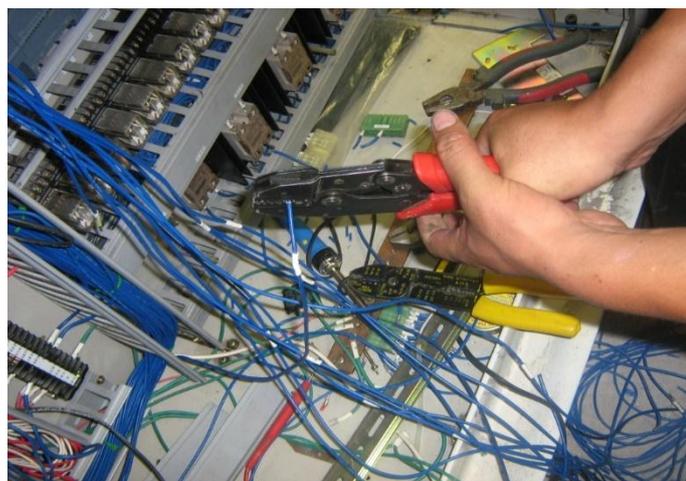
**Paso 11:** En los extremo de cada bornera de las entradas y salidas del control manual se conectó cables, cada cable se traslada por medio de canaletas hacia el PLC, los

extremos de cada cable pelar, colocar las puntas, remachar, poner en los orificios de las entradas y salidas del PLC. Para la demanda de E/S del control manual utilizar un módulo de expansión digital, como se muestra en la Figura V.81.



**Figura V. 81:** Colocación y ajuste de las E/S digitales  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

**Paso 12:** Del extremo de las borneras de los sensores inductivos (Figura V.82), conectar cables, llevar por canaletas hacia el módulo 2 de E/S digitales, cada cable pelar a una cierta distancia, colocar las puntas, remachar, enumerar, poner cada cable en las entradas del módulo digital y con un destornillador ajustar.



**Figura V. 82:** Remachada y conexión de los cables en el PLC  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

**Paso 13:** De las borneras de las electroválvulas, conectar cables y trasladar hacia los relés de 24V DC (Figura V.83), cada cable se conectan a la entrada del relé respectivo, alimentar cada relé, de las salidas sacar cables hacia el segundo módulo digital, por ultimo cada cable pelar, enumerar, colocar las puntas, remachar y conectar a las salidas del módulo digital.



**Figura V. 83:** Conexión de las electroválvulas  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

**Paso 14:** De las borneras de los sensores de presión y de distancia, conectar cables, llevar hacia las entradas analógicas del PLC, pelar los cables, enumerar, colocar puntas, remachar, colocar en las entradas analógicas del PLC y con un destornillador ajustar.



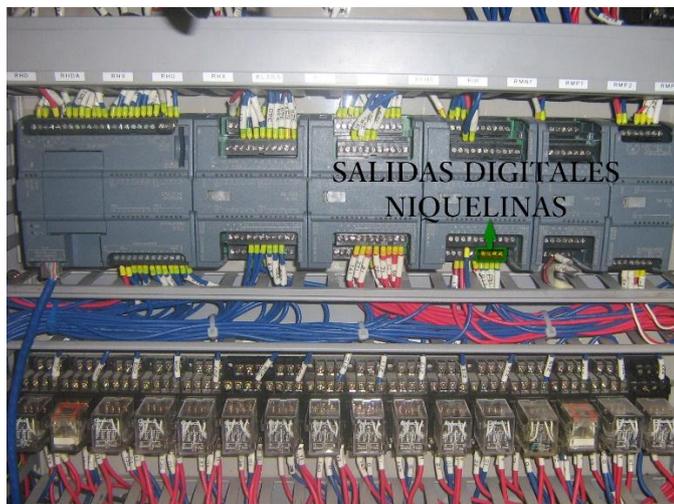
**Figura V. 84:** Conexión de las electroválvulas  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

**Paso 15:** De las borneras de las termocuplas conectar cables, llevar mediante canaletas al módulo de termocuplas, pelar los cables, enumerar, colocar puntas, remachar, colocar en los orificios del módulo de termocuplas y ajustar con un destornillador.



**Figura V. 85:** Conexión de las electroválvulas  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

**Paso 16:** Los cables de las niquelinas conectar a borneras, trasladar a los amperímetros, llevar hacia el LOAD 2 del SSR. En el LOAD 1 alimentar a 220V y proteger con breakers de 15A. En la ENTRADA 4 del SSR conectar el negativo a 24V y la ENTRADA 3 llevar hacia el módulo digital del PLC (Figura V.86), los cables pelar, enumerar, colocar las puntas, remachar y ajustar con un destornillador.



**Figura V. 86:** Montaje, alimentación y conexión al PLC  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

**Paso 17.-** Por ultimo proceder a conectar las entradas y salidas restantes en el PLC en los módulos de expansión analógicos y digitales como se muestra en la Figura V.87.



**Figura V. 87:** Montaje, alimentación y conexión al PLC  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

Al instalar el PLC (Figura V.88) montar los equipos electrónicos en las zonas más fría del armario de control ya que el calor acorta la vida útil del equipo electrónico.



**Figura V. 88:** Montaje E/S restantes  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

### 5.3 INSTALACIÓN DE LA PANTALLA HMI KTP600 PN

El panel operador KTP600 PN color se instaló de manera oblicua en el armario de control de la máquina, esto asegura una ventilación suficiente, luego dimensionar la base del panel operador, ajustar al agujero y asegurar, introducir la pantalla en el recorte de montaje, en la parte trasera del pantalla se asegura con ranuras, así permite el fácil acceso del operador para el control y monitoreo de la máquina, En la Figura V.89 se muestra la colocación de las ranuras en la pantalla HMI.



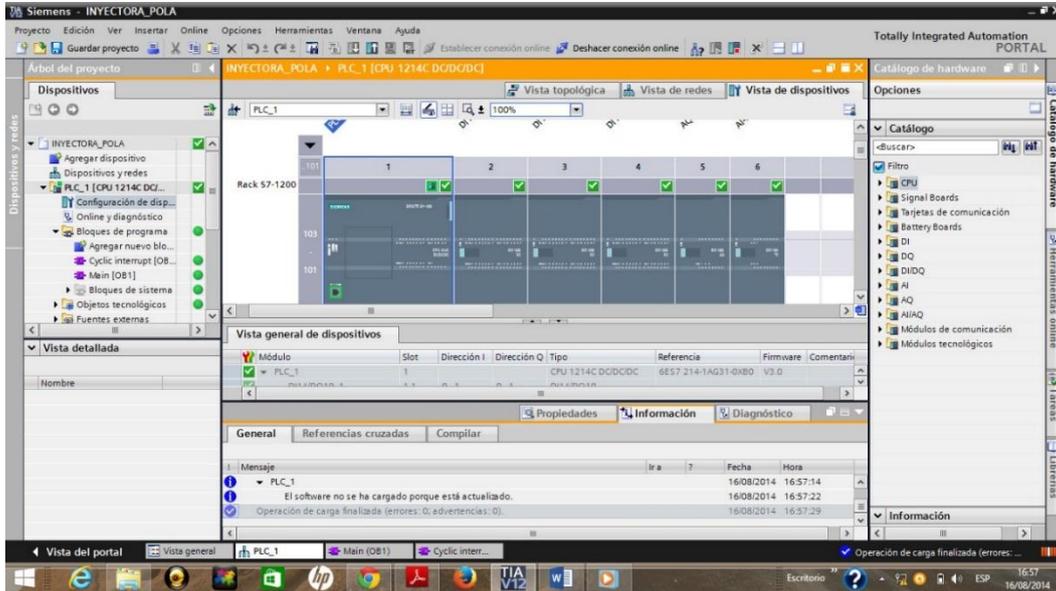
**Figura V. 89:** Colocación de las ranuras en la pantalla HMI  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

Para precautelar el perfecto funcionamiento entre la pantalla KTP600 y el PLC S7-1200 el cable de comunicación debe estar en una canaleta individual para que no haya entorpecimiento en la transferencia de datos.

### 5.4 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA DE CONTROL DEL PLC

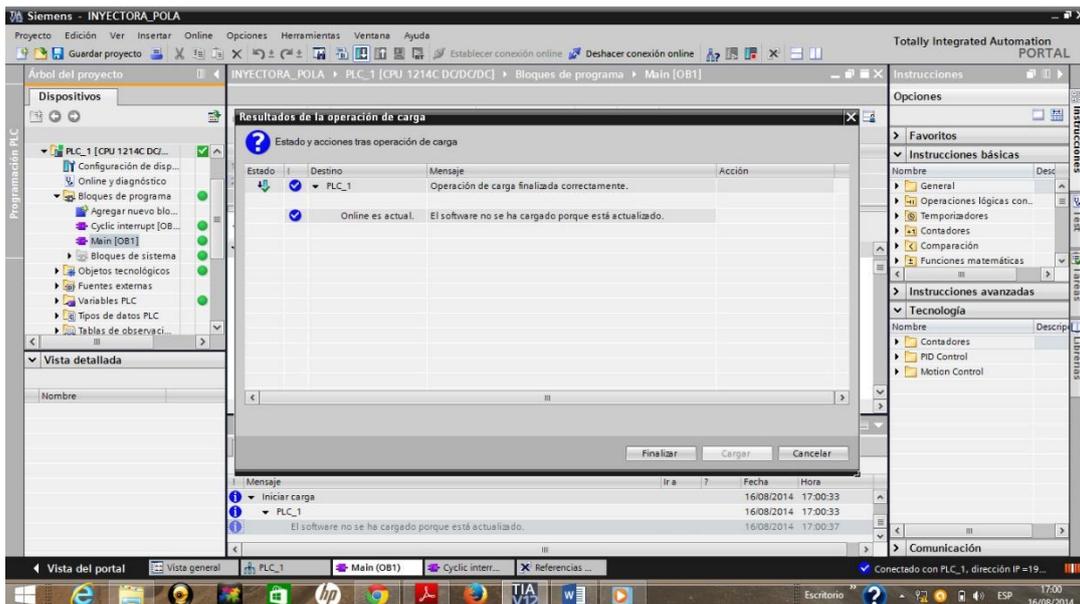
Una vez realizado la instalación de la pantalla KTP600, verificar el programa de control y observar si cumple con todos los requerimientos que necesita la MIP. Verificar el

funcionamiento de modo manual conectando en línea el PLC y la programadora, como se muestra en la Figura V.90.



**Figura V. 90:** Conexión online entre la PC y PLC  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

Una vez establecido la conexión online, en el árbol del proyecto, ubicarse en bloques del programa y dar clic en main(OB1), luego compilar y cargar el programa, como se muestra en la Figura V.91.



**Figura V. 91:** Carga y compilación del programa  
**FUENTE:** Luis A. Panimboza C., Paul S. Espinoza B. (autores)

Para verificar en el programa si las bobinas del modo manual se activan correctamente, ir a la carpeta ONLINE y dar clic en simulación para verificar el programa, se realizó las calibraciones de las velocidades en el cierre y apertura de la prensa, en el avanzado y retorno de la unidad de inyección, las cuales están controladas por válvulas direccionales.

Seguidamente comprobar el funcionamiento de la MIP en modo automático, así como en el modo manual, verificar si las bobinas del programa se activan con relación a los indicadores de entradas y salidas del PLC y de los módulos entradas y salidas digitales y analógicas.

También para el modo automático, en la pantalla HMI configurar los tiempos de inyección, enfriamiento, sostenimiento y rechupe del plástico esto permitirá extraer un producto de excelente calidad.

Otro punto a configurar es la temperatura ya que permite fundir el material plástico y al mismo tiempo ayuda a una inyección normal del material, también en el HMI visualizara las distancias que recorre la unidad de cierre y la unidad de inyección, las misma que están controladas por los sensores inductivos y los finales de carrera, por último en el HMI, controlar las presiones de llenado, compactación y la de retroceso.

## **5.5 PRUEBAS DE COMUNICACIÓN ENTRE EL PLC Y LA INTERFAZ**

Una vez realizado la conexión entre el PLC y la Interfaz mediante un switch Ethernet, realizar las pruebas de comunicación.

El programa cargado en la pantalla HMI contiene subpatallas las mismas que permiten configurar y controlar, los tiempos, las temperaturas, las presiones y velocidades para proceso de inyección de la MIP.

Al ingresar a la pantalla principal se despliega un menú selección, al presionar la opción tiempo, aparece otra pantalla la misma que ayudara a controlar el tiempo de inyección, enfriamiento y el de expulsión.

Seguidamente seleccionar la opción distancia y automáticamente ingresara a otra pantalla, la misma que permite controlar las distancias a la que trabajara la unidad de cierre y la unidad de inyección en la MIP.

En el menú pulsar la opción temperatura, esta ayuda a controlar la temperatura de las termocuplas y del aceite hidráulico.

Al retornar al menú principal y seleccionar la opción presión, se ingresara al control de las presiones de inyección así como las presiones de apertura y cierre del molde, esto se realiza con ayuda de las electroválvulas.

Por último se selecciona la opción velocidad, ayuda a controlar las velocidades que ejerce la presione en la unidad de inyección y la unidad de apertura y cierre del molde.

## **5.6 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA INYECTORA DE PLÁSTICO**

Una vez realizado las conexiones y la comunicación del PLC y el HMI, se empieza con las pruebas de funcionamiento total de la MIP para ellos se dividirá en dos pruebas principales la de cierre de la prensa y la de inyección.

### **5.6.1 PRUEBAS EN EL CIERRE DE PRENSA**

Estas pruebas se lo realiza con el fin de observar el movimiento de la unidad de cierre, esta permite ver si los sensores inductivos y finales de carrera están trabajando acorde al

clamp, además para el movimiento de la placa móvil se necesita de una presión adecuada las mismas que son generadas y controladas por las electroválvulas.

### **5.6.2 PRUEBAS EN LA INYECCIÓN**

En las pruebas de inyección primero debe conocer cuáles son las propiedades del material que se ingresara a la unidad de inyección, luego se debe controlar la temperatura adecuada para que el material sea fundido, seguidamente se procede a cargar el material fundido mediante el motor hidráulico y por ultimo inyectar el material

## **5.7 PRUEBAS DE PRODUCCIÓN DE LA MÁQUINA**

Esta prueba se realiza en modo manual y en nuestro caso no se utilizó un molde pero se describirá cual es el funcionamiento de producción de una máquina inyectora.

En modo Manual la producción debe tener una relación efectiva entre Máquina-Operario, ya que el operario debe estar pendiente de las botoneras que permiten el cierre de la prensa, la inyección del material y la apertura de la prensa esto ayuda a la maquina realizar la secuencia correcta y al mismo tiempo sacar un producto de calidad.

En modo automático la relación máquina-operario es mínima, ya que el operador ingresa los datos en el en la pantalla HMI para que la maquina actué automáticamente realizando así la secuencia normal, terminara su trabajo dependiendo el número de secuencias que haya ingresado en la pantalla HMI. Esto permitirá rapidez de fabricación de piezas, elevara el nivel de producción, bajos costos de producción y versatilidad en el diseño.

## CONCLUSIONES

- Se realizó la automatización de la máquina inyectora de plástico donde primeramente se analizó el funcionamiento de los movimientos básicos del sistema de inyección así como el desempeño de cada uno de los elementos implementados en la máquina.
- Se verificó cada una de las tuberías que estén bien conectadas y ajustadas a cada uno de los elementos hidráulicos como: electroválvulas, válvulas proporcionales, cilindros de doble efecto, motor hidráulico, bomba hidráulica, etc.
- Al momento de identificar y enumerar las E/S tanto analógicas como digitales se selecciona el CPU 1214 DC/DC/DC, los módulos de E/S digitales, E/S analógicas y la pantalla KTP 600 color PN
- La pantalla KTP 600 color PN interactúa con el operador el mismo que puede observar los movimientos de la máquina y controlando los tiempos, temperaturas, presiones, también el operador tiene la capacidad de parar el funcionamiento de la máquina cuando la pantalla de un aviso de emergencia.
- Se comprobó cada una de las variables que intervienen en el ciclo de trabajo de la MIP como: la presión que es necesario al momento de cerrar el molde ya que debe estar bien compactado para que no haya filtraciones; en el sistema de inyección la presión debe ser adecuado cuando se inyecta el material al molde, la temperatura debe ser apropiada y controlada para cada material de plástico que se vaya a utilizar, por último los tiempos que ayudan en el enfriamiento y solidificación del material inyectado.

- Se diseñó un HMI en una pantalla KTP600 color PN de la marca SIEMENS, para ello utilizó el software TIA PORTA V12 el mismo permite insertar imágenes y dinamizarlas, esto se realiza acoplando las variables del HMI con las variables del PLC, como resultado se obtuvo el control y visualización de los movimientos de la máquina inyectora.
- Una vez concluido el montaje y programación del sistema de control y potencia se procede a las pruebas de funcionamiento de la máquina donde se verificó que al accionar la máquina la puerta de la MIP debe estar siempre cerrada, esto protegerá la integridad del operador, esta protección se lo hace en modo manual y automático.
- Al poner en marcha la máquina en modo automático se fue modificando los tiempos, la temperatura y la presión adecuada en las unidades de cierre e inyección, esto permite obtener una inyección normal además conseguir un producto de buena calidad.

## RECOMENDACIONES

- Antes de desmontar el sistema antiguo analizar el funcionamiento de cada sistema de la máquina inyectora ya que esto facilitará la identificación de las entradas y salidas, así como la secuencia de trabajo de los sistemas, esto permitirá que la automatización sea segura y garantizada.
- Identificar todas las entradas y salidas de la máquina ya que servirá ayudara a seleccionar el PLC mismo que permitirán el control del sistema de la máquina inyectora.
- Se recomienda seleccionar la pantalla HMI, el PLC y el software de programación de la misma marca ya que facilitará la transferencia del programa, además permite la comunicación entre los elementos anteriormente mencionados.
- No olvidar programar las protecciones necesarios que requiere el operador al momento de interactuar con la máquina.
- En el sistema de potencia colocar guarda-motor o breaker dependiendo del consumo de corriente del motor al momento de ser accionarlo, esto permitirá la protección contra las sobrecargas o los cortocircuitos.
- Así como en el anterior punto poner un breaker en el sistema de control ya que protegerá al PLC y sus componentes que se encuentran enlazados de los cortocircuitos.
- Antes de empezar el trabajo diario verificar las mangueras del sistema hidráulico, neumático y agua que estén bien conectadas y ajustadas, también revisar los cables eléctricos y si están en malas condiciones reemplazarlos inmediatamente.

- Se recomienda programar paso a paso con la máquina accionada o en ejecución ya que se podrá observar si la secuencia del ciclo de trabajo es correcta, una vez terminada la programación realizar la comunicación PLC y HMI.
- Realizar las pruebas en el cierre del clamp ya que la presión debe ser la adecuada para compactar el molde y así evitar los flujos de material.
- Se recomienda que el operador encargado de la máquina debe realizar un mantenimiento preventivo ya que evita problemas en la producción y aumenta la vida útil.

## RESUMEN

Proyecto para automatizar una máquina inyectora de plástico mediante PLC y sistema de interfaz humana (HMI), a ser utilizado en la fabricación de piezas de plástico, con el propósito de disminuir el tiempo de producción.

Las unidades de: cierre, inyección, control y potencia contienen una metodología experimental.

Para la implementación del nuevo sistema de control se utilizó un PLC (CPU 1214 DC/DC/DC); una pantalla KTP 600 color PN permite interactuar HOMBRE-MÁQUINA; por la demanda de Entradas-Salidas (E/S) se adicionó tres módulos de E/S digitales SM 1223, un módulo de salidas analógicas SM 1232 y un módulo de entradas analógicas para termocuplas SM 1231.

Para el movimiento de la máquina se estableció la secuencia de funcionamiento, se ubicó los segmentos de programación en el orden de ejecución y se interconectaron por medio de transiciones; la programación fue realizada en esquema de contactos en el “software” Tia Portal V12 tanto para el PLC como HMI; la interconexión entre los sistemas hidráulico, potencia, temperatura y control se realizó con cableado dentro del armario de la máquina.

Se logró un sistema de control estandarizado a 24V DC; en HMI se visualizó los movimientos del ciclo de trabajo; se controló la temperatura de las niquelinas, la presión de las válvulas proporcionales y los tiempos de solidificación del plástico; se disminuyó el tiempo de procesamiento del producto en un 20%, esto permite mejorar y optimizar la producción en un 18%.

Se recomienda manipular el HMI con personal capacitado en el área de inyección.

**Palabras clave:**

/AUTOMATIZACIÓN/

/CONTROL DE TEMPERATURA/

/MÁQUINA INYECTORA DE PLÁSTICO/

/PIEZAS DE PLÁSTICO/

/PRODUCTIVIDAD/

/SISTEMA DE INTERFAZ HUMANO/

/SISTEMAS DE CONTROL AUTOMÁTICO/

/TIEMPOS Y MOVIMIENTOS/

## SUMMARY

Project to automate a plastic injection machine with PLC and Human Interface (HMI), to be used in the manufacture of plastic parts for the purpose of reducing production time.

Units: close, injection, control and power contain an experimental methodology.

A PLC (CPU 1214 DC / DC / DC) was used for the implementation of the new control system; one KTP color PN display 600 can interact MAN-MACHINE; due to Input-Output (E / S) demand three E / S Digital SM 1223 were added, analog output module SM 1232 and analog input module for thermocouples SM 1231 were so.

For the movement of the machine the sequence of operations was set, the programming segments in execution order were placed and interconnected by transitions; programming was done in circuit diagram on the V12 Tia Portal software for both the PLC and HMI; the interconnection between the hydraulic systems, power, temperature and control was performed with wiring inside the cabinet of the machine.

A standardized control system 24V DC was achieved; HMI visualized movements of duty cycle; temperature of resistance coils, the proportional valves pressure and plastic solidification times were controlled; the product processing time decreased by 20%, this allows to improve and optimize the production by 18%.

We recommend manipulate the HMI with trained personnel in the area of injection.

## GLOSARIO

**PLC.-** Es un equipo electrónico programable, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial (18).

**HMI.-** Son dispositivos o sistemas que permite el interfaz entre la persona y la máquina (19).

**TIA PORTAL.-** Es el software que permite optimizar todos los procedimientos de procesamiento, operación de máquinas y planificación (20).

**SENSOR INDUCTIVO.-** Son aquellos cuyo material tiene la capacidad de detectar la presencia de un objeto metálico o conductor (21).

**TERMOCUPLAS.-** Son sensores de temperatura eléctricos miden la temperatura adecuada de un lugar y utilizados en zonas peligrosas en el ámbito industrial.

**GRAFCET.-** Es el lenguaje que permite modelar el comportamiento de la parte secuencial de un sistema automatizado (22).

**VALVULA PROPORCIONAL.-** Son aquellas que regulan el caudal o la presión en forma proporcional a la señal eléctrica que reciben (23).

**VALVULA DIRECCIONAL.-** Son aquellas que abren y cierran el paso y dirigen el fluido en un sentido u otra a través de las distintas líneas de conexión (23).

**EDITOR KOP.-** Esquema de contactos, consiste en una línea vertical a la izquierda que se llama barra de bus y de líneas paralelas que parten de ella denominadas líneas de instrucciones (24).

**EQUIPOTENCIALIDAD.-** Instrumento que evita se produzca descargas no controladas en la instalación (25).

**SWITCH ETHERNET.-** Son aquellos que permiten conectar múltiples PC's, servidores, laptops o cualquier otro dispositivo Ethernet disponible a una red de área local (LAN) (26).

**MOTOR HIDRAULICO.-** Aparato que transforma la energía hidráulica en energía mecánica con movimiento rotativo (23).

**BOMBA.-** Elemento que convierte la fuerza y el movimiento mecánico en potencia hidráulica del fluido (23).

## BIBLIOGRAFIA

- (1) **EXPODIME.** <http://expodime.cucei.udg.mx>. [En línea] 02/2012. [Citado el: 2/10/2013.]  
[http://expodime.cucei.udg.mx/vexpo/IVEXPODIME/pdf/EXPODIME\\_19.PDF](http://expodime.cucei.udg.mx/vexpo/IVEXPODIME/pdf/EXPODIME_19.PDF). pp. 4-5.
- (2) **UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA.** <http://docencia.udea.edu.co>. [En línea] s.f. [Citado el:11/11/2013.]  
[http://docencia.udea.edu.co/ingenieria/moldes\\_inyeccion/unidad\\_2/maquina.html](http://docencia.udea.edu.co/ingenieria/moldes_inyeccion/unidad_2/maquina.html).
- (3) **DÍAZ, E. M. y SALDAÑA, P. C.** <http://itzamna.bnct.ipn.mx>. 4/8/2011. [Citado el: 5/12/2013.]  
<http://itzamna.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/10023/1/109.pdf>. pp. 4-13.
- (4) **JERÓNIMO, H. W.** <http://biblioteca.usac.edu.gt>. [En línea] 04/2005. [Citado el: 25/12/2013.] [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0121\\_ME.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0121_ME.pdf). pp. 3-8.
- (5) **GARIBAY, B.** <http://prezi.com>. [En línea] 3/07/2014. [Citado el: 20/07/2014.]  
<http://prezi.com/y83sqr-9h-6j/motor-hidraulico/>.
- (6) **SILVESTRE, J.** <http://es.scribd.com/>. [En línea] 16/02/2014. [Citado el: 20/3/2014.]  
<http://es.scribd.com/doc/207387763/plcs>.
- (7) **MOLONA, E. M.** [www.bibdigital.epn.edu.ec](http://www.bibdigital.epn.edu.ec). [En línea] 05/2009. [Citado el: 1/04/2014.] <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1635/1/CD-2288.pdf>. p. 27.
- (8) **DIELECTRO INDUSTRIAL.** <http://www.dielectroindustrial.es>. [En línea] 2010. [Citado el:20/04/2014.]  
<http://www.dielectroindustrial.es/system/pdfs/152/original/Siemens%20Cat%C3%A1logo%20Aut%C3%B3matas%20S7-1200%202010.pdf?1328086910>.. p. 4.
- (9) **CATEDU.** <http://www.catedu.es>. [En línea] 2013. [Citado el: 28/04/2014.]  
<http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>.
- (10) **SIEMENS.** <https://www.swe.siemens.com>. [En línea] 06/2010. [Citado el: 5/05/2014.]

<https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores/Documents/S71200%20-%20SM1231TC.PDF>.

(11) **MOLINA, J. L.** [www.profesormolina.com.ar](http://www.profesormolina.com.ar). [En línea] 2002. [Citado el: 2/04/2014.]

[http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens\\_transduct/index.htm](http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/index.htm).

(12) **OSORIO, J. C.** <http://jennyosorio15.blogspot.com>. [En línea] 17/11/2012. [Citado el: 20/05/2014.].

<http://jennyosorio15.blogspot.com/2012/11/moldeo-por-inyeccion.html>.

(13) **INFOPLC.** [www.infopl.net](http://www.infopl.net). [En línea] 18/03/2013. [Citado el: 20/06/2014.]

[http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infoPLC\\_net\\_SCE\\_ES\\_010-080\\_R1209\\_S7-1200\\_HMI.pdf](http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infoPLC_net_SCE_ES_010-080_R1209_S7-1200_HMI.pdf). p. 6.

(14) **UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS PUEBLA.** <http://catarina.udlap.mx>. [En línea] s.f. [Citado el: 8/07/2014.].

[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lmt/maza\\_c\\_ac/capitulo4.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmt/maza_c_ac/capitulo4.pdf).

(15) **SIEMENS.** <https://www.swe.siemens.com>. [En línea] 2009. [Citado el: 15/07/2014.]

<https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-EASYBOOK.PDF>. p13.

(16) **VACA, G. A.** <http://repo.uta.edu.ec>. [En línea] 10/09/2012. [Citado el: 28/07/2014.]

[http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/2386/Tesis\\_t736ec.pdf?sequence=1](http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/2386/Tesis_t736ec.pdf?sequence=1).

(17) **SIEMENS.** <https://support.automation.siemens.com>. [En línea] 01/2013. [Citado el: 15/08/2014.]

[https://support.automation.siemens.com/.../WinCC\\_Advanced\\_V12\\_esES...](https://support.automation.siemens.com/.../WinCC_Advanced_V12_esES...)

(18) **GRUPO-MASER.** <http://www.grupo-maser.com>. [En línea] s.f. [Citado el: 01/10/2014.]

[http://www.grupomaser.com/PAG\\_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/plc.htm](http://www.grupomaser.com/PAG_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/plc.htm).

(19) **AIE.** <http://www.aie.cl>. [En línea] s.f. [Citado el: 01/10/2014.]  
<http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/hmi.pdf>.

(20) **SIEMENS.** <http://www.industry.siemens.com>. [En línea] s.f. [Citado el: 01/10/2014.]

<http://www.industry.siemens.com/topics/global/es/tia-portal/pages/default.aspx>.

(21) **UASLP.** <http://galia.fc.uaslp.mx>. [En línea] s.f. [Citado el: 01/10/2014.]  
[http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES\\_PLC\\_PDF\\_S/24\\_SENSORES\\_INDUCTIVOS.PDF](http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES_PLC_PDF_S/24_SENSORES_INDUCTIVOS.PDF).

(22) **ELAI.UPM.** <http://www.elai.upm.es>. [En línea] s.f. [Citado el: 01/10/2014.]  
[http://www.elai.upm.es/moodle/pluginfile.php/1171/mod\\_resource/content/0/GraficetAmpliacion.pdf](http://www.elai.upm.es/moodle/pluginfile.php/1171/mod_resource/content/0/GraficetAmpliacion.pdf).

(23) **ACADEMIA.EDU.** <http://www.academia.edu>. [En línea] s.f. [Citado el: 02/10/2014.]

<http://www.academia.edu/7283683/6850010-Oleohidraulica-y-Diseno-de-Circuitos>.

(24) **UCLM.** <https://www.uclm.es>. [En línea] s.f. [Citado el: 02/10/2014.]  
[https://www.uclm.es/profesorado/rcarcelen\\_plc/Prog4.htm](https://www.uclm.es/profesorado/rcarcelen_plc/Prog4.htm).

(25) **OBO INTERNACIONAL.** <http://www.obo.es>. [En línea] s.f. [Citado el: 02/10/2014.]  
[http://www.obo.es/Download/TBS\\_2009/TBS\\_XV.pdf](http://www.obo.es/Download/TBS_2009/TBS_XV.pdf).

(26) **SINCABLES.** <http://sincables.com.ve>. [En línea] s.f. [Citado el: 02/10/2014.]  
<http://sincables.com.ve/v3/content/51-switches-ethernet>.

# **ANEXOS**

# **ANEXO 1**

**MANUAL DE USUARIO**

# MÁQUINA INYECTORA DE PLÁSTICO

La automatización de la máquina inyectora se realizó con el afán de reemplazar el sistema electrónico por un PLC (Programmable Logic Controller) el mismo que será controlado desde una pantalla HMI (Human Machine Interface), esto permitirá al operario manejar fácilmente la máquina, reducir el tiempo de trabajo y aumentar la producción.

Otra parte esencial de la automatización ha sido la formación y el conocimiento de los sistemas que controlan la máquina inyectora, esto permite el perfeccionamiento profesional en materias de sistemas de control y técnicas de automatización industrial.

Para velar la seguridad del operador y de los demás se adoptó medidas de seguridad, descritas en este manual.



## INDICACIONES DE SEGURIDAD

Para la seguridad del trabajador se debe tomar en cuenta las siguientes indicaciones.

### General

- Las leyendas de advertencias y avisos, deben estar colocadas al lado del operador y al lado posterior de la máquina.
- El operario debe tener la capacitación y el conocimiento necesario de las leyendas y avisos de seguridad que se encuentran en la máquina, esto permitirá proteger la integridad física del trabajador.

### Eléctrico

El operador debe controlar los dispositivos de seguridad eléctricos, los mismos que están detallados a continuación.

Descripción	Efecto	Ubicación	Notas
Parada de emergencia	Detener de inmediato el ciclo de trabajo y motores	Panel operador y cerca de la puerta posterior	Al establecer la parada de emergencia comprobar el encendido del motor
Puerta posterior	Detener de inmediato el ciclo, motores.	Lado posterior de la maquina	
Puerta operador	Detener de inmediato el ciclo	Lado anterior de la maquina	Al cerrarse la puerta se restablece el ciclo y funciones
Puerta de mantenimiento	Detener de inmediato el ciclo, motores.	Lado posterior y anterior del grupo cierre	
Puerta de inyector	No permitir inyección	Montada sobre la placa fija, del lado del inyector, protegiendo el pico	
Final de carrera válvula seguridad hidráulica	No permitir ningún movimiento	Debajo de la válvula de seguridad hidráulica en la puerta de operador	

- El sistema eléctrico de la maquina inyectora esta alimentado a 24V DC.
- Las conexiones del sistema eléctrico tiene una numeración en cada uno de los cables, esto permitirá al usuario encontrar rápidamente los elementos que se encuentran dentro del armario de control.

### **Hidráulico**

- Revisar que estén apretadas todas las conexiones del sistema hidráulico.
- Bajar la velocidad y presión para verificar que no haya fugas en las válvulas que controlan la presión.
- Verificar el nivel de aceite en el depósito de la maquina inyectora, si el nivel está bajo llenarlo únicamente hasta el nivel indicado, esto permitirá el buen funcionamiento de la bomba, además se evita que sufra algún desperfecto.
- Tener cuidado con el líquido hidráulico caliente a alta presión ya que puede causas lesiones.

### **Neumática**

- No exceder la presión máxima permisible de 75 PSI para el sistema de expulsión.
- No conectar el suministro de aire hasta que haya verificado y asegurado todas las conexiones de aire de la maquina inyectora.

### **Mecánico**

- Al abrir la puerta de la maquina una traba caerá sobre una barra impidiendo el cierre del molde y protegiendo al operario.

## **DESCIPCION BREVE**

La máquina inyectora realiza un proceso de transformación de plástico, una de las dificultades son las variables a controlar, pero también de mayor interés, debido a la gran cantidad de artículos que se puede obtener, regularmente se usa para productos de alto grado de complejidad por sus formas y precisión.

La máquina inyectora de plástico está dividida en cuatro unidades:

- Unidad cierre
- Unidad de control
- Unidad de potencia
- Unidad de inyección

## **DISEÑO Y FUNCIONAMIENTO**

### **Función**

Para comenzar con el funcionamiento de la máquina inyectora, se debe colocar el plástico granulado en la tolva, ahora se debe configurar en el panel operador el tipo de plástico que se va a fundir, el proceso comienza con el accionamiento del motor hidráulico, este permite el giro del tornillo sin fin y al mismo tiempo traslada el material por la zona de calentamiento para que se derrita y se cumule en la punta del cañón, al realizar esta acción automáticamente la placa móvil se cierra y se compacta con la placa fija, luego el motor hidráulico inyecta el material en los orificios del molde aplicando una presión para que el material no se derrame y al mismo tiempo el tornillo sin fin retorna hacia atrás girando y cargando material para el siguiente ciclo. Ya inyectado retrocede la unidad de inyección, el material entra en la etapa de enfriamiento y solidificación, una vez realizado este proceso la unidad de cierre retrocede hacia su

punto inicial y procede a la expulsión del producto. Al terminar el proceso está listo para continuar con el siguiente ciclo.

### **Descripción de la secuencia**

#### **Posición inicial**

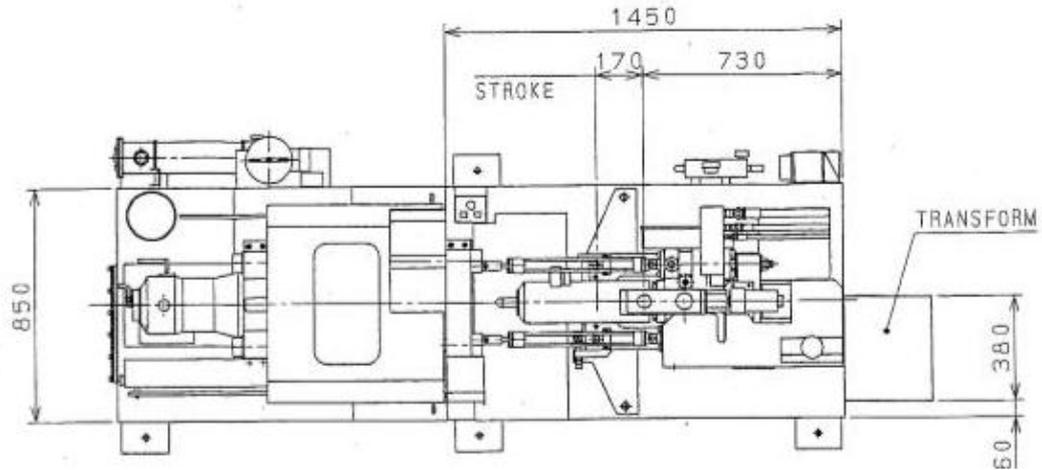
- Unidad de inyección retraída
- Unidad de cierre retraída
- Tornillo sin fin hacia atrás y cargando material

#### **Secuencia**

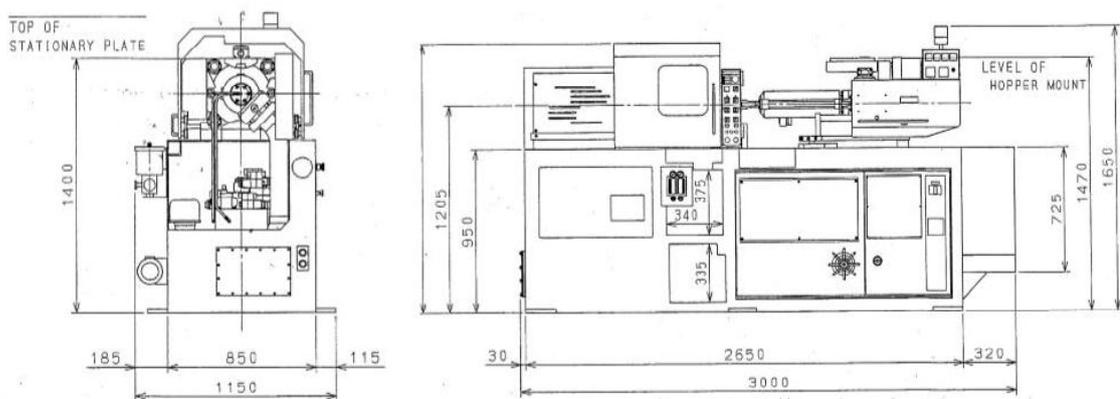
- Cierre del molde
- Acercamiento de la unidad de inyección al molde
- Inyección del material en el molde
- Presión de sostenimiento
- Solidificación del material
- Retiro de la unidad de inyección
- Plastificación
- Apertura del molde
- Expulsión de la pieza

## VISTAS Y HERRAMIENTAS

### Vista frontal



### Vista en planta



### Herramientas para el montaje y la puesta en marcha

- Alicates de corte de alambre
- Cable N° 14
- Llaves allen
- Destornillador estrella pequeños y medianos
- Destornillador plano pequeño y mediano
- Peladora de cable

- Remachadora de cables
- Terminales en U
- Terminales redondos
- Terminales de punta para PLC
- Cierra
- Amarraderas

### **MATERIALES PARA LA AUTOMATIZACION**

- PLC S7-1200
- Pantalla HMI KTP600-PN
- Módulos E/S digitales
- Modulo Salidas analógicas
- Modulo para termocuplas
- Relay de estado solido
- Relé industrial de 12 pines
- Breakers 2 y 6 A
- Fuente
- Borneras
- Contactador 24V DC

## MONTAJE DE LA MAQUINA INYECTORA

Paso 1: Identificación E/S analógicas y digitales.



Paso 2: Conectar a las borneras



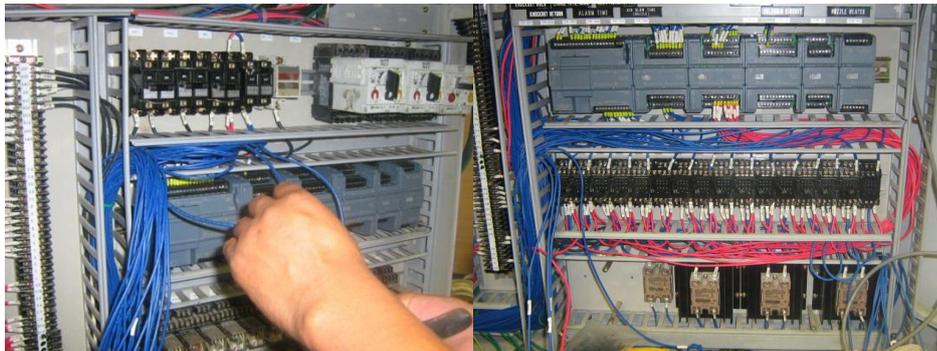
Paso 3: Pelar y Ponchar los cables



Paso 4: Montaje y alimentación del PLC



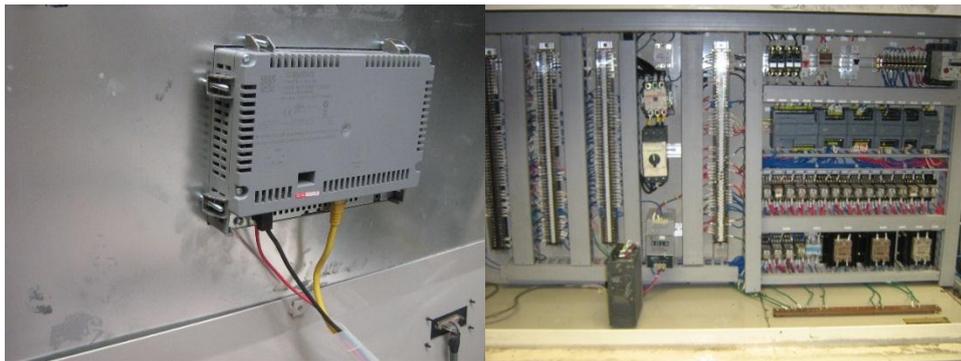
Paso 5: Conectar las E/S del PLC y módulos



Paso 6: Montaje del HMI



Paso 7: conexión PLC – HMI



Paso 8: Montaje completo



## **PUESTA EN MARCHA**

- Antes de poner en marcha la maquina inyectora se debe comprobar:
- Las conexiones eléctricas del sistema de potencia y control
- La instalación correcta y el estado de las conexiones del sistema hidráulico
- El aceite hidráulico debe estar en el nivel indicado
- Todas las unidades de la maquina deben estar en posición de inicio.

Todos los componentes, mangueras y cableado están claramente marcados por lo que todas las conexiones se pueden restablecer fácilmente.

## **RECOMENDACIONES**

- Desmantelar todo el sistema de control para identificar fácilmente las entradas y salidas de la maquina inyectora.
- Colocar una numeración en los cables para facilitar la nueva conexión del sistema de control de la máquina.
- Comprar los materiales necesarios para satisfacer la demanda de entradas y salidas del sistema de control.
- Adquirir las herramientas necesarias para el montaje del sistema de control y potencia

# **ANEXO 2**

**MANUAL DE MANTENIMIENTO**

# **AUTOMATIZACIÓN DE UNA INYECTORA DE PLÁSTICO MEDIANTE UN PLC Y SISTEMA DE INTERFAZ HUMANO(HMI)**

## **MANUAL DE MANTENIMIENTO**

### **Mantenimiento Preventivo**

Lo primordial que debe hacer para que una máquina no tenga averías es: verificar ciertos síntomas del funcionamiento, avisar de alguna falla antes de poner en marcha la MIP, dar un tiempo de preaviso y un nivel de alarma. Las inspecciones de este tipo de mantenimiento son objetivas (con instrumentos) y subjetivas (con los sentidos), se efectúa en la propia máquina sin desmontar el elemento, y solo se realiza esta acción si luego de la inspección se verifica que sea necesario su traslado para la preparación del defecto (falla potencial).

### **Mantenimiento preventivo basado en la condición de la unidad mecánica**

#### **Frecuencia de mantenimiento: Diario**

<b>Tarea</b>	<b>Procedimiento a realizar</b>
Inspección de la maquina en general	Verificar estado superficial de guías de deslizamiento. Detectar ruidos y holguras, colaborando en su corrección, asegurarse que todas las fijaciones con tornillos están correctamente ensambladas y no hay tornillos flojos y rotos.
Limpieza	Limpiar los perfiles de la estructura y así practicar la higiene de la máquina y de su entorno
Engrasar	Engrasar este punto diariamente con grasa Molykote BH2 de alto rendimiento
Calibración de moldes	La calibración se realiza con galgas de calibración según PROLONG-DOG-002 que facilita la ubicación y el ajuste de hormas y rines

### **Frecuencia de mantenimiento: Semanal**

<b>Tarea</b>	<b>Procedimiento a realizar</b>
Limpieza	Eliminar la suciedad de aceite en el freno de accionamiento de la mesa giratoria soplando con aire comprimido, además limpiar las unidades de cierre y unidad de inyección

### **Frecuencia de mantenimiento: trimestral**

<b>Tarea</b>	<b>Procedimiento a realizar</b>
Plan de lubricación	Verificar niveles de aceite de engrase y llenar si es necesario.  Localizar fugas y corregir si es posible  Asegurarse de la llegada de lubricante a todos los puntos de destino  En general observar fugas por uniones de tuberías comprobando fijaciones y corrigiendo si es posible.

### **Frecuencia de mantenimiento: Semestral**

<b>Tarea</b>	<b>Procedimiento a realizar</b>
Reaprietes	Revisar e apriete de los accesorios de la unión de la estructura.  Los tornillos que estén sometidos a mayores temperaturas deben colocarse con polvo de grafito sin aceite o grasa o bien con pasta Molicote HSC, para evitar agarrotamientos debido al calor.
Limpieza del tornillo	Para ello se ha de desmontar el tornillo en la siguiente forma.  Limpiar cuidadosamente las superficies de deslizamiento del grupo de inyección  Colocar el tornillo en su posición más avanzada

	<p>Llevar hacia atrás el grupo de inyección</p> <p>Desenchufar los cables y enchufes del cilindro del tornillo</p> <p>Cerrar la llave de paso del agua y desenroscar la tuerca de manguito del manguero de agua fría.</p> <p>Quitar el tubo acodado.</p> <p>Sacar el pasador de aleta entre la unión del ojo del vástago del pistón y el cierre de la tobera y destornillar los tronillos de sostén del cierre de la tobera y el soporte del cilindro en la parte inferior de la cabeza de inyección y quitar el cilindro</p> <p>Retirar las cuatro tuercas, arandelas y muelles del cilindro de avance y con la mano empujar al grupo de inyección hasta su posición más retrasada</p> <p>Desenroscar la cabeza de inyección con la llave de gancho</p> <p>Sacar el tornillo y retirar cuidadosamente las partículas las partículas de plástico adheridas. Limpiar con un cepillo con alambre fino</p> <p>Después de la limpieza limpiar el tornillo en sentido inverso al realizado por el primer montaje</p> <p>Es muy importante que todas las roscas en la cabeza de la tobera se empolvoren con polvo de grafito. De otra forma resulta después imposible el desenroscar</p>
--	--

## Mantenimiento preventivo basado en la condición de la unidad neumática

### Frecuencia de mantenimiento: Diario

Tarea	Procedimiento a realizar
Revisión general	<p>Abrir la llave de paso de aire al iniciar la jornada de trabajo</p> <p>Revisar el estado de las tuberías y elementos neumáticos para la localización de fugas</p> <p>Realizar la purga de filtros semiautomáticos</p> <p>Observar presiones en manómetros, regulando si es necesario.</p> <p>Al final de la jornada de trabajo cerrar la llave de paso general de aire comprimido.</p>

### Frecuencia de mantenimiento: Semanal

Tarea	Procedimiento a realizar
Revisión minuciosa	<p>Verificar estado de redes del circuito, cilindros y distribuidores, corrigiendo fugas si existen y reapretar racores</p> <p>Limpiar silenciosos de escape</p> <p>Comprobar el estado de componentes del circuito neumático</p>

### Frecuencia de mantenimiento: Semanal

#### Limpieza de las válvulas neumáticas

Tarea	Procedimiento a realizar
Desarme de unidades	<p>Se debe interrumpir el suministro de aire a fin de evitar accidentes o roturas. Todas las partes son removibles con herramientas estándar de taller, utilizar en cada caso la más</p>

		adecuada
Limpieza de partes		El lavado de partes puede realizarse por inmersión en nafta y pincel o cepillo de limpieza, sopleteando con aire a presión limpio y seco. Es conveniente repetir la operación varias veces hasta obtener una limpieza a fondo de las partes
Armado de unidades	de	Todas las partes deben estar perfectamente secas antes de iniciar su armado. Es conveniente lubricar previamente las superficies deslizantes y las guarniciones y asegurar el correcto posicionado de guarniciones y juntas de tapa antes del ajuste final
Pruebas de estanqueidad y funcionamiento	de y	Antes de reinstalar la válvula en la máquina, alimentar la válvula con presión de 6 a 8 bar y obturar con tapones sus bocas de utilización (2 y 4). En tales condiciones y para ambas posiciones del distribuidor, verificar ausencia de fugas en bocas de escape (3 y 5) y en tapas de mando y reacción.

### **Limpieza cilindro neumático**

<b>Tarea</b>		<b>Procedimiento a realizar</b>
Desarme de unidades	de	<p>Antes de iniciar su desconexión, se debe interrumpir el suministro de aire a fin de evitar accidentes o roturas.</p> <p>Todas las partes son removibles con herramientas comunes de taller. Utilizar en cada caso lo más adecuado.</p> <p>Bajo ningún concepto debe sujetarse al cilindro por el tubo, ya que una pequeña deformación radial del mismo lo inutilizaría o alteraría luego el normal funcionamiento.</p> <p>Es recomendable aflojar las tapas en forma cruzada.</p>
Limpieza de partes		El lavado de partes puede realizarse por inmersión en nafta, completando pincel o cepillo de limpieza y sopleteando con aire limpio y seco. Es conveniente repetir la operación varias veces

	hasta obtener una limpieza a fondo de las partes
Armado de unidades	<p>Todas las partes deben estar perfectamente secas antes de iniciar su armado. Es conveniente lubricar previamente las superficies deslizantes y las guarniciones utilizando grasa blanca neutra liviana.</p> <p>Asegurar el correcto posicionado de guarniciones y juntas de tapa y tubo antes del ajuste final. Las tapas deben ajustarse en forma cruzada y progresiva, acompañando con pequeños movimientos del vástago para asegurar un mejor hermanado del conjunto. Todos los tensores deberán tener el mismo grado de ajuste. Antes del ajuste final verifique la correcta alineación entre las tapas delantera y trasera del actuador sobre una superficie plana</p>
Pruebas	<p>Antes de reinstalar la válvula en la máquina, realizar las siguientes pruebas.</p> <p>Estanqueidad: presurizar a 6 bares alternativamente ambas cámaras verificando estanqueidad de la cámara presurizada y ausencia de fugas por la boca de la cámara opuesta. Cuando no se presurice la cámara delantera verificar además el sellado de guarnición de vástago.</p> <p>Funcionamiento: con aire a baja presión (1bar) verifique el suave desplazamiento en ambos sentidos del vástago, girando el mismo entre operaciones 90° manualmente.</p> <p>Amortiguaciones: cerrando totalmente los registros de amortiguaciones y presurizando las cámaras alternativamente a 6 bares, el vástago debe prácticamente detenerse y completar la parte final de su recorrido lentamente.</p>

**Mantenimiento preventivo basado en la condición de la unidad hidráulica.**

**Frecuencia de mantenimiento: Diario**

<b>Tarea</b>	<b>Procedimiento a realizar</b>
Revisión del nivel de fluido hidráulico	El nivel de aceite debe corresponder con la marca roja en la mirilla de cristal. Y si hay fugas, se procede a rellenar
Revisión temperatura del fluido	Observar que este entre 38 y 57 C°, para temperaturas ambiente iguales o inferiores a 38C°
Revisión presión de trabajo	Comprobar con el manómetro
Localización de ruido anormales	En caso de excesivo ruido podría ser señal de turbulencia por aire en el sistema.  Verificar existencia de posibles vibraciones en la red o golpes de ariete y se procede a reapretar racores de unión y comprobar buena fijación de soporte de tuberías.
Localización de fugas	Inspección visual de fugas y localizar fugas en todo el circuito (cilindros, válvulas, distribuidores, tuberías, etc.). Repara en su caso.

**Frecuencia de mantenimiento: Semestral**

<b>Tarea</b>	<b>Procedimiento a realizar</b>
Tomar una muestra de fluido hidráulico	Tomar una muestra del fluido hidráulico y enviarla a analizar a un laboratorio acreditado  En caso de contaminación, drenar y limpiar el tanque.
Limpieza de filtros	Evacuar el aceite hasta la mirilla inferior.  Destornillar la placa de montaje  Separar la conducción del vacuometro  Destornillar la brida de la bomba con el filtro de succión y el tubo

	<p>de succión</p> <p>Limpiar el filtro con un pincel blando y gasolina. Proyectarle después un chorro de aire a presión.</p>
--	--

**Frecuencia de mantenimiento: Anual**

<b>Tarea</b>	<b>Procedimiento a realizar</b>
<p>Limpieza del tanque</p>	<p>Abrir la válvula de paso girándola hacia la izquierda y vaciar el acumulador de presión</p> <p>Aflojar la atornilla dura del conducto de presión de operación y colocar la manguera en el recipiente preparado para este efecto.</p> <p>Girar hacia la izquierda hasta el tope la rueda de mano de la válvula de regulación de presión de operación</p> <p>Conectar la bomba</p> <p>Cerrar la válvula de paso, regular el flujo de aceite con la válvula de regulación de presión de operación y vaciar el depósito de aceite hasta que el nivel llegue a la mirilla del nivel de aceite inferior.</p> <p>Desconectar la bomba</p> <p>Destornillar la tapa de montaje del lado del depósito y extraer el resto del líquido.</p> <p>Antes de agregar el aceite hidráulico nuevo debe limpiarse minuciosamente el depósito y en lo posible también el circuito hidráulico</p>
<p>Cambio del filtro de la bomba</p>	<p>Cuando se realiza la limpieza del tanque se cambia el filtro</p>

**Mantenimiento preventivo basado en la condición de la unidad eléctrica**

**Frecuencia de Mantenimiento; Diaria**

### Antes de la jornada

<b>Tarea</b>	<b>Procedimiento a realizar</b>
Revisión del armario de control	Inspección visual del estado general y condiciones de funcionamiento.
Revisión de interruptores	Inspección visual del estado general y condiciones de funcionamiento
Revisión de relés y sistemas de protección	Verificación del estado general y de las condiciones de funcionamiento.  Control de señalización y alarmas de falla

### Al finalizar la jornada

<b>Tarea</b>	<b>Procedimiento a realizar</b>
Revisión General	Quitar tensión al finalizar la jornada en el seleccionador general situado sobre el armario eléctrico.  Comprobar lámparas de señalización, cambiar si es necesario.  Observar el estado y posicionamiento correcto de detectores y finales de carrera, limpiando y reglando si es necesario para que quede listo para la próxima jornada  Mantener limpio y en buen estado las protecciones visuales de autómatas, lámparas de señalización, etc.  Cerrar la puerta del tablero.

### Frecuencia de mantenimiento: Semanales

<b>Tarea</b>	<b>Procedimiento a realizar</b>
--------------	---------------------------------

Tablero de control	Comprobación del funcionamiento eléctrico y mecánico. Verificación del estado de los contactos. Mantener puertas cerradas de los tableros de control
Interruptores	Comprobación del estado de operación y funcionamiento.
Relés y sistemas de protección	Verificación del estado y condición general de los relés

### **Frecuencia de mantenimiento: Mensual**

<b>Tarea</b>	<b>Procedimiento a realizar</b>
Tablero de control	Limpieza general interior y exterior con paño Medición y registro del valor de voltaje e intensidad Control de los calibres de los cartuchos fusibles y capacidad de los térmicos de acuerdo a los consumos reales. Control de la puesta a tierra de todas las instalaciones Readecuación de los circuitos que, eventualmente y para atender situaciones de emergencia, hubieran sido instalados precariamente, modificación de los planos y fichas correspondientes, de ser necesario
Interruptores	Limpieza general con paño. Verificación de contactos.
Relés y sistemas de protección	Verificación y control de la actuación de las protecciones mediante procedimientos de simulación de fallas.

### **Frecuencia de mantenimiento: Trimestral**

<b>Tarea</b>	<b>Procedimiento a realizar</b>
--------------	---------------------------------

Tablero de control	<p>Limpieza, control y ajuste de las barras</p> <p>Verificación y ajuste de todos los contactos y de la entrada y salida de conductores.</p>
Interruptores	<p>Ajuste de acometidas y conexiones</p> <p>Verificación de las condiciones de accionamiento manual y automático</p>
Relés y sistemas de protección	<p>Verificación y control de los niveles de protección de las instalaciones.</p> <p>Coordinación del nivel de las protecciones de acuerdo a las necesidades operativas y de cargas actuantes.</p>
Conductores eléctricos de alimentación	<p>Verificación de los bornes de conexión y de las condiciones de ajustes.</p> <p>Inspección visual de los terminales, de los empalmes y de las derivaciones, reemplazando los terminales y los tramos afectados.</p> <p>Mediciones amperimétricas y comprobación de la carga máxima a transmitir en cada alimentador en función de su capacidad</p> <p>Registro de los resultados obtenidos</p>

**Frecuencia de mantenimiento: Semestral.**

Tarea	Procedimiento a realizar
Tablero de control	<p>Extracción de los elementos removibles, control y ajuste de conexiones.</p> <p>Verificación del correcto funcionamiento de los finales de carrera</p> <p>Limpiar y reajustar conexiones en el PLC</p>
Conductores	Verificación del correcto equilibrio de carga por fase en los

eléctricos de alimentación	conductores.
Análisis de motores eléctricos	<p>Con ayuda de un analizador de energía podemos determinar lo siguiente:</p> <p>Cuando el desequilibrio resistivo es bajo y desequilibrio de inductancia alto tenemos:</p> <p>Problemas con rotor o eje torcido, barras rotas, porosidad, fallos de estator y/o excentricidad.</p> <p>Desequilibrio resistivo alto y desequilibrio inductancia alto, tenemos:</p> <p>Problemas en el estator.</p> <p>Desequilibrio resistivo alto y desequilibrio inductancia bajo, tenemos:</p> <p>Problemas en el circuito de potencia, como conexiones corroídas, contaminadas o desconexiones</p>

### **Frecuencia de mantenimiento: Anual**

<b>Tarea</b>	<b>Procedimiento a realizar</b>
Tablero de control	<p>Registro del valor de resistencia en las planillas correspondientes, consignando las siguientes lecturas y la fecha de cada comprobación:</p> <p>Entre cada conductor y tierra</p> <p>Entre conductores</p> <p>Entre contactos de tomacorrientes</p> <p>Sopleteo con aire comprimido y limpieza de contactos</p> <p>Limpiar y reajustar conexiones en el PLC.</p>

## MANTENIMIENTO CORECTIVO

Tarea	Procedimiento a realizar
Revisión del puerto serial	<p>Si no se comunica con el PC</p> <p>Desconectar la fuente de alimentación</p> <p>Comprobar si existe continuidad en el cable de comunicación con la ayuda de un óhmetro.</p> <p>En caso de no existir continuidad proceder a cambiar el cable</p>
Cambio de elementos	<p>Cambiar sensores</p> <p>Revisar el sistema de seguridad</p> <p>Cambiar lámparas de señalización</p> <p>Cambiar selectores y pulsadores</p>
Reparación del PLC	<p>La reparación debe realizar un personal calificado</p> <p>Los pasos básicos son los siguientes:</p> <p>Desmontaje del PLC</p> <p>Llevarlo al taller</p> <p>Retirar la carcasa del PLC</p> <p>Limpia los sócalos de borneras tanto las de entrada como las de salida del PLC con ayuda de una brocha fina y un spray limpia contactos.</p> <p>Limpia las pistas con tiñer.</p> <p>Revisión minuciosa de las pistas electrónicas para la localización de soldas frías y elementos dañados o quemados.</p> <p>Cambio del elemento dañado</p> <p>Armar el PLC y montarlo en el tablero.</p> <p>Realizar pruebas antes de dar marcha al sistema automatizado</p>

## **Detección de averías**

Con ayuda del HMI, en la que tenemos una página sobre fallas, que nos da un mensaje del elemento que esta fuera de servicio o fuera de su rango de servicio, nos permite resolver rápidamente la avería.

Además tenemos subpantallas que nos permiten ingresar datos como tiempos, temperaturas, distancias, presiones, los mismos que serán visualizados por medio del panel operador.

También la pantalla HMI visualiza el trabajo de la maquina e identifica fallas si lo existiera.

## **Seguridad**

Para realizar los trabajos eléctricos de mantenimiento se debe cumplir con las siguientes medidas técnicas de seguridad.

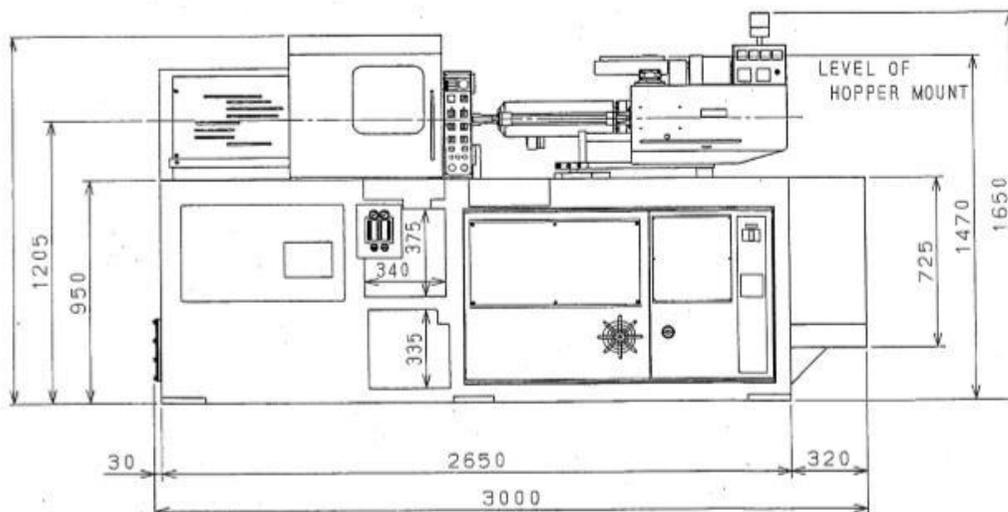
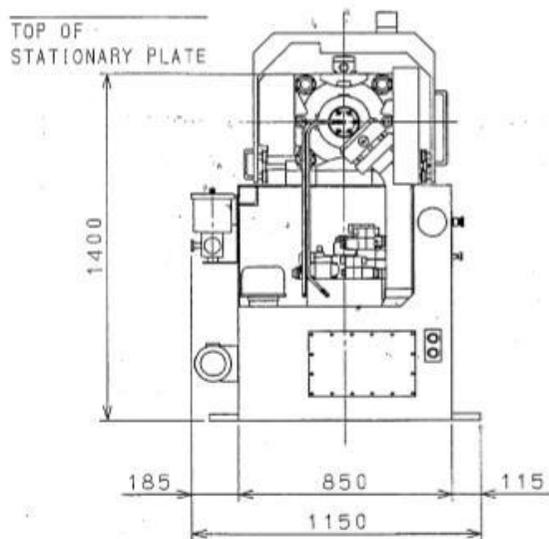
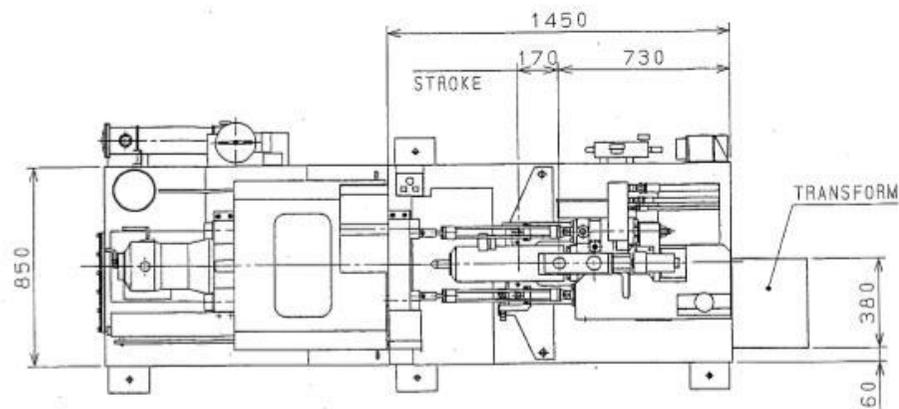
1. Abrir todas las fuentes de tensión
2. Enclavamiento o bloque, si es posible en aparatos de corte
3. Reconocimiento de la ausencia de tensión
4. Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
5. Delimitar la zona de trabajo mediante señalización o pantallas aislantes.

# **ANEXO 3**

**PLANOS DISEÑO Y ENSAMBLE DE  
LA MÁQUINA INYECTORA**

DESCRIPCION

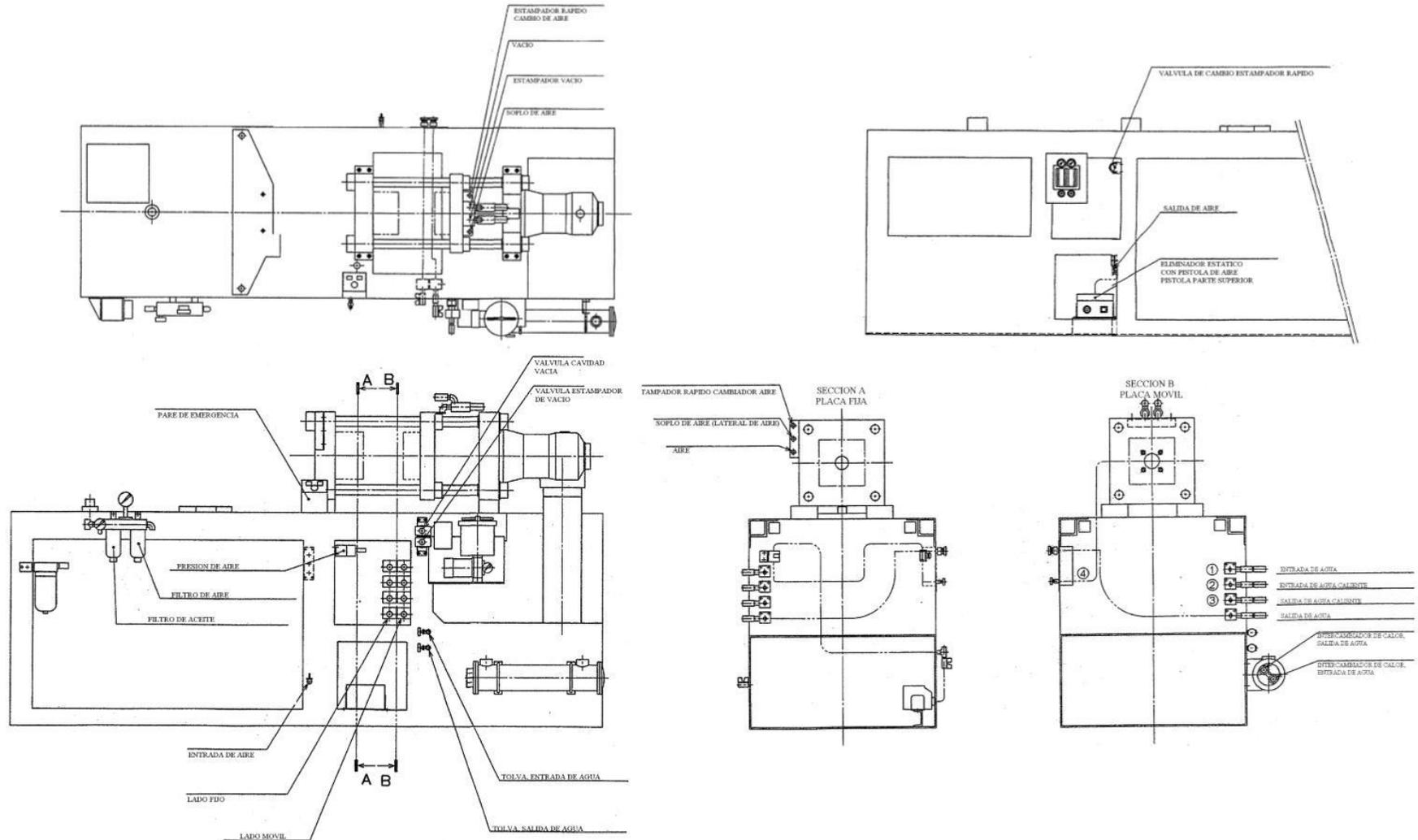
DIAGRAMA DE LA MAQUINA INYECTORA



ESPOCH		DIAGRAMA DE LA MAQUINA INYECTORA DE PLASTICO		
FACULTAD INFORMATICA Y ELECTRONICA				
EIE-CRI	12/07/2014	DISEÑO	CODIGO	LAMINA Nº 1 de 2

DESCRIPCION

DIAGRAMA DEL ENSAMBLE DE TUBERIAS DE LA MAQUINA INYECTORA



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD INFORMATICA Y ELECTRONICA

EIE-CRI

15/07/2014

DISEÑO

DIAGRAMA DEL ENSAMBLE DE TUBERIAS

CODIGO

LAMINA N° 2 de 2

# **ANEXO 4**

**DATOS TÉCNICOS GENERALES PLC  
MÓDULOS DE EXPANSIÓN Y  
PANTALLA HMI**

## DATOS TÉCNICOS PLC SIEMENS S7-1200, CPU 1214

SIMATIC S7-1200, CPU 1214C, CPU COMPACTA, DC/DC/DC, E/S INTEGRADAS: 14 DI 24V DC; 10 DO 24 V DC; 2 AI 0 - 10V DC, ALIMENTACION: DC 20,4 - 28,8 V DC, MEMORIA DE PROGRAMA/DATOS 75 KB	
Información general	
Ingeniería con	
Paquete de programación	STEP 7 V13 o superior
Tensión de alimentación	
24 V DC	Sí
Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Tensión de carga L+	
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	500 mA; típicamente
Intensidad de cierre, máx.	12 A; con 28,8 V DC
Alimentación de sensores	
Alimentación de sensores 24 V	
24 V	Rango permitido: 20,4 a 28,8 V
Intensidad de salida	
Intensidad en bus de fondo (5 V DC), máx.	1600 mA; máx. 5 V DC para SM y CM
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	12 W
Memoria	
Tipo de memoria	EEPROM
Memoria de usuario	75 kbyte
Memoria de trabajo	
Integrada	75 kbyte

Ampliable	No
Memoria de carga	
Integrada	4 Mbyte
enchufable (SIMATIC Memory Card), máx.	2 Gbyte; con SIMATIC Memory Card
Respaldo	
Existente	Sí; Libre de mantenimiento
sin pila	Sí
Tiempos de ejecución de la CPU	
para operaciones a bits, típ.	0,085 $\mu$ s; /Operación
para operaciones a palabras, típ.	1,7 $\mu$ s; /Operación
para aritmética de coma flotante, típ.	2,3 $\mu$ s; /Operación
CPU-bloques	
Nº de bloques (total)	DBs, FCs, FBs, contadore y temporizadores. El número máximo de bloques direccionables es de 1 a 65535. No hay ninguna restricción, uso de toda la memoria de trabajo
OB	
Cantidad, máx.	Limitada únicamente por la memoria de trabajo para código
Áreas de datos y su remanencia	
Área de datos remanentes total (incl. temporizadores, contadores, marcas), máx.	10 kbyte
Marcas	
Cantidad, máx.	8 kbyte; Tamaño del área de marcas
Área de direcciones	
Área de direcciones de periferia	
Total área de direccionamiento de periferia	1024 bytes para entradas/1024 bytes para salidas
Imagen del proceso	
Entradas, configurables	1 kbyte
Salidas, configurables	1 kbyte
Configuración del hardware	

Nº de módulos por sistema, máx.	3 Communication Module, 1 Signal Board, 8 Signal Module
Hora	
Reloj	
Reloj por hardware (reloj tiempo real)	Sí
Desviación diaria, máx.	+/- 60 s/mes a 25 °C
Duración del respaldo	480 h; típicamente
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	14; integrado
De ellas, entradas usable para funciones tecnológicas	6; HSC (High Speed Counting)
Canales integrados (DI)	14
de tipo M	Sí
Número de entradas atacables simultáneamente	
Todas las posiciones de montaje	
hasta 40 °C, máx.	14
Tensión de entrada	
Valor nominal, DC	24 V
para señal "0"	5 V DC, con 1 mA
para señal "1"	15 VDC at 2.5 mA
Intensidad de entrada	
para señal "1", típ.	1 Ma
Retardo de entrada (a tensión nominal de entrada)	
para entradas estándar	
Parametrizable	0,1 / 0,2 / 0,4 / 0,8 / 1,6 / 3,2 / 6,4 / 10,0 / 12,8 / 20,0 µs; 0,05 / 0,1 / 0,2 / 0,4 / 0,8 / 1,6 / 3,2 / 6,4 / 10,0 / 12,8 / 20,0 ms
en transición "0" a "1", máx.	0,1 µs
en transición "0" a "1", máx.	20 ms
para entradas de alarmas	
Parametrizable	Sí

para contadores/funciones tecnológicas:	
Parametrizable	Monofásica: 3 @ 100 kHz y 3 @ 30 kHz, Diferencial: 3 @ 80 kHz y 3 @ 30 kHz
Longitud del cable	
Longitud del cable apantallado, máx.	500 m; 50 m para funciones tecnológicas
Longitud de cable no apantallado, máx.	300 m; Para funciones tecnológicas: No
Salidas digitales	
Número de salidas	10
De ellas, salidas rápidas	4; Salida de tren de impulsos 100 kHz
Canales integrados (DO)	10
Protección contra cortocircuitos	No; a prever externamente
Limitación de la sobretensión inductiva de corte a	L+ (-48 V)
Poder de corte de las salidas	
Con carga resistiva, máx.	0,5 A
con carga tipo lámpara, máx.	5 W
Tensión de salida	
para señal "0", máx.	0,1 V; con carga de 10 kOhm
para señal "1", mín.	20 V
Intensidad de salida	
para señal "1" valor nominal	0,5 A
para señal "0" Intensidad residual, máx.	0,1 mA
Retardo a la salida con carga resistiva	
"0" a "1", máx.	1 $\mu$ s
"1" a "0", máx.	3 $\mu$ s
Frecuencia de conmutación	
de las salidas de impulsos, con carga óhmica, máx.	100 kHz
Salidas de relé	
Nº máx. de salidas de relé, integradas	0
Longitud del cable	

Longitud del cable apantallado, máx.	500 m
Longitud de cable no apantallado, máx.	150 m
Entradas analógicas	
Canales integrados (AI)	2; 0 a 10 V
Nº de entradas analógicas	2
Rangos de entrada	
Tensión	Sí
Rangos de entrada (valores nominales), tensiones	
0 a +10 V	Sí
Resistencia de entrada (0 a 10 V)	≥100 kohmios
Longitud del cable	
Longitud del cable apantallado, máx.	100 m; trenzado y apantallado
Salidas analógicas	
Nº de salidas analógicas	0
Longitud del cable	
Longitud del cable apantallado, máx.	100 m; Par de conductores trenzados con pantalla
Formación de valores analógicos	
Tiempo de integración y conversión/resolución por canal	
Resolución con rango de rebase (bits incl. signo), máx.	10 bit
Tiempo de integración parametrizable	Sí
Tiempo de conversión (por canal)	625 µs
Sensor	
Sensores compatibles	
Sensor a 2 hilos	Sí
1. Interfaz	
Tipo de interfaz	PROFINET
Norma física	Ethernet
con aislamiento galvánico	Sí

Detección automática de la velocidad de transferencia	Sí
Autonegociación	Sí
Autocrossing	Sí
Funcionalidad	
PROFINET IO-Device	Sí
PROFINET IO-Controller	Sí
PROFINET IO-Controller	
Soporta arranque priorizado	
Nº de IO-Devices posibles, máx.	16
Funciones de comunicación	
Comunicación S7	
Soporta servidor iPAR	Sí
como servidor	Sí
Como cliente	Sí
Comunicación IE abierta	
TCP/IP	Sí
ISO-on-TCP (RFC1006)	Sí
UDP	Sí
servidores web	
Soporta servidor iPAR	Sí
Páginas web definidas por el usuario	Sí
Funciones de test y puesta en marcha	
Estado/forzado	
Estado/Forzado de variables	Sí
Variables	Entradas/salidas, marcas, DB, E/S de periferia, tiempos, contadores
Forzado permanente	
Forzado permanente	Sí
Búfer de diagnóstico	

Existente	Sí
Funciones integradas	
Nº de contadores	6
Frecuencia de contaje (contadores), máx.	100 kHz
Frecuencímetro	Sí
Posicionamiento en lazo abierto	Sí
Regulador PID	Sí
Nº de entradas de alarma	4
Nº de salidas de impulsos	4
Frecuencia límite (impulsos)	100 kHz
Aislamiento galvánico	
Aislamiento galvánico módulos de E digitales	
Aislamiento galvánico módulos de E digitales	500 V AC durante 1 minuto
entre los canales, en grupos de	1
Aislamiento galvánico módulos de S digitales	
Aislamiento galvánico módulos de S digitales	500 V AC durante 1 minuto
entre los canales, en grupos de	1
Diferencia de potencial admisible	
entre diferentes circuitos	500 V DC entre 24 V DC y 5 V DC
CEM	
Inmunidad a perturbaciones por descargas de electricidad estática	
Inmunidad a perturbaciones por descargas de electricidad estática IEC 61000-4-2	Sí
Tensión de ensayo con descarga en aire	8 kV
Tensión de ensayo para descarga por contacto	6 kV
Inmunidad a perturbaciones conducidas	
por los cables de alimentación según IEC 61000-4-4	Sí

Inmunidad a perturbaciones por cables de señales IEC 61000-4-4	Sí
Inmunidad a perturbaciones por tensiones de choque (sobretensión transitoria)	
por los cables de alimentación según IEC 61000-4-5	Sí
Inmunidad a perturbaciones conducidas, inducidas mediante campos de alta frecuencia	
Inmunidad a campos electromagnéticos radiados a frecuencias radioeléctricas según IEC 61000-4-6	Sí
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
Emisión de perturbaciones radioeléctricas según EN 55 011 (clase A)	Sí; Grupo 1
Emisión de perturbaciones radioeléctricas según EN 55 011 (clase B)	Sí; Si se garantiza mediante medidas oportunas que se cumplen los valores límite de la clase B según EN 55011
Grado de protección y clase de protección	
IP20	Sí
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Sí
Homologación UL	Sí
cULus	Sí
RCM (former C-TICK)	Sí
Homologación FM	Sí
Homologaciones navales	
Homologaciones navales	Sí
Condiciones ambientales	
Temperatura de empleo	
mín.	-20 °C
máx.	60 °C
Montaje horizontal, mín.	-20 °C
Montaje horizontal, máx.	60 °C
Montaje vertical, mín.	-20 °C

Montaje vertical, máx.	50 °C
Temperatura de almacenaje/transporte	
mín.	-40 °C
máx.	70 °C
Presión atmosférica	
En servicio mín.	795 hPa
En servicio máx.	1080 hPa
Almacenamiento/transporte, mín.	660 hPa
Almacenamiento/transporte, máx.	1080 hPa
Humedad relativa del aire	
Humedad relativa máx.	95 %; sin condensación
Vibraciones	
Vibraciones	Montaje en pared 2 g; perfil DIN, 1 g
En servicio, según DIN IEC 60068-2-6	Sí
Ensayo de choques	
ensayado según DIN IEC 60068-2-27	Sí; IEC 68, parte 2-27; semisinusoide: fuerza de choque 15 g (valor de cresta), duración 11 ms
Condiciones climáticas y mecánicas para el almacenamiento y el transporte	
Condiciones climáticas de almacenamiento y transporte	
Caída libre	
Altura de caída máx. (en el embalaje)	0,3 m; Cinco veces, en embalaje de envío
Temperatura	
Rango de temperatura permitido	De -40 °C a +70 °C
Humedad relativa del aire	
Rango permitido (sin condensación) a 25 °C	95 %
Condiciones mecánicas y climáticas en servicio	
Condiciones climáticas en servicio	
Temperatura	
mín.	-20 °C

máx.	60 °C
Presión atmosférica según IEC 60068-2-13	
Presión atmosférica permitida	De 1080 a 795 hPa
Altitud de servicio permitida	-1000 a 2000 m
Concentraciones de sustancias contaminantes	
SO2 con HR < 60% sin condensación	SO2: < 0,5 ppm; H2S: < 0,1 ppm; HR < 60% sin condensación
Configuración	
Programación	
Lenguaje de programación	
KOP	Sí
FUP	Sí
SCL	Sí
Vigilancia de tiempo de ciclo	
Configurable	Sí
Dimensiones	
Ancho	110 mm
Alto	100 mm
Profundidad	75 mm
Pesos	
Peso, aprox.	415 g

### MÓDULO DE E/S DIGITALES SM 1223

SIPLUS S7-1200 SM1223 16DI/16DQ P. COND. AMBIENT. RIGUROS CON REVESTIMIENTO CONFORMADO BASADO EN 6ES7223-1BL32-0XB0 . E/S DIGITALES 16 DI / 16 DQ, 16 DI DC 24 V, SINK/SOURCE, 16 DQ, TRANSISTOR 0,5A	
Tensión de alimentación	
24 V DC	Sí
Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
Rango admisible, límite superior	28,8 V

superior (DC)	
Intensidad de entrada	
De bus de fondo 5 V DC, máx.	185 mA
Entradas digitales	
De la tensión de carga L+ (sin carga), máx.	4 mA; por canal
Tensión de salida	
Alimentación de transmisores	
existente	Sí
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	4,5 W
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	16
En grupos de	2
Característica de entrada según IEC 61131, tipo 1	Sí
Número de entradas atacables simultáneamente	
Todas las posiciones de montaje	
hasta 40 °C, máx.	16
Posición de montaje horizontal	
hasta 40 °C, máx.	16
hasta 50 °C, máx.	16
Posición de montaje vertical	
hasta 40 °C, máx.	16
Tensión de entrada	
Tipo de tensión de entrada	DC
Valor nominal, DC	24 V
para señal "0"	5 V DC, con 1 mA
para señal "1"	15 VDC at 2.5 mA
Intensidad de entrada	

para señal "0", máx. (intensidad de reposo admisible)	1 mA
para señal "1", mín.	2,5 Ma
para señal "1", típ.	4 mA; típicamente
Retardo de entrada (a tensión nominal de entrada)	
para entradas estándar	
parametrizable	Sí; 0,2 ms, 0,4 ms, 0,8 ms, 1,6 ms, 3,2 ms, 6,4 ms y 12,8 ms, elegible en grupos de 4
para entradas de alarmas	
parametrizable	Sí
Longitud del cable	
Longitud del cable apantallado, máx.	500 m
Longitud de cable no apantallado, máx.	300 m
Salidas digitales	
Número de salidas	16
En grupos de	1
Protección contra cortocircuitos	No; a prever externamente
Limitación de la sobretensión inductiva de corte a	L+ (-48 V)
Poder de corte de las salidas	
Con carga resistiva, máx.	0,5 A
con carga tipo lámpara, máx.	5 W
Tensión de salida	
Valor nominal (DC)	24 V
para señal "0", máx.	0,1 V; con carga de 10 kOhm
para señal "1", mín.	20 V DC
Intensidad de salida	
para señal "1" rango	0,5 A

admisible, máx.	
para señal "0" Intensidad residual, máx.	10 $\mu$ A
Retardo a la salida con carga resistiva	
"0" a "1", máx.	50 $\mu$ s
"1" a "0", máx.	200 $\mu$ s
Intensidad suma de las salidas (por grupo)	
Posición de montaje horizontal	
hasta 50 °C, máx.	8 A; Corriente por común
Salidas de relé	
Poder de corte de los contactos	
con carga inductiva, máx.	0,5 A
con carga tipo lámpara, máx.	5 W
Con carga resistiva, máx.	0,5 A
Longitud del cable	
Longitud del cable apantallado, máx.	500 m
Longitud de cable no apantallado, máx.	150 m
Alarmas/diagnósticos/información de estado	
Alarmas	
Alarmas	Sí
Alarma de diagnóstico	Sí
Avisos de diagnósticos	
Funciones de diagnóstico	Sí
LED señalizador de diagnóstico	
Para el estado de las entradas	Sí
para el estado de las salidas	Sí
para mantenimiento	Sí
Señalizador de estado salida digital (verde)	Sí

Señalizador de estado entrada digital (verde)	Sí
Aislamiento galvánico	
Aislamiento galvánico módulos de E digitales	
entre los canales, en grupos de	2
Aislamiento galvánico módulos de S digitales	
entre los canales, en grupos de	1
entre los canales y el bus de fondo	500 V AC
Grado de protección y clase de protección	
IP20	Sí
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Sí
Condiciones ambientales	
Condiciones ambientales aumentadas	
Referida a temperatura ambiente-presión atmosférica-altitud de instalación	Tmín ... Tmáx a 1080 hPa ... 795 hPa (-1000 m ... +2000 m) // Tmín ... (Tmáx - 10 K) a 795 hPa ... 658 hPa (+2000 m ... +3500 m) // Tmín ... (Tmáx - 20 K) a 658 hPa ... 540 hPa (+3500 m ... +5000 m)
Humedad relativa del aire	
con condensación, ensayada según DIN IEC 60068-2-38, máxima	100 %; HR incl. condensación/congelación (sin puesta en marcha si hay condensación)
Resistencia	
A sustancias biológicamente activas/conforme con EN 60721-3-3	Sí; clase 3B2 Esporas de moho, hongos y esporangios (exceptuando fauna). ¡Las cubiertas de conectores suministradas deben permanecer en las interfaces no utilizadas durante el servicio!
A sustancias químicamente activas/conforme con EN 60721-3-3	Sí; clase 3C4 (HR < 75 %) incl. niebla salina según EN 60068-2-52 (grado de severidad 3). ¡Las tapas de conectores suministradas deben permanecer en las interfaces no utilizadas durante el servicio!
A sustancias mecánicamente activas/conforme con EN	Sí; clase 3S4 incl. arena, polvo. ¡Las cubiertas de conectores suministradas deben permanecer en las interfaces no utilizadas

60721-3-3	durante el servicio!
Condiciones climáticas y mecánicas para el almacenamiento y el transporte	
Condiciones climáticas de almacenamiento y transporte	
Caída libre	
Altura de caída máx. (en el embalaje)	0,3 m; Cinco veces, en embalaje de envío
Temperatura	
Rango de temperatura permitido	De -40 °C a +70 °C
Condiciones mecánicas y climáticas en servicio	
Condiciones climáticas en servicio	
Temperatura	
mín.	-20 °C; = Tmín; Startup @ 0°C
máx.	60 °C; = Tmáx
Sistema de conexión	
Conector frontal requerido	Si
Elementos mecánicos/material	
Tipo de caja (frente)	
Plástico	Sí
Dimensiones	
Ancho	70 mm
Alto	100 mm
Profundidad	75 mm
Pesos	
Peso, aprox.	310 g

### **MÓDULO DE ENTRADAS ANALÓGICAS DE TERMOPAR S7-1200 SM 1231**

SIMATIC S7-1200, ENTRADA ANAL., SM 1231 TC, 4 TERMOPAR AI	
Tensión de alimentación	
24 V DC	Sí

Intensidad de entrada	
Consumo típ.	40 mA
De bus de fondo 5 V DC, típ.	80 mA
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	1,5 W
Entradas analógicas	
Nº de entradas analógicas	4; Termopares
Tensión de entrada admisible para entrada de intensidad (límite de destrucción), máx.	$\pm 35$ V
Unidad ajustable para medida de temperatura	Grados Celsius/grados Fahrenheit
Rangos de entrada	
Termopar	Sí; J, K, T, E, R, S, N, C, TXK/XK(L); rango de tensión: $\pm 80$ mV
Termorresistencias	No
Resistencia	No
Rangos de entrada (valores nominales), tensiones	
-80 mV a +80 mV	Sí
Resistencia de entrada (-80 mV a +80 mV)	$\geq 1$ MOhm
Rangos de entrada (valores nominales), termopares	
Tipo B	Sí
Tipo C	Sí
Tipo E	Sí
Tipo J	Sí
Tipo K	Sí
Tipo N	Sí
Tipo R	Sí
Tipo S	Sí
Tipo T	Sí

Tipo TXK/TXK(L) según GOST	Sí
Termopar (TC)	
Tensión de entrada admisible para entrada de tensión (límite de destrucción), máx.	+35 V
Compensación de temperatura	
Parametrizable	No
Salidas analógicas	
Nº de salidas analógicas	0
Formación de valores analógicos	
Principio de medición	integrador
Tiempo de integración y conversión/resolución por canal	
Resolución con rango de rebase (bits incl. signo), máx.	15 bit; + signo
Tiempo de integración parametrizable	No
Supresión de perturbaciones de tensión para frecuencia perturbadora f1 en Hz	85 dB con 50/60/400 Hz
Generación de valor analógico (en modo isócrono)	
Filtrado de valores medidos	
Parametrizable	Sí
Error/precisiones	
Error de temperatura (referido al rango de entrada), (+/-)	25 °C ± 0.1 % a 55 °C ± 0.2 % todo el rango de medida
Precisión de repetición en estado estacionario a 25 °C (referido al rango de salida), (+/-)	0,5 %
Supresión de tensiones perturbadoras para (f1 +/- 1%), f1 = frecuencia perturbadora	
Perturbación en modo común, mín.	120 dB
Alarmas/diagnósticos/información de estado	
Alarmas	
Alarmas	Sí
Alarma de diagnóstico	Sí

Avisos de diagnósticos	
Funciones de diagnóstico	Sí; legibles
Vigilancia de la tensión de alimentación	Sí
Rotura de hilo	Sí
LED señalizador de diagnóstico	
Para el estado de las entradas	Sí
para mantenimiento	Sí
Grado de protección y clase de protección	
IP20	Sí
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Sí
RCM (former C-TICK)	Sí
Homologación FM	Sí
Clase de seguridad máx. alcanzable operando en modo de seguridad	
según IEC 61508	sin
Condiciones climáticas y mecánicas para el almacenamiento y el transporte	
Condiciones climáticas de almacenamiento y transporte	
Caída libre	
Altura de caída máx. (en el embalaje)	0,3 m; Cinco veces, en embalaje de envío
Temperatura	
Rango de temperatura permitido	De -40 °C a +70 °C
Presión atmosférica según IEC 60068-2-13	
Presión atmosférica permitida	De 1080 a 660 hPa
Humedad relativa del aire	
Rango permitido (sin condensación) a 25 °C	95 %
Condiciones mecánicas y climáticas en servicio	
Condiciones climáticas en servicio	
Temperatura	
Rango de temperatura permitido	-20 °C a +60 °C con montaje horizontal; -20 °C a

	50 °C con montaje vertical; 95 % de humedad del aire, sin condensación
Presión atmosférica según IEC 60068-2-13	
Presión atmosférica permitida	De 1080 a 795 hPa
Concentraciones de sustancias contaminantes	
SO2 con HR < 60% sin condensación	SO2: < 0,5 ppm; H2S: < 0,1 ppm; HR < 60% sin condensación
Sistema de conexión	
Conector frontal requerido	Si
Elementos mecánicos/material	
Tipo de caja (frente)	
Plástico	Sí
Dimensiones	
Ancho	45 mm
Alto	100 mm
Profundidad	75 mm
Pesos	
Peso, aprox.	180 g

### **MÓDULO SALIDAS ANALÓGICAS SM 1232**

SIMATIC S7-1200, SALIDA ANALOG., SM 1232, 4 AO, +/-10V, RESOLUCION 14 BIT, OD. 0-20 MA, RESOLUCION 13 BIT,	
Tensión de alimentación	
24 V DC	Sí
Intensidad de entrada	
Consumo típ.	45 mA
De bus de fondo 5 V DC, típ.	80 mA
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	1,5 W
Entradas analógicas	

Nº de entradas analógicas	0
Termopar (TC)	
Compensación de temperatura	
parametrizable	No
Salidas analógicas	
Nº de salidas analógicas	4; Tipo corriente o tensión
Rangos de salida, tensión	
-10 a +10 V	Sí
Rangos de salida, intensidad	
0 a 20 mA	Sí
Resistencia de carga (en rango nominal de la salida)	
con salidas de tensión, mín.	1000 $\Omega$
con salidas de intensidad, máx.	600 $\Omega$
Formación de valores analógicos	
Principio de medición	Diferencial
Tiempo de integración y conversión/resolución por canal	
Resolución (incl. rango de rebase)	Tensión: 14 bits Corriente: 13 bits
Tiempo de integración parametrizable	Sí
Supresión de perturbaciones de tensión para frecuencia perturbadora f1 en Hz	40 dB, DC a 60 V para frecuencia de perturbación 50/60 Hz
Error/precisiones	
Error de temperatura (referido al rango de salida), (+/-)	25°C $\pm$ 0,3% a 55°C $\pm$ 0,6% todo el rango de medida
Límite de error básico (límite de error práctico a 25 °C)	
Tensión, referida al rango de salida, (+/-)	0,3 %
Intensidad, referida al rango de salida, (+/-)	0,3 %
Supresión de tensiones perturbadoras para (f1 +/- 1%), f1 = frecuencia perturbadora	
Tensión en modo común, máx.	12 V

Alarmas/diagnósticos/información de estado	
Alarmas	
Alarmas	Sí
Alarma de diagnóstico	Sí
Avisos de diagnósticos	
Funciones de diagnóstico	Sí
Vigilancia de la tensión de alimentación	Sí
Rotura de hilo	Sí
Cortocircuito	Sí
LED señalizador de diagnóstico	
para el estado de las salidas	Sí
para mantenimiento	Sí
Grado de protección y clase de protección	
IP20	Sí
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Sí
RCM (former C-TICK)	Sí
Homologación FM	Sí
Clase de seguridad máx. alcanzable operando en modo de seguridad	
según IEC 61508	Sin
Condiciones climáticas y mecánicas para el almacenamiento y el transporte	
Condiciones climáticas de almacenamiento y transporte	
Caída libre	
Altura de caída máx. (en el embalaje)	0,3 m; Cinco veces, en embalaje de envío
Temperatura	
Rango de temperatura permitido	De -40 °C a +70 °C
Presión atmosférica según IEC 60068-2-13	
Presión atmosférica permitida	De 1080 a 660 hPa
Humedad relativa del aire	

Rango permitido (sin condensación) a 25 °C	95 %
Condiciones mecánicas y climáticas en servicio	
Condiciones climáticas en servicio	
Temperatura	
Rango de temperatura permitido	-20 °C a +60 °C con montaje horizontal; -20 °C a 50 °C con montaje vertical; 95 % de humedad del aire, sin condensación
mín.	-20 °C
máx.	60 °C
Presión atmosférica según IEC 60068-2-13	
Presión atmosférica permitida	De 1080 a 795 hPa
Concentraciones de sustancias contaminantes	
SO2 con HR < 60% sin condensación	SO2: < 0,5 ppm; H2S: < 0,1 ppm; HR < 60% sin condensación
Sistema de conexión	
Conector frontal requerido	Si
Elementos mecánicos/material	
Tipo de caja (frente)	
Plástico	Sí
Dimensiones	
Ancho	45 mm
Alto	100 mm
Profundidad	75 mm
Pesos	
Peso, aprox.	180 g

**PANTALLA HMI KTP600 PN BASIC PANEL**

Display	
Tipo de display	TFT
Diagonal de pantalla	5,7 in
Achura del display	115,2 mm
Altura del display	86,4 mm
N° de colores	256
Resolución (píxeles)	
Resolución de imagen horizontal	320
Resolución de imagen vertical	240
Retroiluminación	
MTBF de la retroiluminación (con 25 °C)	50000 h
Retroiluminación variable	No
Elementos de mando	
Fuentes de teclado	
N° de teclas de función	6
Teclas con LED	No
Teclas del sistema	No
Teclado numérico/alfanumérico	
Teclado numérico	Sí; Teclado en pantalla
Teclado alfanumérico	Sí; Teclado en pantalla
Manejo táctil	
Como pantalla táctil	Sí
Diseño/montaje	
Montaje vertical (formato retrato) posible	Sí
Montaje horizontal (formato apaisado) posible	Sí
Tensión de alimentación	
Tipo de tensión de la alimentación	DC
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V

Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	0,35 A
Intensidad transitoria de cierre A <sup>2</sup> s	0,5 A <sup>2</sup> .s
Potencia	
Consumo, típ.	9 W
Procesador	
Tipo de procesador	
X86	No
ARM	Sí; RISC 32 bits
Memoria	
Flash	Sí
RAM	Sí
Memoria de usuario	1 Mbyte
Tipo de salida	
Acústica	
Zumbador	Sí
Altavoz	No
Hora	
Reloj	
Reloj por hardware (reloj tiempo real)	No
Reloj por software	Sí
Respaldado	No
Sincronizable	Sí
Interfaces	
Nº de interfaces RS 485	0
N.º de interfaces USB	0
Número de slot para tarjetas SD	0
Nº de interfaces paralelas	0
Nº de interfaces 20 mA (TTY)	0

N.º de interfaces RS 232	0
Nº de interfaces RS 422	0
N.º de otras interfaces	0
Con interfaces a SW	No
Industrial Ethernet	
N.º de interfaces Industrial Ethernet	1
LED de estado Industrial Ethernet	2
Informes (logs)	
PROFINET	Sí
Soporta protocolo para PROFINET IO	No
IRT, función soportada	No
PROFIBUS	No
MPI	No
Protocolos (Ethernet)	
TCP/IP	Sí
DHCP	Sí
SNMP	Sí
DCP	Sí
LLDP	Sí
Propiedades WEB	
HTTP	No
HTML	No
Otros protocolos	
CAN	No
MODBUS	Sí; Modicon (MODBUS TCP/IP)
Soporta protocolo para EtherNet/IP	Sí
Alarmas/diagnósticos/información de estado	
Avisos de diagnósticos	
Se puede leer la información de diagnóstico	No
Grado de protección y clase de protección	

IP (frontal)	IP65
Envolvente tipo 4 en el frente	Sí
Enclosure Type 4x en el frente	Sí
IP (lado posterior)	IP20
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Sí
Homologación KC	Sí
CULus	Sí
RCM (former C-TICK)	Sí
Homologaciones navales	
Germanischer Lloyd (GL)	Sí
American Bureau of Shipping (ABS)	Sí
Bureau Veritas (BV)	Sí
Det Norske Veritas (DNV)	Sí
Lloyds Register of Shipping (LRS)	Sí
Nippon Kaiji Kyokai (Class NK)	Sí
Polski Rejestr Statkow (PRS)	Sí
Uso en atmósfera potencialmente explosiva	
ATEX zona 2	No
ATEX zona 22	No
cULus Class I zona 1	No
cULus Class I zona 2, división 2	No
FM Class I división 2	No
Condiciones ambientales	
Posición de montaje	vertical
Máx. ángulo de inclinación permitido sin ventilación externa	35 °
Temperatura de empleo	
En servicio (montaje vertical)	
En posición de montaje vertical, mín.	0 °C

n posición de montaje vertical, máx.	50 °C
En servicio (máx. ángulo de inclinación)	
Con ángulo máx. de inclinación, mín.	0 °C
Con ángulo máx. de inclinación, máx.	40 °C
En servicio (montaje vertical, formato retrato)	
En posición de montaje vertical, mín.	0 °C
n posición de montaje vertical, máx.	50 °C
En servicio (máx. ángulo de inclinación, formato retrato)	
Con ángulo máx. de inclinación, mín.	0 °C
Con ángulo máx. de inclinación, máx.	40 °C
Temperatura de almacenaje/transporte	
mín.	-30 °C
máx.	60 °C
Humedad relativa del aire	
Humedad relativa máx.	90 %
Sistemas operativos	
Windows CE	No
Propietarios	Sí
Ejecutable para sistema operativo de configuración	
Otros	No
Configuración	
Ventana de avisos	Sí
Con sistema de alarmas (con búfer y confirmación)	Sí
Representación de valores de proceso (salida)	Sí
Especificación de valores de proceso (entrada) posible	Sí
Administración de recetas	Sí
Software de configuración	
STEP 7 Basic (TIA Portal)	Sí; vía WinCC Basic (TIA Portal) integrado

STEP 7 Professional (TIA Portal)	Sí; vía WinCC Basic (TIA Portal) integrado
WinCC flexible Compact	Sí
WinCC flexible Standard	Sí
WinCC flexible Advanced	Sí
WinCC Basic (TIA Portal)	Sí
WinCC Comfort (TIA Portal)	Sí
WinCC Advanced (TIA Portal)	Sí
WinCC Professional (TIA Portal)	Sí
Idiomas	
Idiomas online	
Número de idiomas online/runtime	5
Idiomas	
Idiomas por proyecto	32
Idiomas	
D	Sí
GB	Sí
F	Sí
I	Sí
E	Sí
CHN "tradicional"	Sí
CHN "simplificado"	Sí
DK	Sí
FIN	Sí
GR	Sí
J	Sí
KP/ROK	Sí
NL	Sí
N	Sí
PL	Sí

P	Sí
RUS	Sí
S	Sí
CZ	Sí
SK	Sí
TR	Sí
H	Sí
Funcionalidad bajo WinCC (TIA Portal)	
Librerías	Sí
Planificador de tareas	
controlada por tiempo	No
controlada por tarea	Sí
Sistema de ayuda	
Nº de caracteres por texto informativi	320
Sistema de alarmas (avisos)	
Nº de clases de avisos	32
Nº de avisos de bit	200
Nº de avisos analógicos	15
Avisos del sistema HMI	Sí
Valores de caracteres por aviso	80
Valores de proceso por aviso	8
Indicador de avisos	Sí
Búfer de avisos	
Nº de entradas	256
Búfer circular	Sí
Remanente	Sí
Libre de mantenimiento	Sí
Administración de recetas	
Número de recetas	5
Registros por receta	20

Entradas por registro	20
Tamaño de la memoria de recetas interna	40 kbyte
Memoria de recetas ampliable	No
Variables	
Nº de variables por equipo	500
Nº de variables por sinóptico	30
Valores límite	Sí
Multiplexar	Sí
Estructuras	No
Matrices	Sí
Imágenes	
Número de imágenes configurables	50
Ventana permanente/platilla	Sí
Imagen global	Sí
Imagen inicial configurable	Sí
Selección de imagen vía PLC	Sí
Nº de imagen en el PLC	Sí
Objetos gráficos	
Número de objetos por imagen	30
Campos de texto	Sí
Campos de E/S	Sí
Campos de E/S gráficos (lista de gráficos)	Sí
Campos de E/S simbólicos (lista de textos)	Sí
Campos de fecha/hora	Sí
Interruptor	Sí
Botones	Sí
Visor de gráficos	Sí
Iconos	Sí
Objetos geométricos	Sí
Objetos gráficos complejos	

Número de objetos complejos por imagen	5
Visor de avisos	Sí
Visor de curvas	Sí
Visor de usuarios	Sí
Estado/forzado	No
Visor Sm@rtClient	No
Visor de recetas	Sí
Visor de curvas f(x)	No
Visor de diagnóstico del sistema	No
Media Player	No
Barras	Sí
Deslizadores	No
Instrumentos de aguja	No
Reloj analógico/digital	No
Listas	
Nº de listas de textos por proyecto	150
Nº de entradas por lista de textos	30
Nº de listas gráficas por proyecto	100
Nº de entradas por lista gráfica	30
Seguridad	
Número de grupos de usuarios	50
Número de derechos de usuario	32
Número de usuarios	50
Exportación/importación de contraseñas	No
SIMATIC Logon	No
Juegos de caracteres	
Fuentes de teclado	
USA (inglés)	Sí
Juegos de caracteres	
Tahoma	Sí

Arial	No
Courier New	No
WinCC flexible-Standard	Sí
Ideogramas	Sí
Tamaño de caracter escalable	No
Juegos de caracteres cargables adicionalmente	No
Transferencia (carga/descarga)	
MPI / PROFIBUS DP	No
USB	No
Ethernet	Sí
Mediante medio de memoria externo	No
Acoplamiento al proceso	
S7-1200	Sí
S7-1500	Sí
S7-200	Sí
S7- 300/400	Sí
LOGO!	Sí
Win AC	Sí
SINUMERIK	No
SIMOTION	No
Allen Bradley (EtherNet/IP)	Sí
Allen Bradley (DF1)	No
Mitsubishi (MC TCP/IP)	Sí
Mitsubishi (FX)	No
OMRON (FINS TCP)	No
OMRON (LINK/Multilink)	No
Modicon (Modbus TCP/IP)	Sí
Modicon (Modbus)	No
Herramientas/auxiliares para configuración	
Imagen para limpieza	Sí

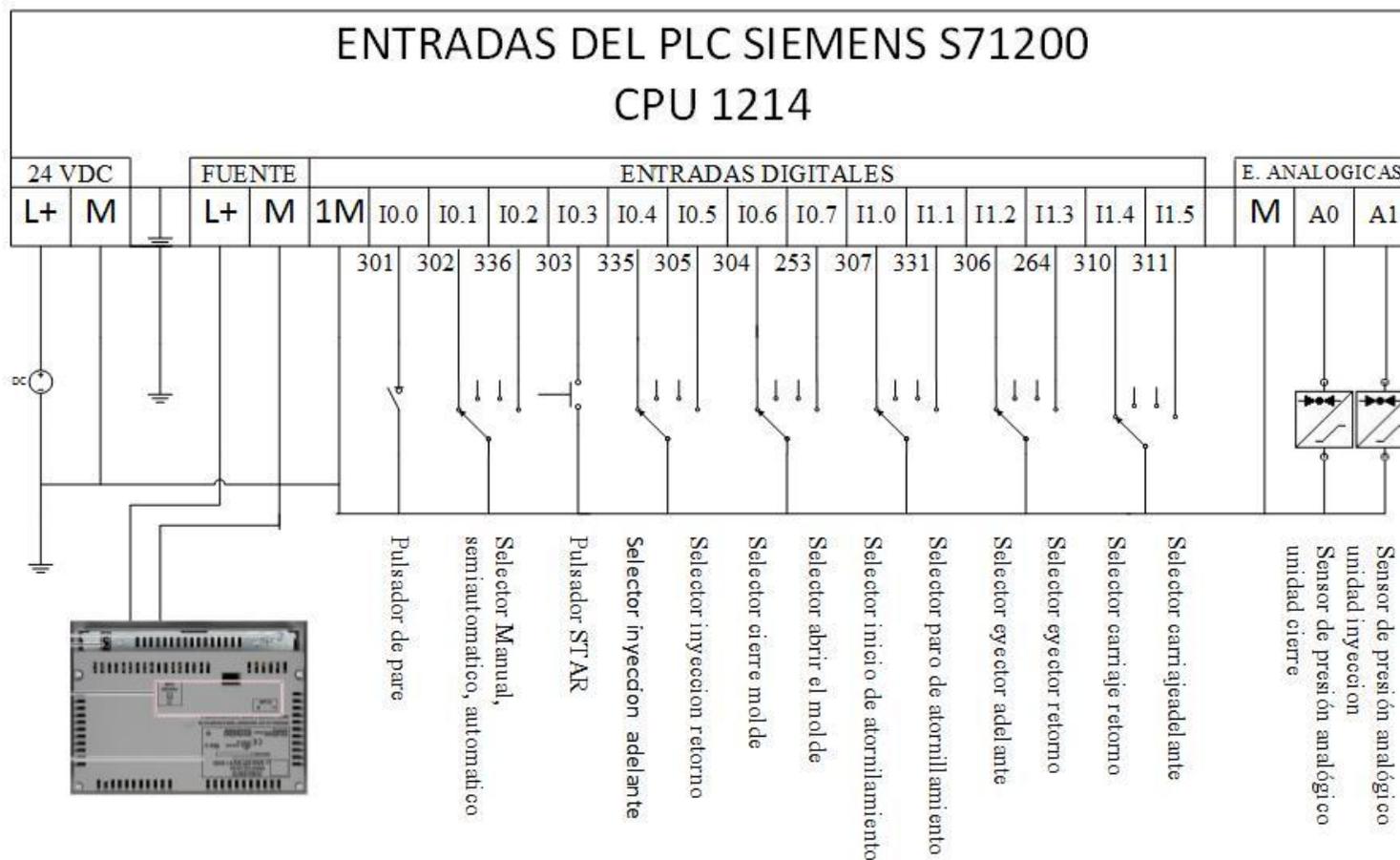
Calibrar la pantalla táctil	Sí
Backup/Restore	Sí
Backup/Restore automáticos	No
Simulación	Sí
Conmutación de dispositivo	Sí
Transferencia de deltas	No
Periferias/Opciones	
Periféricos	
Impresora	No
Tarjeta multimedia	No
Tarjeta SD	No
Memoria USB	No
Elementos mecánicos/material	
Tipo de caja (frente)	
Plástico	Sí
Aluminio	No
Acero inoxidable	No
Dimensiones	
Ancho del frente de la caja	214 mm
Alto del frente de la caja	158 mm
Hueco de montaje/profundidad del equipo (An x Al x P)	
Recorte para montaje, ancho	197 mm
Recorte para montaje, alto	141 mm
Profundidad de montaje	44 mm
Pesos	
Peso sin embalaje	1,07 kg
Peso incl. Embalaje	1,32 kg

# **ANEXO 5**

**PLANOS DE CONEXIONES  
ELÉCTRICAS**

DESCRIPCION

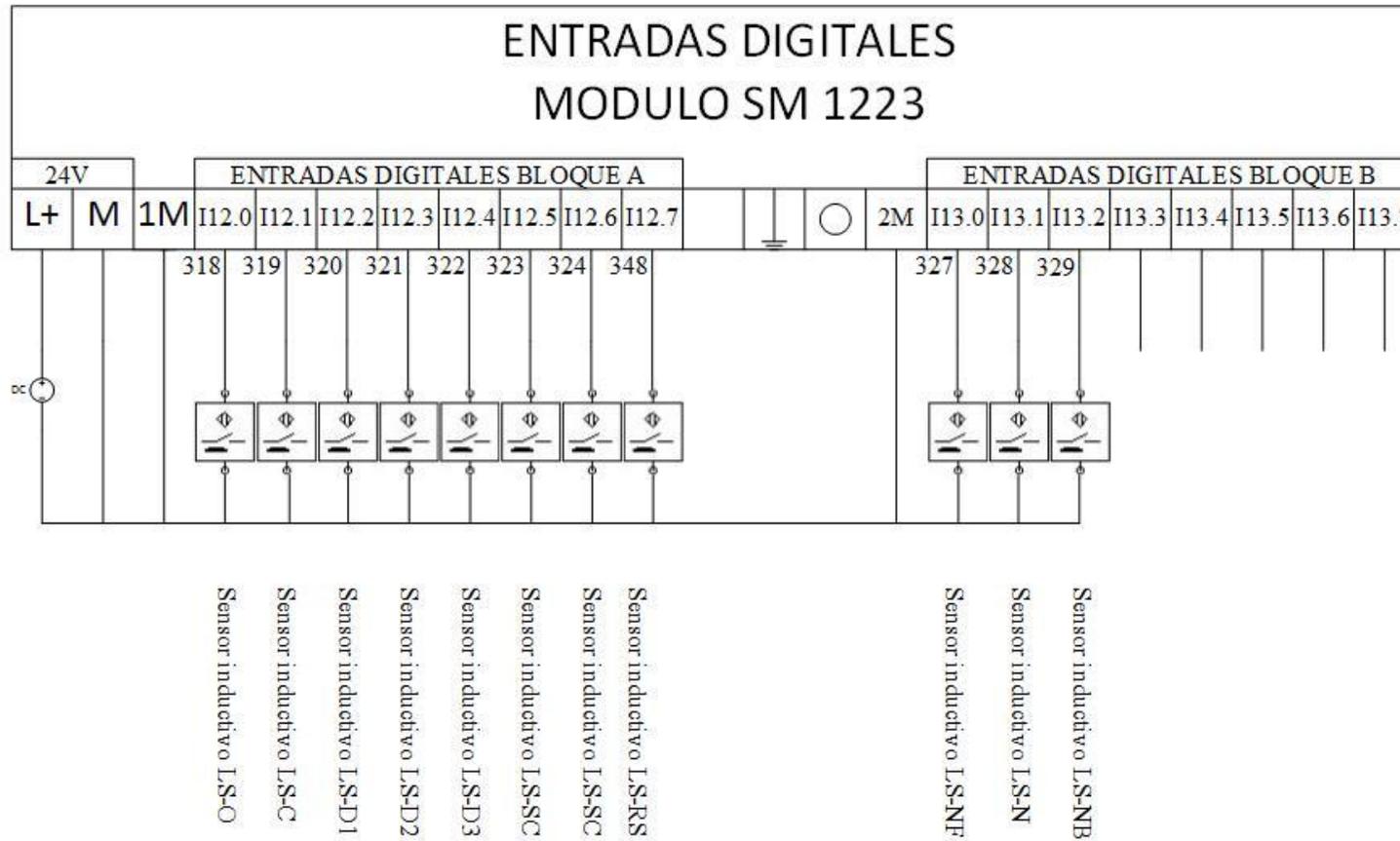
DIAGRAMA ELECTRICO DE ENTRADAS DEL PLC S7-1200, CPU-1214



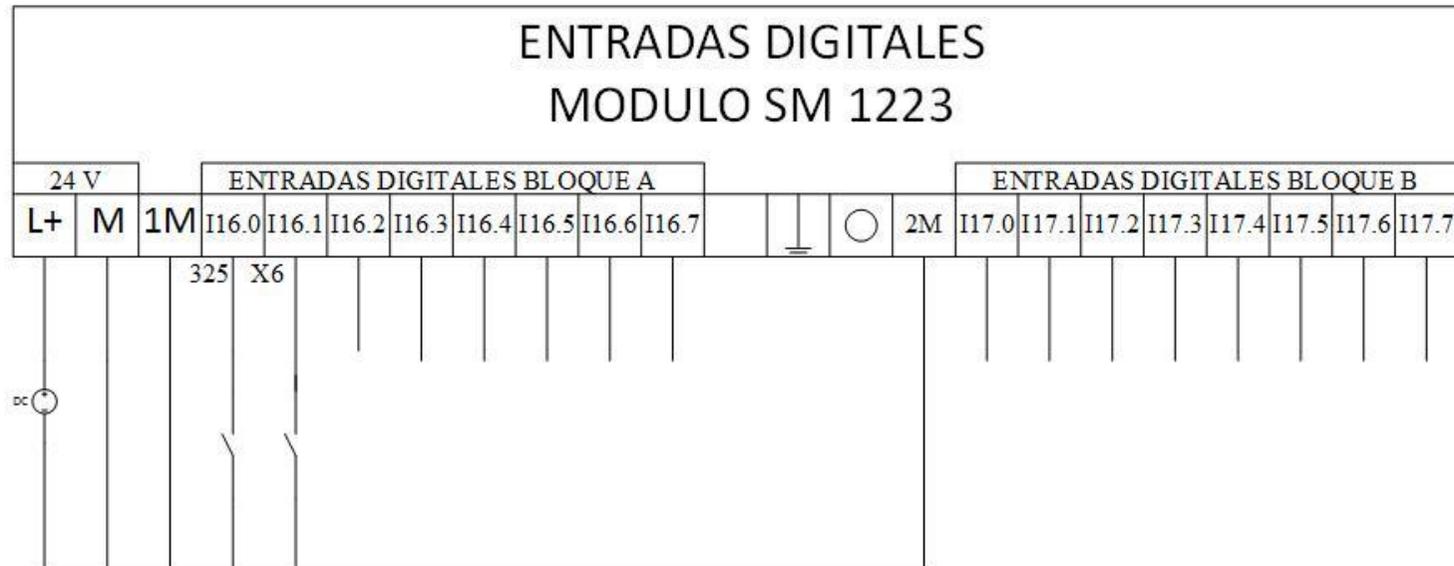


DESCRIPCION

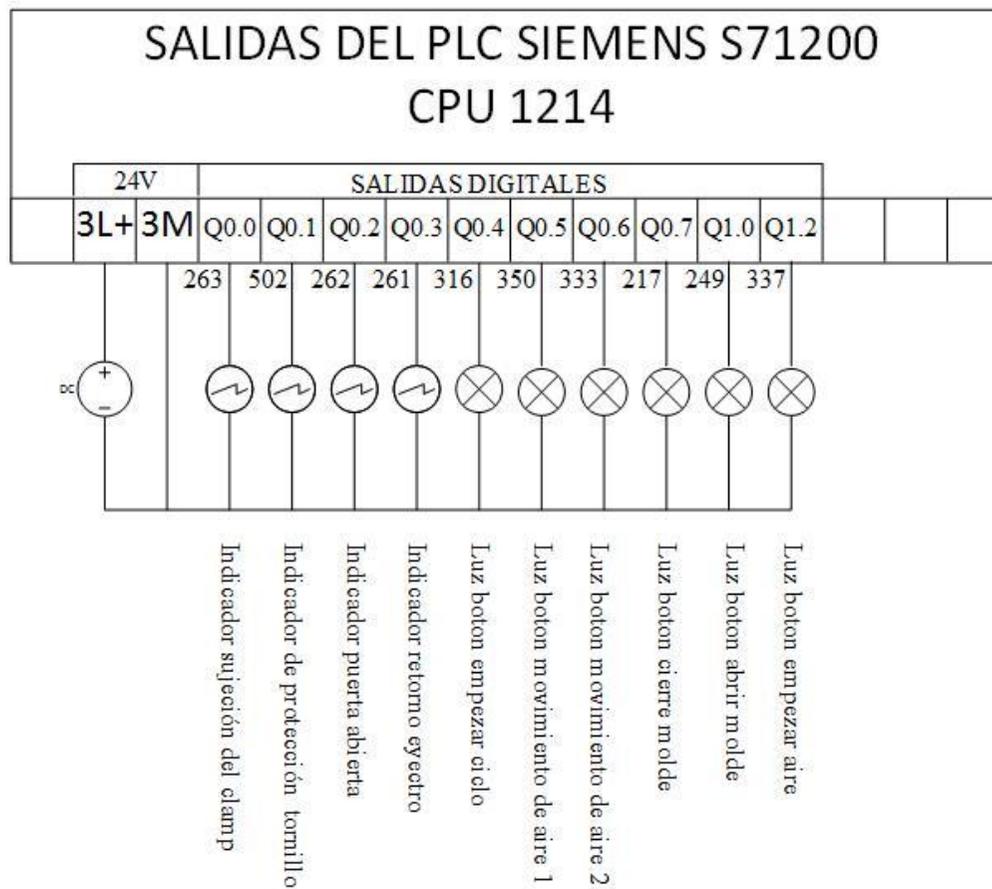
DIAGRAMA DE ENTRADAS DIGITALES MODULO SM1223 SENSORES INDUCTIVOS



ESPOCH		DIAGRAMA DE ENTRADAS DEL PLC		
FACULTAD INFORMATICA Y ELECTRONICA				
EIE-CRI	7/07/2014	DISEÑO	CODIGO	LAMINA N° 3 de 12

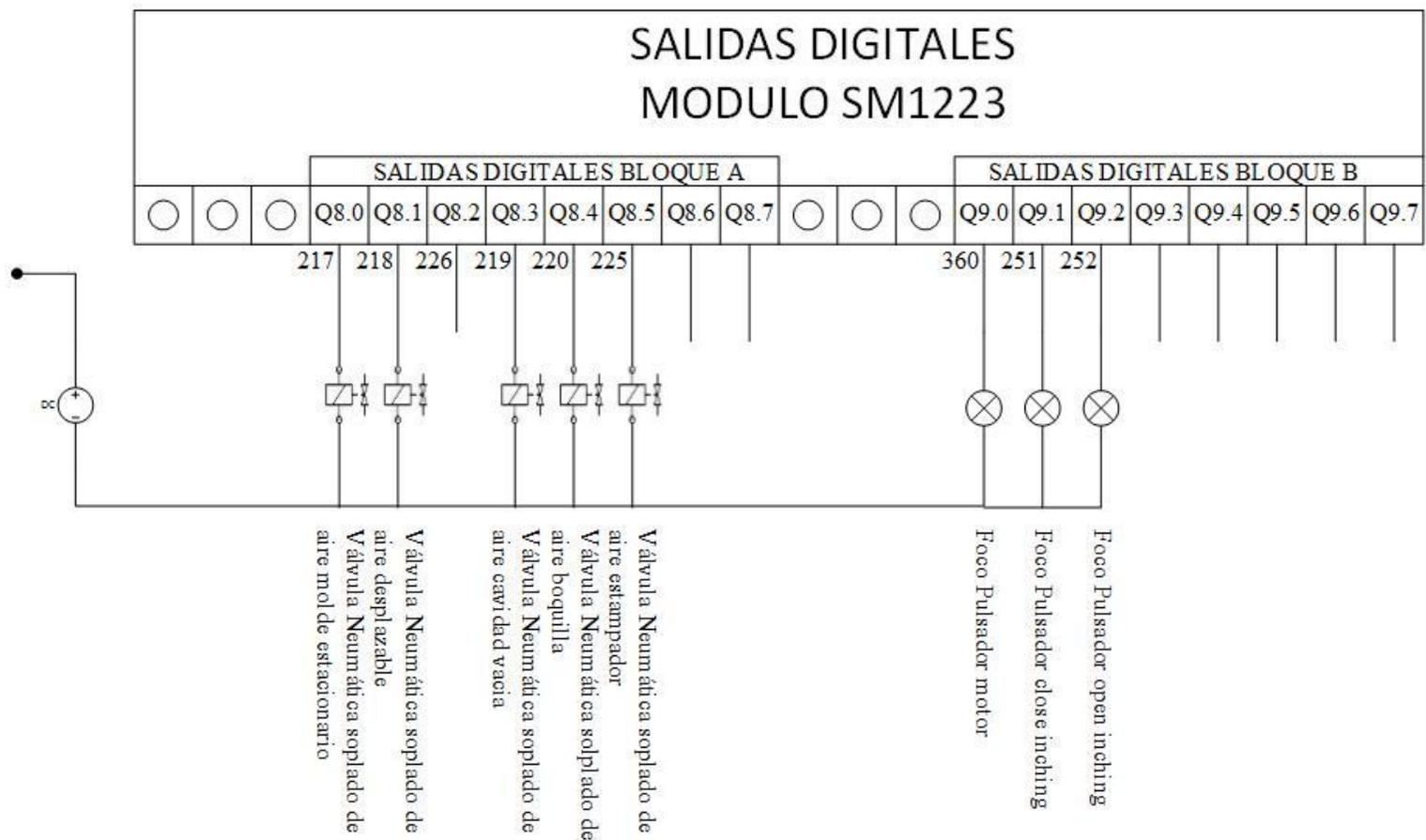


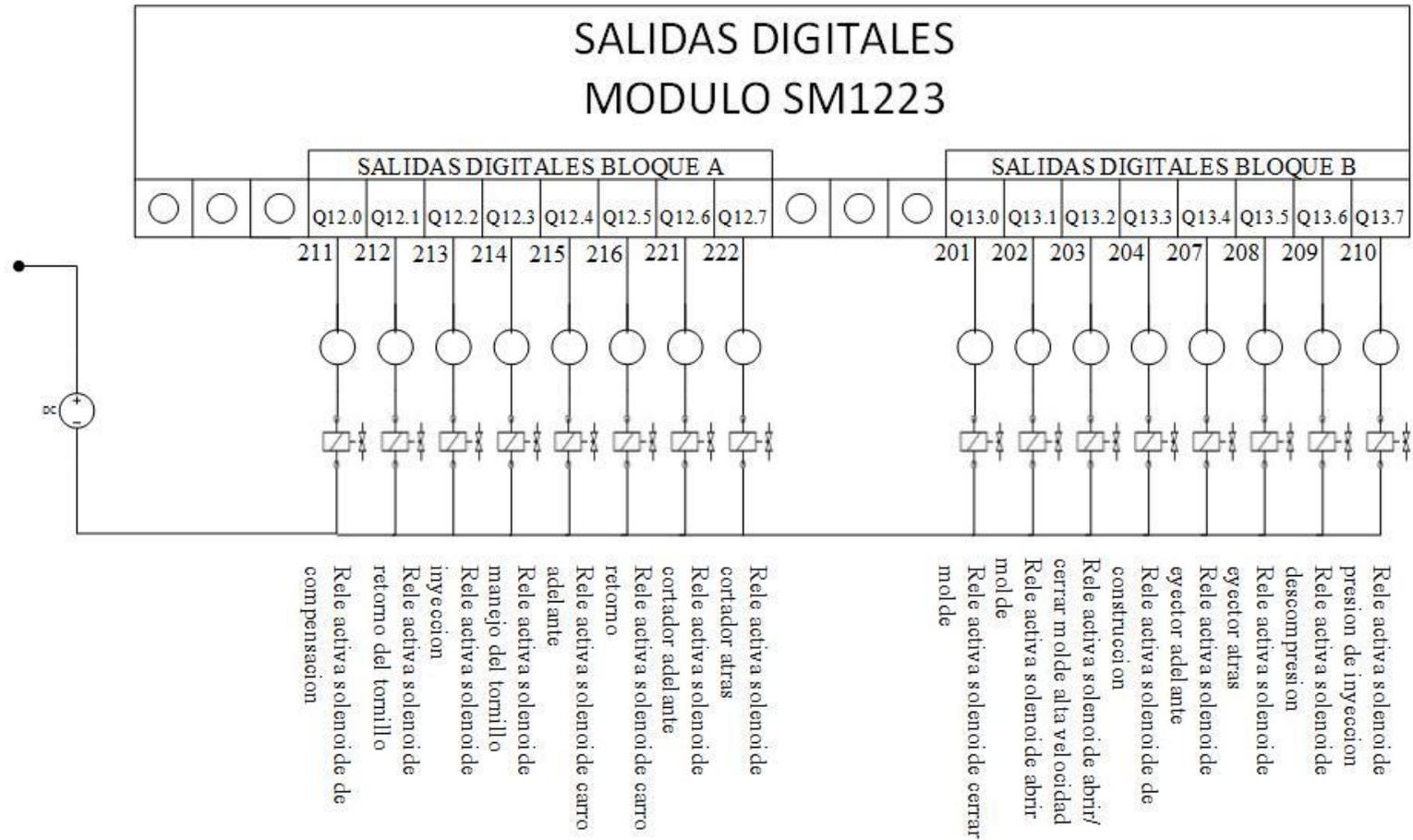
Final de carrera detiene  
 apertura del clamp  
 Final de carrera puerta  
 abierta

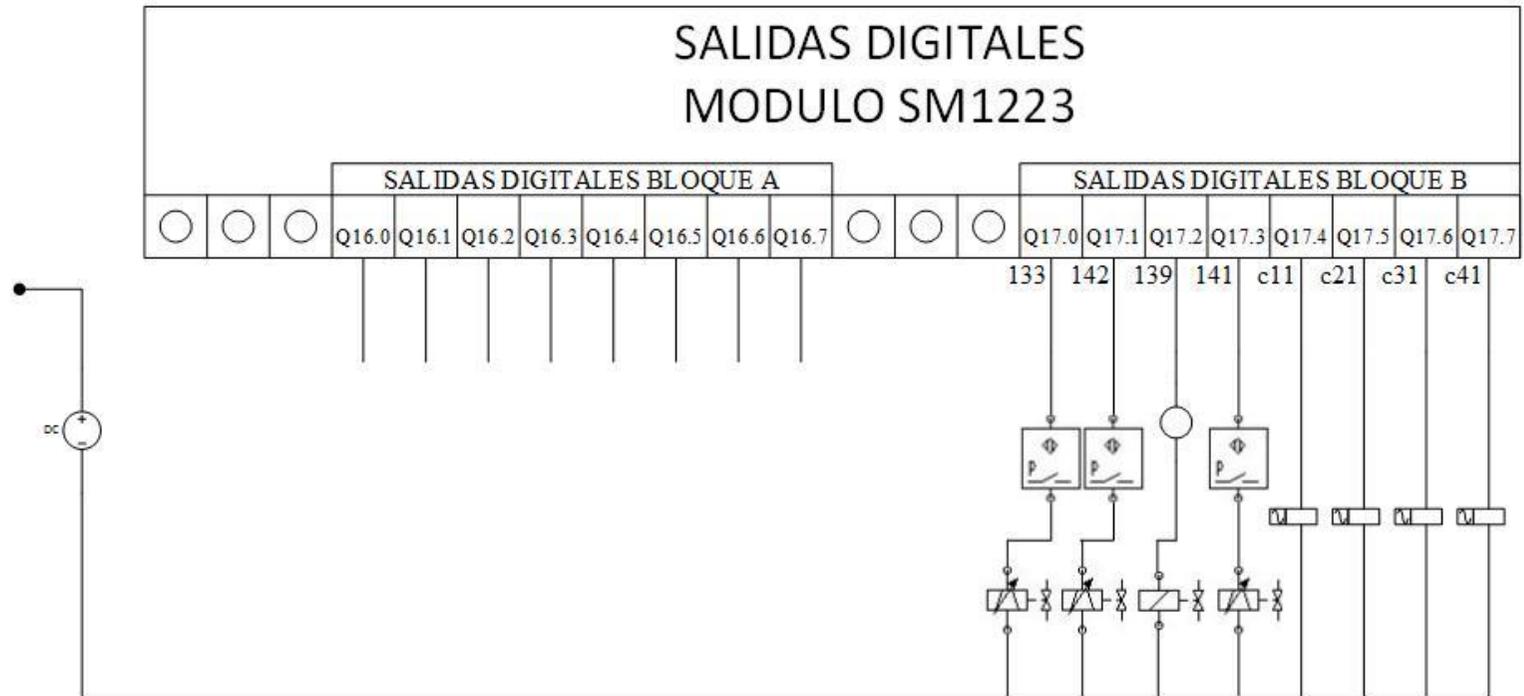


DESCRIPCION

DIAGRAMA DE SALIDAS DIGITALES DEL MODULO SM 1223

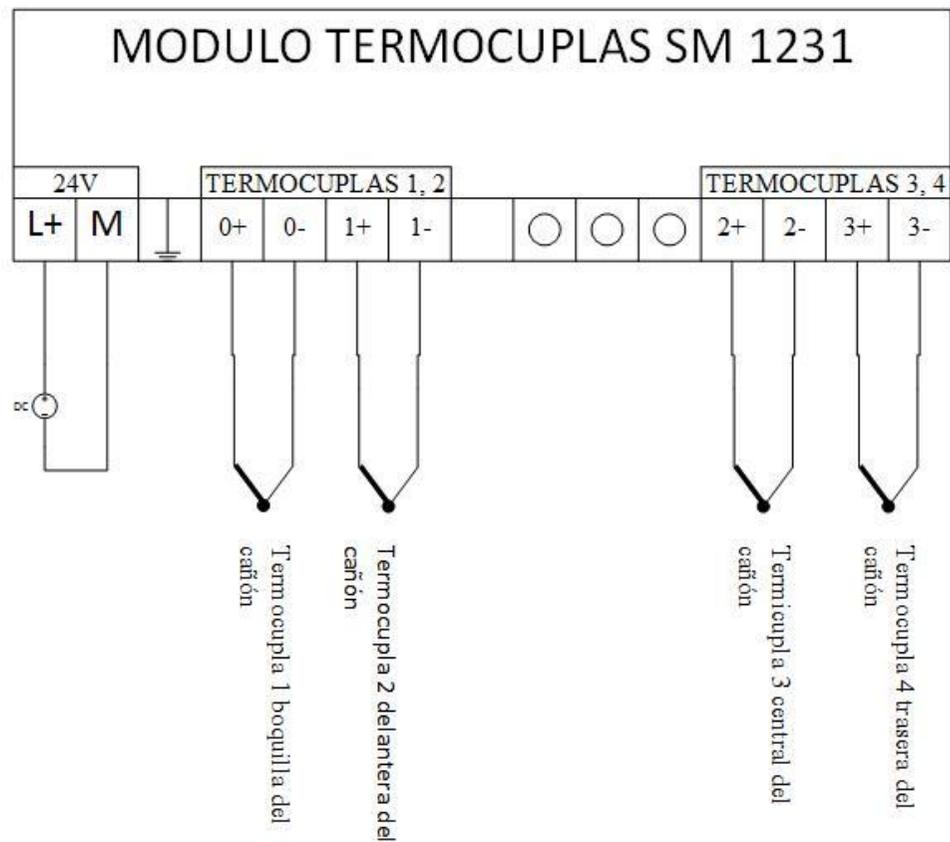






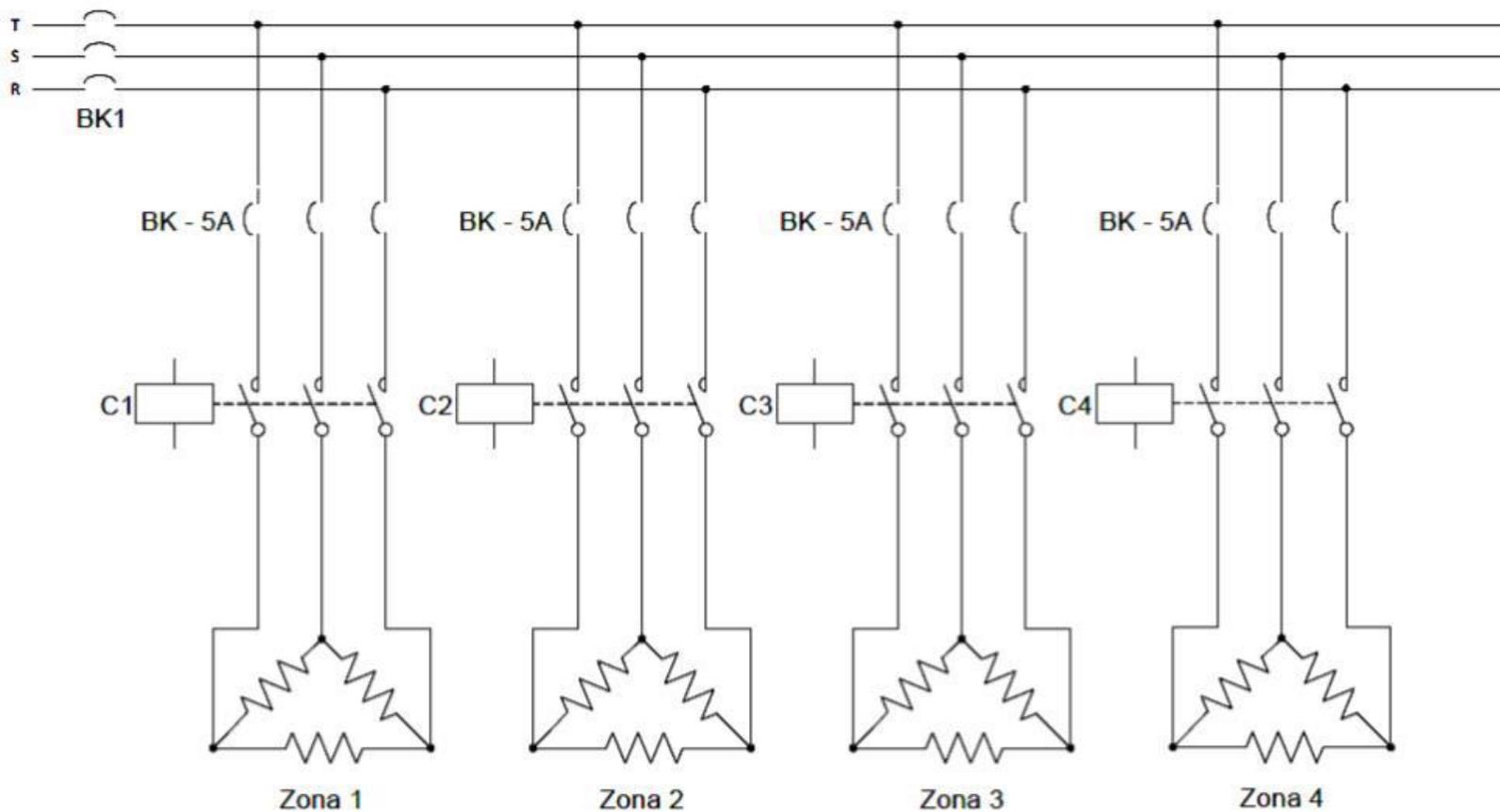
- Rele activa
- temnoocupa 4
- Rele activa
- temnoocupa 3
- Rele activa
- temnoocupa 2
- Rele activa
- temnoocupa 1
- Sensor de presión controla válvula proporcional
- Rele activa solenoide para reducir presión adelante
- Sensor de presión controla válvula proporcional
- Sensor de presión controla válvula proporcional

ESPOCH		DIAGRAMA DE SALIDAS DIGITALES DEL PLC		
FACULTAD INFORMATICA Y ELECTRONICA		DISEÑO	CODIGO	LAMINA N° 8 de 12
EIE-CRI	10/07/2014			



DESCRIPCION

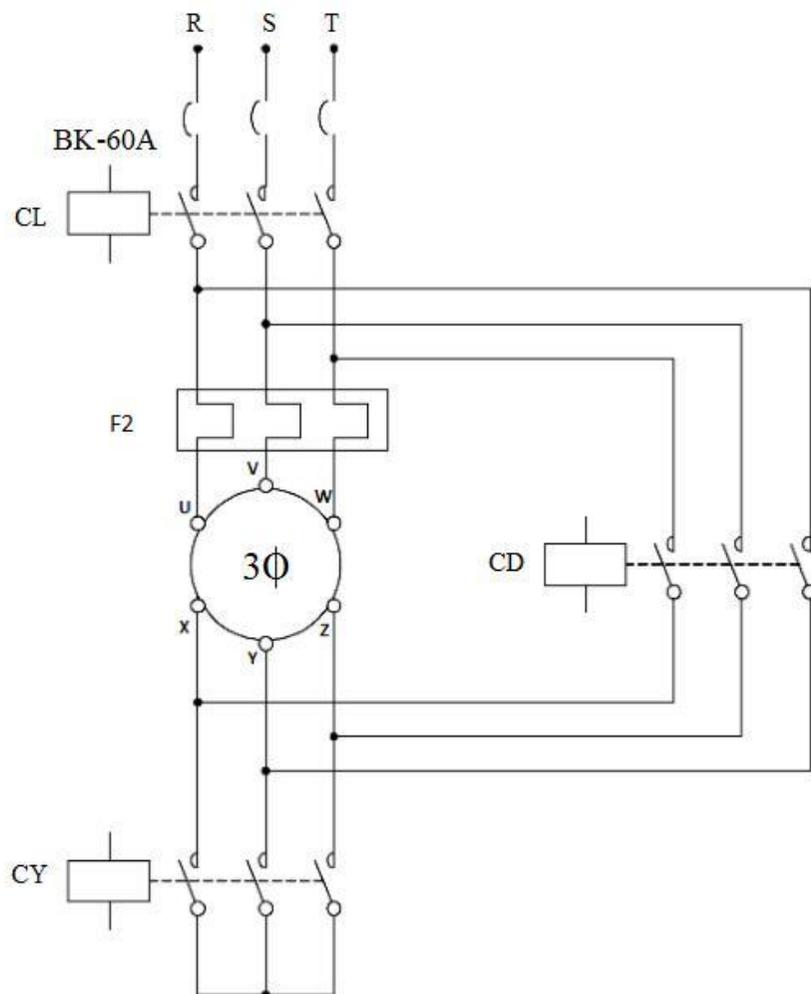
CIRCUITO DE FUERZA ZONA DE CALENTAMIENTO



ESPOCH		CIRCUITO DE FUERZA		
FACULTAD INFORMATICA Y ELCTRONICA		ZONAS DE CALENTAMIENTO		
EIE-CRI	01/09/2014	DISEÑO	CODIGO	LAMINA N° 11 de 12

DESCRIPCION

DIAGRAMA DE FUERZA PARA EL ARRANQUE DEL MOTOR TRIFASICO

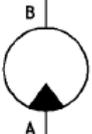
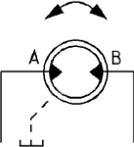
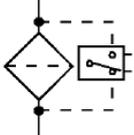
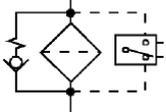
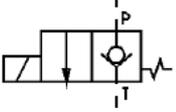
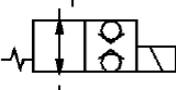


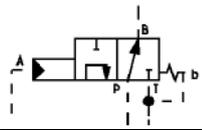
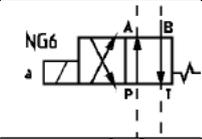
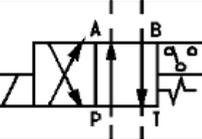
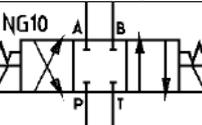
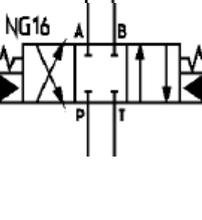
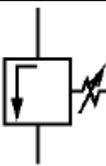
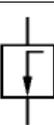
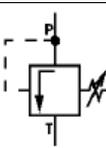
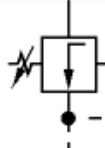
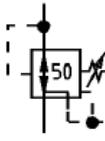
ESPOCH	
FACULTAD INFORMATICA Y ELECTRONICA	
EIE-CRI	01/09/2014

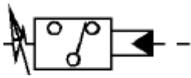
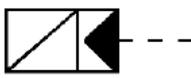
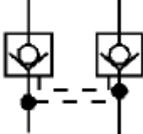
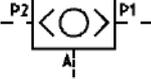
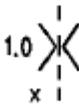
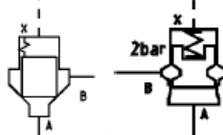
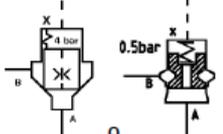
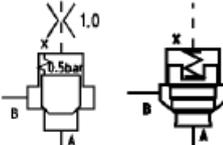
CIRCUITO DE FUERZA		
MOTOR TRIFASICO		
DISEÑO	CODIGO	LAMINA N° 12 de 12

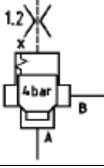
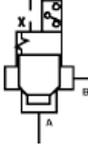
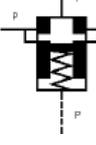
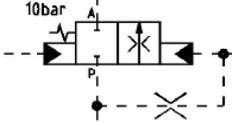
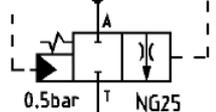
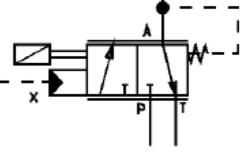
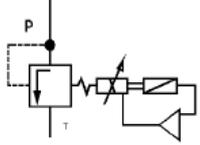
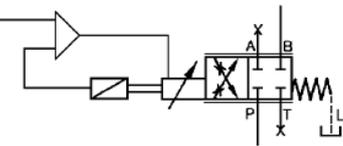
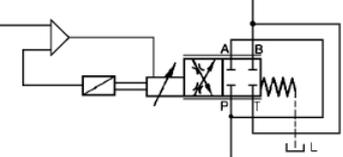
# **ANEXO 6**

## **SIMBOLOGÍA HIDRÁULICA**

SIMBOLOGÍA	DENOMINACIÓN	EXPLICACIÓN
<b>BOMBAS</b>		
	Con una dirección de corriente	Transformación de energía mecánica en hidráulica
	Con dos direcciones de corriente	Transformación de energía mecánica en hidráulica
<b>HIDROMOTORES</b>		
	Con una dirección de corriente	Transformación de energía hidráulica en mecánica
	Con dos direcciones de corriente	Transformación de energía hidráulica en mecánica
<b>FILTROS</b>		
	Filtro de aspiración/ de retorno	Con interruptor de presión
	Filtro de alta presión/ filtro fino	Con interruptor de presión diferencial y bypass
<b>INTERCAMBIADOR DE CALOR</b>		
	Refrigerador de aceite de retorno	
<b>Llave de cierre</b>		
	Llave de cierre con control eléctrico	Tubería de retorno al tanque
<b>VALVULAS DISTRIBUIDORAS</b>		
	Válvula distribuidora 2/2	Válvulas distribuidoras dirigen un flujo de aceite a un consumidor o tanque
	Válvula distribuidora 2/2	Accionada eléctricamente

	Válvula distribuidora 3/2	Accionada hidráulicamente
	Válvula distribuidora 4/2	P= bomba de presión T= tanque, retorno A y B= consumidores
	Válvula distribuidora 4/2	Con control eléctrico de la posición de conexión
	Válvula distribuidora 4/3 de mando directo	
	Válvula distribuidora 4/3 de mando previo	Las válvulas más grandes con accionadas hidráulicamente por una válvula piloto que, a su vez, es dirigida eléctricamente
<p>VALVULAS DE PRESION</p>		
	Válvula limitadora de la presión normalmente cerrada	Válvula que influyen sobre la presión. Representación mediante un cuadro con una flecha. Ajuste de regulación continua
	Válvula reductora de la presión normalmente abierta	
	Válvula limitadora de la presión de mando directo	La presión de entrada se mantiene constante mediante la apertura sin escalonamientos de la sección de paso.
	Válvula reductora de la presión de mando directo	La presión de salida se mantiene constante mediante el cierre sin escalonamiento de la sección de paso
	Válvula reductora de la presión con descarga (válvula reductora de la presión de 3 vías)	La presión de salida que sobrepasa el valor nominal se descarga a través de una tercera conexión

	<p>Interruptor de presión</p>	<p>Transformación de un umbral de presión ajustable en una señal eléctrica</p>
	<p>Traductor de presión</p>	<p>Transformación de una presión en una tensión analógica</p>
<p>VALVULAS DE BLOQUEO</p>		
	<p>Válvula de retención bajo presión de resorte</p>	<p>Válvulas que garantizan un flujo libre en un dirección</p>
	<p>Válvula de retención doble desbloqueo</p>	<p>Mediante una conexión de mando se puede desbloquear el lado contrario.</p>
	<p>Válvula de retención de estrangulación</p>	<p>El flujo en una dirección es libre, en otras es estrangulable</p>
	<p>Válvula de múltiples vías</p>	<p>Selector "O"</p>
	<p>Regulador de corriente</p>	<p>El volumen de corriente es independiente de la diferencia de presión</p>
	<p>Boquilla de mando</p>	<p>Estrangulación de la sección de paso</p>
<p>VALVULAR INSERTABLES</p>		
	<p>Válvula insertable de 2 vías 1:1 alimentación externa de aceite de mando</p>	<p>Relación de superficies A:Ax = 1:1</p>
	<p>Válvula insertable de 2 vías 1:1 alimentación interna de aceite de mando</p>	<p>Relación de superficies A:Ax = 1:1</p>
	<p>Válvula insertable de 2 vías 1:1,5</p>	<p>Relación de superficies A:Ax = 1:1,5</p>

	<p>Válvula insertable de 2 vías 1:1,5 Con muñón amortiguada</p>	<p>Relación de superficies <math>A:A_x = 1:1,5</math> Alimentación externa de aceite de mando</p>
	<p>Válvula insertable de 2 vías 1:1,5 Con muñón amortiguada y supervisión eléctrica</p>	<p>Relación de superficies <math>A:A_x = 1:1,5</math> Alimentación externa de aceite de mando</p>
	<p>Regulador de presión</p>	
	<p>Regulador de presión</p>	<p>Adaptación de la presión de la bomba a la presión del sistema</p>
	<p>Válvula insertable de 2/2 vías</p>	<p>Válvula bypass, mandada hidráulicamente, con mando de paso de A a T</p>
	<p>Válvula insertable de 3 vías</p>	<p>Nivel principal regulación VP. En posición de reposo paso de A hacia T, en posición de mando paso de P hacia A</p>
<p>VALVULAS PROPORCIONALES</p>		
	<p>Válvula de presión proporcional NG6 de mando directo</p>	<p>Control de presión de trabajo</p>
	<p>Válvula estranguladora proporcional NG10, de mando directo</p>	<p>Flujo simple</p>
	<p>Válvula estranguladora proporcional NG10, de mando directo</p>	<p>Flujo doble</p>

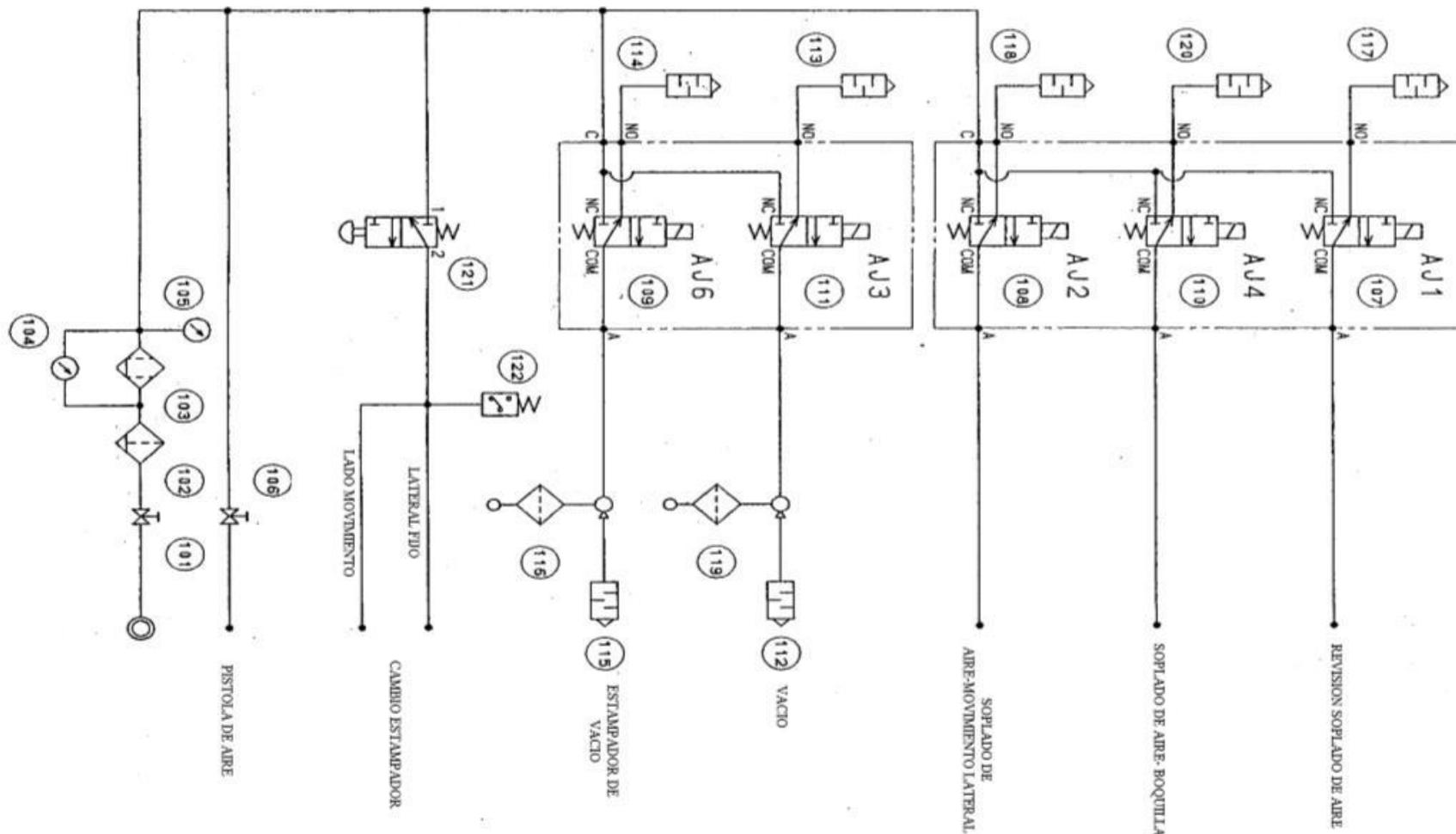
	<p>Válvula estranguladora proporcional NG25 – NG65, de mando previo</p>	<p>Representación simplificada en el plano hidráulico</p>
	<p>Válvula estranguladora proporcional NG25 – NG65, de mando hidráulico</p>	
	<p>Válvula distribuidora proporcional 4/3 de mando directo</p>	
	<p>Válvula distribuidora proporcional 4/3 de mando directo</p>	<p>Válvula piloto para H 10/11 movimientos del molde</p>
	<p>Válvula distribuidora proporcional 4/5 de mando directo</p>	<p>Válvula piloto para H 10/11 movimientos del molde</p>
	<p>Combinación de válvulas</p>	
	<p>Válvula distribuidora proporcional 4/4 de mando directo</p>	<p>Válvula para regular el nivel</p>
	<p>Combinación de válvulas</p>	<p>Representación nivel previo y principal de regulación</p>

# **ANEXO 7**

**PLANOS DE CONEXIÓN  
HIDRÁULICA, NEUMÁTICA Y DE  
AGUA**

DESCRIPCION

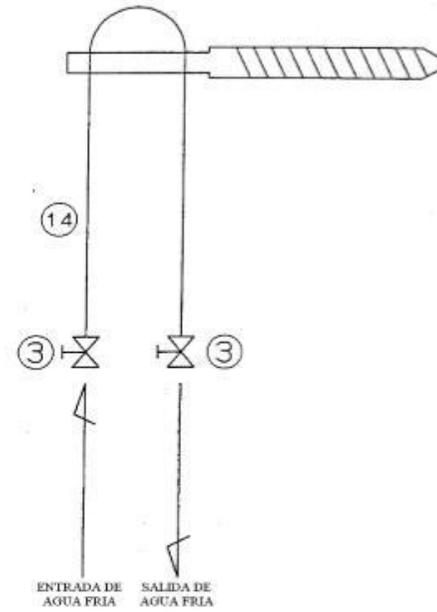
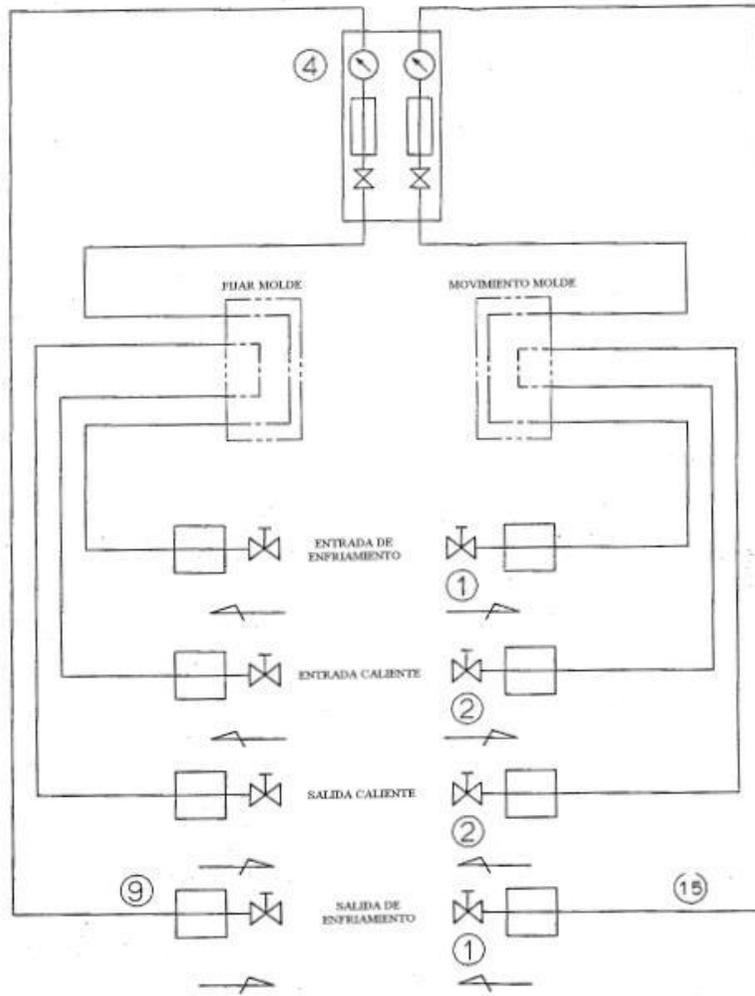
DIAGRAMA DEL CIRCUITO NEUMATICO DE LA MAQUINA INYECTORA



ESPOCH		CIRCUITO NEUMATICO		
FACULTAD INFORMATICA Y ELECTRONICA				
EIE-CRI	01/09/2014	DISEÑO	CODIGO	LAMINA N° 2 de 3

DESCRIPCION

DIAGRAMA DEL CIRCUITO DE AGUA DE LA MAQUINA INYECTORA



<b>ESPOCH</b>	
FACULTAD INFORMATICA Y ELECTRONICA	
EIE-CRI	01/09/2014

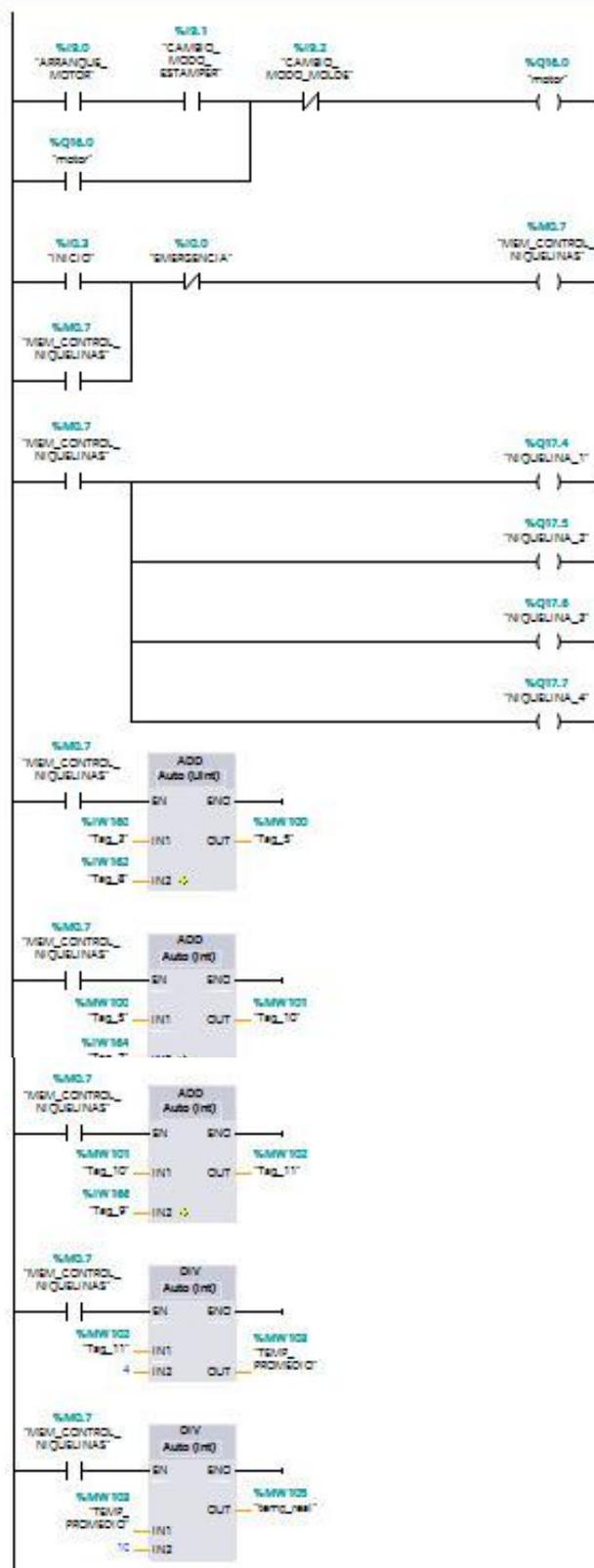
<b>CIRCUITO DE AGUA</b>		
DISEÑO	CODIGO	LAMINA N° 3 de 3

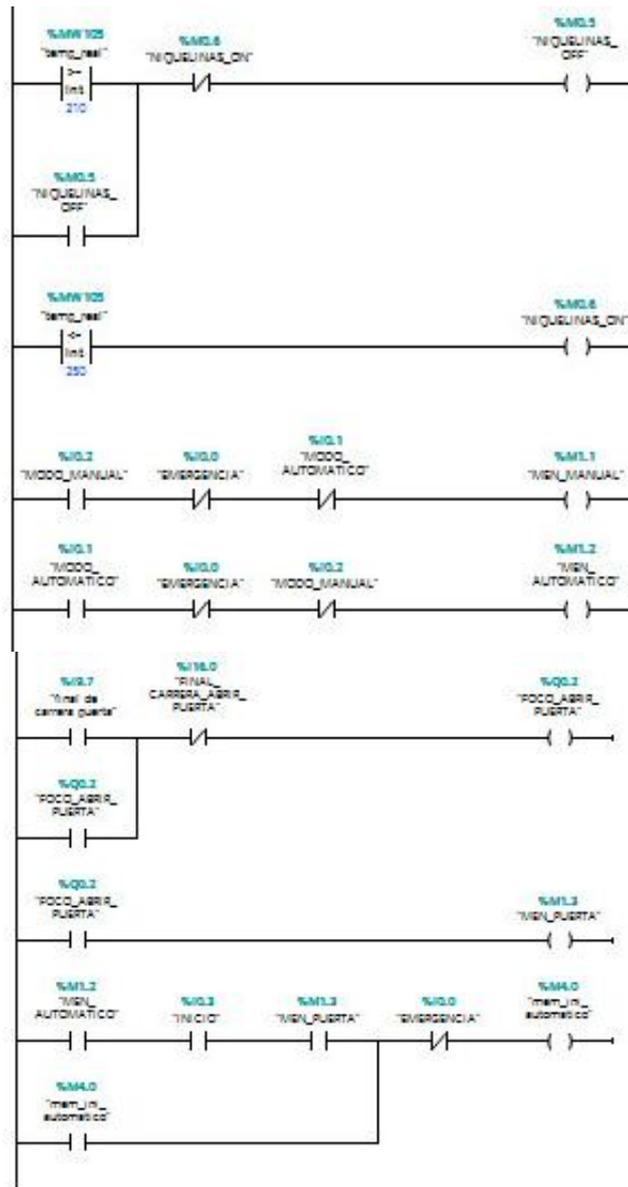
# **ANEXO 8**

**PROGRAMA DE CONTROL DEL PLC**

# Segmento 1: .....

## arranque de motor y control de niquelinas





## Segmento 2: .....

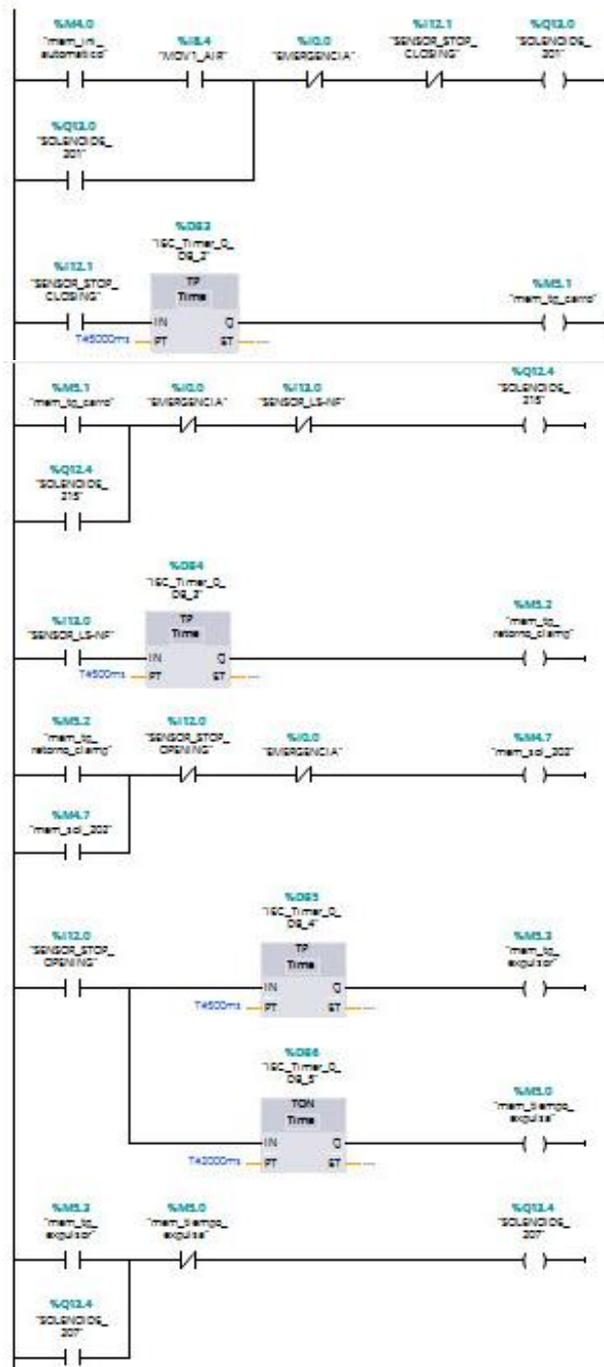
Comentario

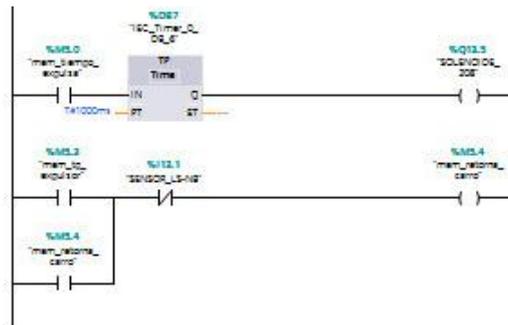




## Segmento 4: .....

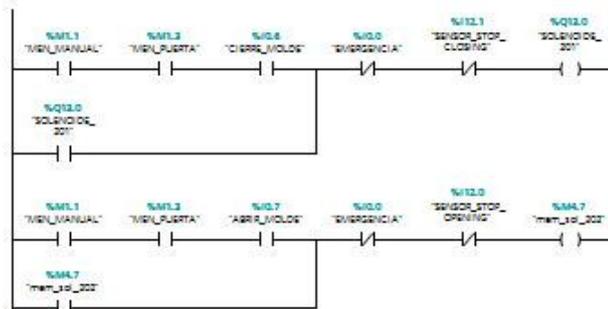
Comentario





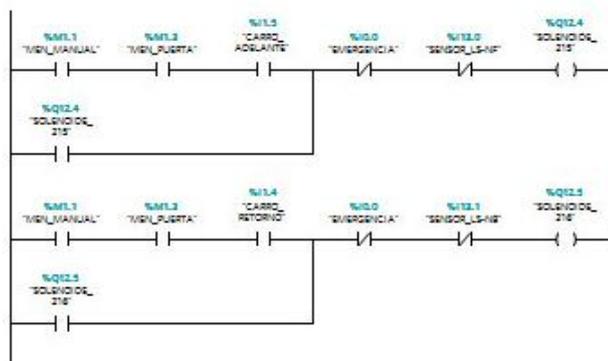
### Segmento 5: .....

Comentario



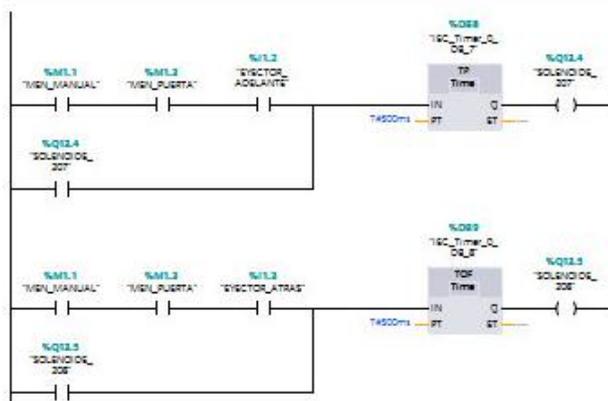
### Segmento 6: .....

Comentario



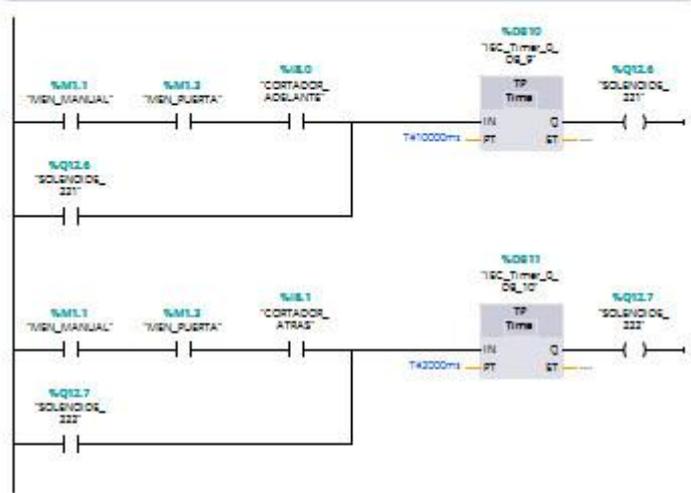
### Segmento 7: .....

Comentario



▼ Segmento 8: .....

Comentario



▼ Segmento 9: .....

Comentario

