

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA**



CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN DE UNA MÁQUINA SOPLADORA DE PLÁSTICO MEDIANTE UN PANEL DE VISUALIZACIÓN PARA LA EMPRESA NS INDUSTRIAS”

AMORES TUTASIG JOSÉ MIGUEL
RAMÍREZ RAMÍREZ EDGAR XAVIER

Tesis presentada como requisito previo a la obtención del grado de:

INGENIERO EN ELECTROMECAÁNICA

Año 2012

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

CERTIFICACIÓN

ING. WILSON SANCHEZ (DIRECTOR).

ING. WASHINGTON FREIRE (CODIRECTOR).

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN DE UNA MÁQUINA SOPLADORA DE PLÁSTICO MEDIANTE UN PANEL DE VISUALIZACIÓN PARA LA EMPRESA NS INDUSTRIAS” realizado por los señores AMORES TUTASIG JOSÉ MIGUEL RAMÍREZ RAMÍREZ EDGAR XAVIER ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, SI recomienda su publicación.

Ing. Wilson Sánchez
DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Washington Freire
CODIRECTOR DE PROYECTO

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **AMORES TUTASIG JOSÉ MIGUEL**
RAMÍREZ RAMÍREZ EDGAR XAVIER

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN DE UNA MÁQUINA SOPLADORA DE PLÁSTICO MEDIANTE UN PANEL DE VISUALIZACIÓN PARA LA EMPRESA NS INDUSTRIAS” ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, verdad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, 6 de marzo del 2012

RAMIREZ RAMIREZ EDGAR X.

CI: N° 1720830544

AMORES TUTASIG JOSE M.

CI: N° 0502666985

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotros, RAMIREZ RAMIREZ EDGAR XAVIER
 AMORES TUTASIG JOSE MIGUEL

AUTORIZAMOS

A la Escuela Politécnica del Ejército, la publicación en Biblioteca Virtual y/o revista de la institución nuestro trabajo “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN DE UNA MÁQUINA SOPLADORA DE PLÁSTICO MEDIANTE UN PANEL DE VISUALIZACIÓN PARA LA EMPRESA NS INDUSTRIAS”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, 6 de marzo del 2012

RAMIREZ RAMIREZ EDGAR X.

CI: N° 1720830544

AMORES TUTASIG JOSE M.

CI: N° 0502666985

DEDICATORIA

A mis padres por ser el apoyo económico incondicional durante toda mi vida estudiantil, a mis hermanas por ser mis mejores amigas y haber estado a mi lado en los malos y buenos momentos de mi vida, a mis hermanos que recién inician su formación estudiantil y tengan presente que nada es imposible con responsabilidad y dedicación; y a todos los integrantes de mi familia que brindaron su apoyo cuando las fuerzas flaqueaban.

Xavier Ramírez

*A mi madre por su amor incondicional y por ser el mayor impulso en mi vida.
A mi hermana y mi sobrina por su cariño y por compartir conmigo tantas experiencias en mi vida.*

José Amores

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica del Ejército sede Latacunga y de una manera muy especial a todos los maestros de la facultad de Electromecánica que gracias a sus conocimientos impartidos me permiten cumplir con éxito una de las primeras metas que me he trazado.

Xavier Ramírez

Mis más profundo agradecimiento a mi Madre por haber depositado su confianza en mí y darme la oportunidad de formarme en la Escuela Politécnica del Ejército. Así como también a mis familiares y amigos que con sus acertados consejos supieron brindarme su ayuda cuando lo necesite.

José Amores

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1	INTRODUCCIÓN.....	- 1 -
1.2	DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA SOPLADORA DE PLÁSTICO.	- 2 -
1.2.1	GENERALIDADES.....	- 2 -
a.	INDUSTRIA DE MOLDES	- 2 -
b.	CONCEPTO GENERAL DE UN MOLDE PARA ENVASES PLÁSTICOS	- 3 -
c.	MOLDEO POR SOPLADO	- 4 -
1.2.2	MAQUINARIA PARA EXTRUSIÓN-SOPLADO	- 6 -
a.	Tipos de maquinaria	- 6 -
b.	El párison	- 7 -
c.	El extrusor.....	- 8 -
d.	El impulsor.....	- 9 -
e.	El cañón	- 9 -
f.	El tornillo.....	- 10 -
g.	El cabezal extrusor	- 10 -
h.	Controlador de párison	- 12 -
i.	La cuchilla	- 13 -
j.	El carro	- 13 -
k.	El molde.....	- 15 -
l.	Soplado.....	- 16 -
m.	Sujetadores.....	- 17 -
n.	Desbarbado	- 18 -
1.3	PLC	- 20 -
1.3.1	DEFINICIÓN DEL PLC	- 20 -
1.3.2	FUNCIONES BASICAS DE UN PLC	- 21 -
a)	Detección	- 21 -
b)	Mando.....	- 21 -

c) Programación	- 22 -
1.3.3 MÓDULOS	- 22 -
a) Módulo de entrada.....	- 22 -
b) Módulo de salida.....	- 22 -
1.3.4 COMUNICACIÓN AUTOMATA – PC.....	- 23 -
1.4 PANELES DE VISUALIZACIÓN	- 24 -
1.5 INTERACCIÓN HOMBRE-MÁQUINA (HMI).....	- 26 -
1.5.1 DEFINICIÓN DE HMI	- 26 -
1.5.2 FUNCIONES DE UN HMI	- 26 -
a. Monitoreo.....	- 26 -
b. Supervisión	- 26 -
c. Alarmas.....	- 26 -
d. Control.....	- 26 -
1.5.3 SUPERVISIÓN.....	- 27 -
1.6 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE DE MONITOREO Y CONTROL.....	- 28 -
1.6.1 Elementos de WinCC flexible.....	- 29 -
a) Menú y barras de herramientas	- 30 -
b) Área de trabajo	- 31 -
c) Ventana de proyecto.....	- 32 -
d) Ventana de propiedades.....	- 32 -
e) Ventana de resultados.....	- 33 -
1.6.2 Comunicación entre autómatas y panel operador	- 33 -

CAPÍTULO 2

DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS

2.1 INTRODUCCIÓN.....	- 35 -
2.2 CIRCUITO DE FUERZA	- 35 -
2.2.1 DIMENSIONAMIENTO DE PROTECCIONES.....	- 36 -
a. Dimensionamiento del guardamotor	- 36 -

b.	Dimensionamiento del contactor.....	- 38 -
c.	Dimensionamiento de los Relés de estado sólido	- 39 -
d.	Protección de SSR's	- 41 -
e.	Dimensionamiento de los conductores	- 42 -
e1.	Conductor para el circuito de fuerza.....	- 43 -
2.2.2	SELECCIÓN DE LAS VÁLVULAS A UTILIZAR	- 43 -
a.	Electroválvulas	- 43 -
2.2.3	DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL	- 46 -
2.3	SELECCIÓN DE TRANSDUCTORES	- 49 -
2.3.1	Sensor de Temperatura	- 49 -
2.3.2	Sensor magnético	- 52 -
2.3.3	Sensor inductivo	- 53 -
2.4	SELECCIÓN DEL HARDWARE DEL PLC	- 53 -
2.4.1	CPU DEL PLC	- 53 -
2.5	SELECCIÓN DE LOS MÓDULOS DE AMPLIACIÓN	- 57 -
2.5.1	Módulo EM231 - 7PD22 – OXAO	- 57 -
2.5.2	Módulo 221-1BF21-0XA0	- 57 -
2.5.3	Módulo 222-1HF21-0XA0	- 57 -
2.6	PANEL DE VISUALIZACIÓN	- 58 -
2.6.1	HARDWARE.....	- 58 -
2.7	HMI	- 59 -
2.8	DISEÑO DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL	- 60 -
2.8.1	Pantalla principal de supervisión.....	- 60 -
2.8.2	Ventana de envases.....	- 61 -
2.8.3	Pantalla de históricos	- 61 -
2.8.4	Temperaturas.....	- 62 -
2.8.5	Alarmas.....	- 62 -
2.8.6	Ventana de funciones.....	- 63 -
2.8.7	Ventana de tiempos	- 64 -
2.8.8	Ventana de registros	- 64 -
2.8.9	Ventana de estado de máquina.....	- 65 -

2.8.10	Ventana de configuraciones.....	- 66 -
2.9	DISEÑO DEL TABLERO DE MANDO	- 67 -
2.10	DISEÑO DEL PROGRAMA DEL PLC	- 68 -
2.10.1	PROGRAMA PRINCIPAL.....	- 68 -
a.	Adquisición y procesamiento de datos	- 68 -
b.	Manejo de alarmas.....	- 69 -
c.	Programa principal	- 69 -
2.10.2	PROGRAMACION DEL PLC	- 72 -
a.	Designación de elementos empleados en la programación	- 72 -
b.	PROGRAMACION DEL PLC EN EL PROGRAMA STEP 7.....	- 72 -
2.10.3	SIMULACIÓN DEL PROGRAMA.....	- 81 -

CAPÍTULO 3

CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN

3.1	ADQUISICIÓN DE LOS EQUIPOS.....	- 85 -
3.2	CONSTRUCCIÓN DEL CABLE PARA LA COMUNICACIÓN DE LA PANTALLA TP 177 MICRO CON EL PLC S7-200 CPU 226.....	- 85 -
3.3	CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO DE CONTROL.....	- 87 -
3.4	MONTAJE E INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS	- 88 -
3.4.1	MONTAJE DEL TABLERO DE MANDO	- 90 -
3.4.2	MONTAJE DE LOS EQUIPOS DE FUERZA	- 92 -
3.4.3	MONTAJE DE LOS EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PLANTA.....	- 94 -
3.4.4	UBICACIÓN DE LOS ELEMENTOS EN EL PANEL FRONTAL DEL TABLERO.....	- 96 -
3.4.5	CABLEADO DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CONTROL Y POTENCIA.....	- 98 -
3.4.6	CALIBRACIÓN DEL MÓDULO DE TERMOCUPLAS	- 99 -

CAPÍTULO 4

PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL PLC	- 100 -
4.2	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL PANEL OPERADOR TP177 MICRO.....	- 101 -
4.3	PRUEBAS DE COMUNICACIÓN ENTRE PLC Y PANEL OPERADOR	- 102 -
4.4	PRUEBAS DE ADQUISICION DE VALORES DE TEMPERATURA.....	- 102 -
4.5	PRUEBAS DE SENSORES	- 103 -
4.5.1	SENSORES INDUCTIVOS	- 103 -
4.5.2	SENSORES MAGNÈTICOS	- 103 -
4.6	PRUEBAS DE ELECTROVÁLVULAS.....	- 103 -
4.6.1	Hidráulicas	- 103 -
4.6.2	Neumáticas.....	- 104 -
4.7	PRUEBAS DEL MANEJO DEL PROCESO	- 104 -
4.8	AJUSTE Y CALIBRACIÓN.....	- 107 -
4.9	ANÁLISIS TÉCNICO – ECONÓMICO.....	- 108 -

CAPÍTULO 5

	CONCLUSIONES	- 112 -
	RECOMENDACIONES	- 113 -
	BIBLIOGRAFIA	- 115 -

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1.1. Proceso de Soplado	- 5 -
Figura 1.2. Vista de las partes principales de una máquina de extrusión soplado marca MAGIC.	- 7 -
Figura 1.3. Representación del párison	- 7 -
Figura 1.4. Representación del extrusor	- 8 -
Figura 1.5. Impulsor con motor hidráulico.	- 9 -
Figura 1.6. Tornillo extrusor	- 10 -
Figura 1.7. Extrusión de la preforma	- 11 -
Figura 1.8. Tipos de herramental del cabezal de extrusión	- 12 -
Figura 1.9. Controlador de párison, cuchilla, resistencia del cabezal.	- 12 -
Figura 1.10. Extrusión de la preforma	- 14 -
Figura 1.11. Introducción de la preforma en el molde	- 15 -
Figura 1.12. Molde para el soplado de termoplásticos	- 16 -
Figura 1.13. Extrusión y soplado del termoplástico	- 16 -
Figura 1.14. Molde de soplado y producción del cuello de las botellas mediante compresión del material por el perno de soplado.	- 17 -
Figura 1.15. Sujetadores.....	- 18 -
Figura 1.16. Desbarbado del cuello	- 19 -
Figura 1.17. Material a ser desbarbado del fondo del envase	- 20 -
Figura 1.18 PLC (Programmable Logic Controller).....	- 20 -
Figura 1.19. Diagrama de bloques de operación de un PLC.....	- 21 -
Figura 1.20. Cable Muti-MasterUSB / PPI	- 24 -
Figura 1.21. Panel de visualización Siemens TP177 micro	- 25 -
Figura 1.22. Proceso de monitorización y supervisión	- 28 -
Figura 1.23. Ediciones de WinCC flexible	- 29 -
Figura 1.24. Elementos de WinCC	- 29 -
Figura 1.25. Menú de WinCC flexible.....	- 30 -
Figura 1.26. Área de trabajo	- 31 -

Figura 1.27. Ventana de proyecto.....	- 32 -
Figura 1.28. Ventana de propiedades.....	- 33 -
Figura 1.29. Ventana de resultados.....	- 33 -
Figura 1.30. Configuración para programación y comunicación entre pantalla TP177 Micro y PLC S7-200.....	- 33 -
Figura 1.31. Configuración de los parámetros de comunicación	- 34 -
Figura 2.1. Control de temperatura con SSR.....	- 42 -
Figura 2.2. Apariencia física de una electroválvula neumática	- 44 -
Figura 2.3. Gobierno de triacs mediante optoacopladores	- 47 -
Figura 2.4. Apariencia física de una termocupla	- 51 -
Figura 2.5: a) Con imán dentro del campo de acción b) Con imán fuera del campo de acción.....	- 52 -
Figura 2.6. Apariencia física de un sensor inductivo.....	- 53 -
Figura 2.7. Pantalla principal de supervisión	- 60 -
Figura 2.8. Listado de envases	- 61 -
Figura 2.9. Pantalla de históricos.....	- 62 -
Figura 2.10. Pantalla de control de temperaturas	- 62 -
Figura 2.11. Pantalla de alarmas.....	- 63 -
Figura 2.12. Pantalla de parámetros del proceso	- 63 -
Figura 2.13. Pantalla de tiempos	- 64 -
Figura 2.14. Pantalla de registros	- 65 -
Figura 2.15. Pantalla de estado de máquina	- 66 -
Figura 2.16. Pantalla configuración.....	- 67 -
Figura 2.17. Datos de temperaturas.....	- 68 -
Figura 2.18. Selección modo manual o automático	- 69 -
Figura 2.19. Etapas del proceso	- 70 -
Figura 2.20. Diagrama de flujo general	- 71 -
Figura 2.21. Opción Exportar en el Software STEP 7.....	- 81 -
Figura 2.22. Exportar archivo .awl.....	- 82 -
Figura 2.23. Abrir archivo en el programa S7_200	- 82 -
Figura 2.24. Activación de los módulos analógicos de entrada y de salida.....	- 83 -

Figura 2.25. Simulación en PC_SIMU	83 -
Figura 3.1. Cable de comunicación PPI.....	86 -
Figura 3.2. Diseño del circuito en CircuitMaker	87 -
Figura 3.3. Apariencia física del circuito construido.....	88 -
Figura 3.4. (a). Proceso de construcción del tablero de control y potencia	88 -
Figura 3.4.(b). Carcasa antes de colocar sobre la máquina Magic.	89 -
Figura 3.4. (c). Carcasa colocada sobre la máquina Magic.....	89 -
Figura 3.5. Diseño del tablero de mando	90 -
Figura 3.6. Distribución de elementos del tablero de control	91 -
Figura 3.7. Distribución de elementos de potencia.....	93 -
Figura 3.8. Distribución de las termocuplas.....	94 -
Figura 3.9. Electroválvula hidráulica.....	95 -
Figura 3.10. Implementación del sistema neumático	95 -
Figura 3.11. Ubicación del sensor de seguridad.....	96 -
Figura 3.12. Tablero de mando vista frontal	97 -
Figura 3.13. Bornera de termocuplas.....	98 -
Figura 3.14. Bornera de salidas a electroválvulas	98 -
Figura 3.15. Modulo de entradas de termocuplas.....	99 -
Figura 4.1. Lectura de la versión de un PLC S7 200.....	100 -
Figura 4.2. Actualización de SOS de TP177 micro	101 -
Figura 4.3. Manejo de variables en WinnCC flexible	102 -
Figura 4.4. Configuración de velocidad de transferencia de datos.....	102 -
Figura 4.5. Tablero principal encendido	104 -
Figura 4.6. Envase de 100 cc.....	106 -
Figura 4.7. Ventana de selección de material.....	107 -

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 1

Tabla 1.1: Módulos de ampliación S7 200.....	- 23 -
Tabla 1.2. Elementos de WinCC flexible.....	- 30 -
Tabla 2.1: Datos de las bombas hidráulicas	- 36 -
Tabla 2.2 Selección del guardamotor.....	- 37 -
Tabla 2.3 Selección del contactor.....	- 38 -
Tabla 2.4: Comparación SSR y relé electromagnético.	- 39 -
Tabla 2.5: Selección de SSR	- 40 -
Tabla 2.6: Protección de los SSR's.....	- 42 -
Tabla 2.7 Selección de electroválvulas	- 44 -
Tabla 2.8: Selección de electroválvulas	- 45 -
Tabla 2.9 Selección de elemento principal del circuito de control.	- 46 -
Tabla 2.10. Selección del sensor de temperatura.....	- 50 -
Tabla 2.11. Tipos de termocuplas.....	- 51 -
Tabla 2.12. Entradas digitales	- 54 -
Tabla 2.13. Salidas digitales.....	- 55 -
Tabla 2.14. Selección del PLC	- 56 -
Tabla 2.15. Módulos de ampliación.....	- 57 -
Tabla 2.16. Selección del panel de visualización.	- 58 -
Tabla 3.1. Conexión de pines para la comunicación pantalla-plc	- 86 -
Tabla 3.2. Configuración de módulo EM231 para termocupla tipo K	- 99 -
Tabla 4.1.Tiempos referenciales del primer envase soplado	- 106 -
Tabla 4.2. Temperaturas referenciales	- 107 -
Tabla 4.3: Lista de materiales utilizados.....	- 108 -
Tabla 4.4: Costos de elaboración de envases	- 109 -
Tabla 4.5: Lista de materiales utilizados.....	- 110 -
Tabla 4.6: Elaboración de flujo de costos	- 110 -

RESUMEN

Este proyecto trata acerca de la automatización de una máquina sopladora de plástico y la implementación de un HMI local para la empresa NS Industrias. El presente proyecto surge por la necesidad de optimizar su funcionamiento con la finalidad de incrementar su productividad y brindar seguridad al personal.

El operario de la máquina sopladora de plástico antes tenía que regular manualmente los temporizadores para el proceso del soplado, esto no garantizaba la exactitud de los tiempos requeridos, además el control de temperatura y el tablero de potencia se encontraban casi obsoletos; por lo tanto se realizó lo siguiente:

- Se diseñó e implementó un sistema de supervisión mediante la utilización de un panel táctil de visualización industrial con la finalidad de centralizar el proceso, brindando fiabilidad a su operación y mantenimiento.
- Se centralizó la etapa de potencia y control industrial en un tablero completamente funcional, cumpliendo con estándares internacionales.

El sistema de extrusión y soplado están controlados en conjunto por un PLC que luego de ser programado acciona a electroválvulas neumáticas e hidráulicas, motores, también a relés de estado sólido que controlan la temperatura del material que es utilizado para la elaboración de los envases.

Se implementó un sistema automático que corta el material sobrante de cada envase, eliminando así la manipulación del producto terminado y disminuyendo el grado de contaminación de los envases.

SUMMARY

This project deals with the automation of a plastic blower machine and implementation of a local HMI for "NS Industrias". This project arises from the need to optimize their performance in order to increase productivity and provide safety to personnel.

The operator of the plastic blowing machine previously had to manually adjust the timers for the process of blowing, this did not guarantee the accuracy of the time required, in addition to temperature control and power panel were almost obsolete, so is performed as follows:

- Designed and implemented a monitoring system using a touch panel display industry in order to centralize the process, providing reliability operation and maintenance.
- The centralized power stage and industrial control in a fully functional board, complying with international standards.

The extrusion blow system are controlled jointly by a PLC that after being scheduled to solenoid actuated pneumatic and hydraulic motors, also in solid state relays that control the temperature of the material being used for the preparation of packaging.

We implemented an automated system that cuts excess material from each container, eliminating the handling of the finished product and decreasing the degree of contamination of the containers.

CAPITULO I

CONTENIDO

1.1 INTRODUCCIÓN

Actualmente, las empresas para poder desarrollarse de forma productiva, deben tomar en cuenta la situación económica y política del país, el aumento y crecimiento de la competencia; debiendo luchar fuertemente para lograr mantenerse en el mercado, pues, adicionalmente, las necesidades del cliente cada vez son más exigentes. Esto provoca un mayor nivel de competitividad y complejidad en la forma de trabajo; y la industria del plástico no ha sido la excepción en enfrentar este fenómeno.

Esto conlleva a que toda empresa busque las mejores herramientas para lograr que su operación sea más productiva y eficiente, teniendo como principal objetivo la satisfacción del cliente.

Para lograr esta satisfacción es necesario ofrecer un producto que sea oportuno, es decir que el cliente lo tenga en el momento que lo necesita y que llene sus expectativas, tanto de calidad visual como de calidad funcional.

Debido a los adelantos tecnológicos en la industria del plástico y los equipos para su procesamiento, era importante elegir una máquina para extrusión-soplado que estuviera a la vanguardia de la tecnología, como también que fuera fácil de operar, tanto mecánicamente como eléctrica y electrónicamente.

En la actualidad la industria de la inyección, extrusión y soplado de plásticos ha avanzado a pasos agigantados junto con el desarrollo de la tecnología, es por esto que los dueños de empresas deben actualizar constantemente sus máquinas de producción para competir en un mercado cada vez más estricto en cuanto a

calidad y economía. Es por esta razón que se ha implementado un nuevo sistema de control para una máquina de extrusión y soplado de plásticos hidráulica.

Antiguamente se usaban grandes tarjetas para el control de las sopladoras de plástico, lo cual dificultaba la reparación de las mismas cuando sufrían algún desperfecto. Con la utilización de un PLC se ha conseguido detectar rápidamente cualquier falla que se pudiere dar en el sistema; además, se ha logrado disminuir el tamaño físico del sistema de control.

El desarrollo del presente proyecto pretende incentivar a directivos de empresas nacionales a mejorar o cambiar su tecnología para que nuestro país sea cada más competitivo ante un mundo totalmente industrializado.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA SOPLADORA DE PLÁSTICO.

1.2.1 GENERALIDADES

a. INDUSTRIA DE MOLDES

El término moldear sitúa sus raíces en la palabra modelaje. Refiriéndose al hecho de crear en base a un patrón. Enfocando esta palabra hacia el área industrial, específicamente de polímeros plásticos, se determina como: la acción de crear una pieza en material plástico, proveniente de un molde.

Resinas plásticas¹

Existen muchos tipos de polímeros o de resinas plásticas con diferentes usos en la industria de extrusión-soplado, siendo los más conocidos los termoplásticos y los termoestables. Los termoplásticos pueden dividirse en lineales y ramificados.

Los termoplásticos lineales son aquellos con moléculas cuyas uniones son muy cerradas, a diferencia de los ramificados cuyas moléculas no lo son. Las resinas

¹Folleto proceso de selección, aceptación y calificación de una máquina de extrusión-soplado de plástico para una industria manufacturera de botellas

utilizadas en la industria de extrusión-soplado de plástico poseen características especiales que le darán sus propiedades al producto final y además el equipo deberá cumplir con ciertos parámetros, a manera de obtener un rendimiento óptimo entre el material, la maquinaria y la energía utilizados para transformar un grano o *pellet* de resina de plástico en un elemento útil. Las resinas más común y utilizadas en la industria de botellas es el polietileno, las características más importantes son:

- Índice de fluidez
- Densidad
- Peso molecular
- Temperatura de fusión

Para mejorar o acentuar algunas características necesarias para el desempeño en el producto final o en el proceso de fabricación de la botella, existen muchos tipos de aditivos como:

- Estabilizadores de calor
- Antioxidantes
- Estabilizadores UV
- Colorantes, lubricantes, antiestáticas, retardadores de flama, etc.

b. CONCEPTO GENERAL DE UN MOLDE PARA ENVASES PLÁSTICOS

El molde es una pieza o conjunto de piezas acopladas, en la que se hace en hueco la figura que en sólido quiere darse a la materia fundida o blanda, que en él se vacía, en este caso plástico.

El molde de soplado es la herramienta en donde sucede el aprisionamiento del parison (tubo hueco formado con el plástico fundido), para que luego con el

soplado, éste se expanda hacia la cavidad y forme el envase con la figura tallada en el molde.

Materiales utilizados

Los materiales de construcción para moldes de soplado pueden ser diversos y por consiguiente cada uno con sus respectivas características:

- Acero, utilizado para moldes de gran productividad y grandes esfuerzos mecánicos, como elementos de sujeción, guía, ajuste y corte.
- Duraluminio, material de baja densidad, alta conductividad térmica, resistencia química y a la intemperie, pero de baja resistencia mecánica a severos esfuerzos de compresión. Se utiliza para hacer el cuerpo de cavidades del molde.
- Aleaciones Berilio/Cobre/Cobalto, cuenta con una gran resistencia a la corrosión y pueden ser cromados o niquelados. Se utilizan para los insertos del cuello y base de los contenedores
- Bronce, tiene buena conductividad térmica. Es utilizado para hacer el cuerpo del molde, sin embargo su uso se restringe por tener valores muy pequeños de esfuerzo a la compresión.
- Latón, moldes utilizados para carreras cortas, es un material con buena conductividad térmica y resistencia, se puede soldar y maquinar.
- Aleaciones con alto grado de zinc, recomendado para moldes de partes muy grandes por su buena conductividad térmica. Tienen la desventaja de ser susceptibles a la corrosión, pese a que el zinc forma una fuerte capa protectora que la evita.

c. MOLDEO POR SOPLADO

El proceso de moldeo por soplado, consiste en obtener una pieza tubular de Polietileno plastificado que se produce en la extrusora después de pasar por el dado.

La pieza tubular recibe el nombre de párison, que es atrapada entre las secciones huecas que componen el molde y que al inyectarle aire a presión se obliga al material plastificado a tomar la forma del molde.

La temperatura de plastificación, es con la que sale el material del dado y de ésta depende el tiempo necesario para enfriar la pieza antes de salir del molde.

De la presión de soplado depende el llenado correcto de las cavidades del molde. La presión se ajusta según el tamaño de la pieza y del diseño del molde. En el diseño de botellas y recipientes, se recomienda evitar los ángulos agudos y las esquinas, para proporcionar mayor resistencia en las áreas críticas.

Hay que prevenir que los sistemas de manejo o llenado de botellas, sometan al cuello a cargas o esfuerzos. Para tener una mejor idea del proceso se muestran las etapas principales del proceso de soplado en la siguiente figura:

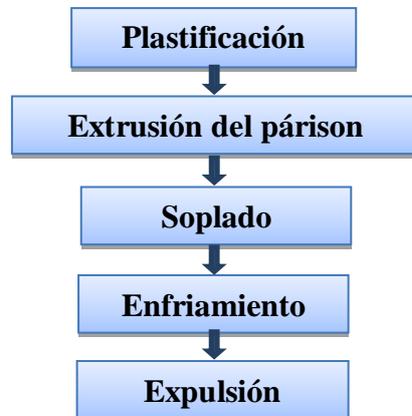


Figura 1.1. Proceso de Soplado

Entre las principales aplicaciones de este proceso, se encuentran:

- Envases para bebidas no carbonatadas
- Recipientes pequeños para golosinas o promocionales
- Recipientes para productos de limpieza
- Envases para jugos, leche, etc
- Envases asépticos para medicina, tabletas.

1.2.2 MAQUINARIA PARA EXTRUSIÓN-SOPLADO

Las máquinas de extrusión-soplado de plástico son equipos dedicados a hacer objetos huecos de material termoplástico, con posibilidad de tener paredes con curvas entrantes y salientes, como lo son las botellas. Estas máquinas fueron inventadas alrededor de la década de 1930 y comenzaron a desarrollarse principalmente en Alemania a mediados de la década de 1950, y es allí donde actualmente se encuentran la mayor parte de fabricantes a nivel mundial.

A diferencia del proceso de inyección-soplado de plástico que es muy utilizado para botellas como las de aguas gaseosas o envases transparentes, el proceso de extrusión-soplado de plástico es más utilizado para fabricar envases con distintas formas y grosores de pared, con diseños más planos, con posibilidad de hacer envases con agarrador y con capacidad de variar su tamaño sin necesidad de cambiar el molde.

a. Tipos de maquinaria

Los tipos de maquinaria para la fabricación de botellas dependen del material a utilizar, cantidad de botellas por unidad de tiempo (ciclo) que se desea obtener, tamaño de la botella, exactitud en las medidas, etc.

Existen básicamente cuatro formas diferentes de proceso de fabricación de botellas: extrusión continua, extrusión intermitente, inyección-soplado e inyección-estirado-soplado. El proceso más utilizado es el de extrusión continua, que se puede dividir en tipo *shuttle* y tipo rueda.

En este caso se ha trabajado con la máquina que utiliza el principio de **extrusión continua de tipo Shuttle** y de doble párison. Este proceso es el más versátil de todos, existe un amplio rango de tamaño de máquinas y fabricantes de ellas, además admite fabricar si se quiere más de una botella a la vez (multipárison).

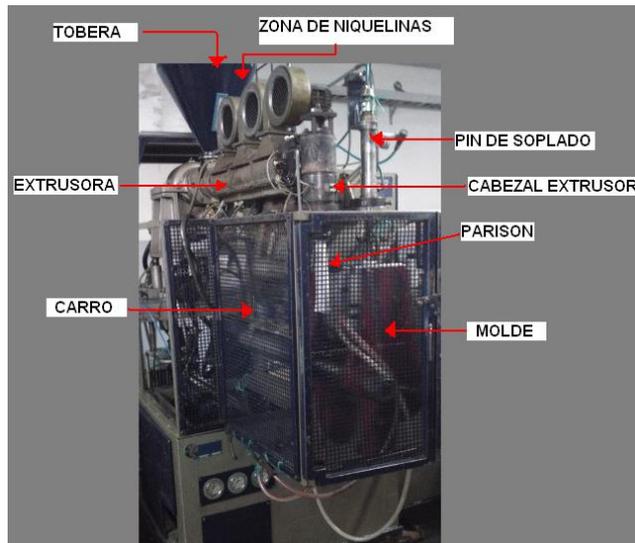


Figura 1.2. Vista de las partes principales de una máquina de extrusión soplado marca MAGIC.

Fuente: Investigación de campo

Se destaca entre los otros procesos porque el cuello es muy exacto y los cambios de presentación en la máquina pueden realizarse relativamente rápido. Se trata de un extrusor que forma uno o varios párison y un molde que se mueve para tomar el párison y llevarlo a una estación de soplado, básicamente.

b. El párison

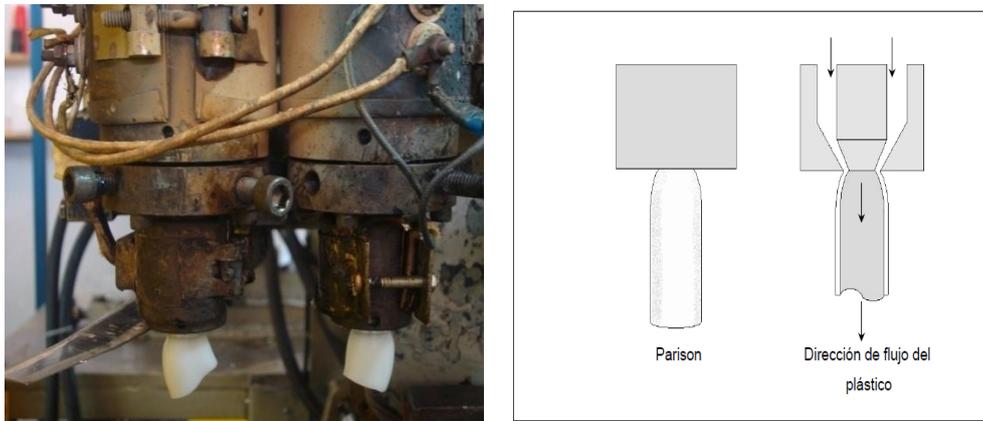


Figura 1.3. Representación del párison

Fuente: Folleto de curso de soplado de termoplásticos.

El párison es el objeto que se obtiene de la extrusión a temperaturas entre 150 °C y 250 °C. El plástico caliente se hace pasar por una serie de canales internos que forman una especie de tubo por medio de un tornillo sin fin que empuja al plástico fundido de un extremo a otro. Este tubo de plástico caliente es lo que se llama párison (ver figura 1.3), y es lo que formará el plástico de la botella que saldrá al final del proceso.

c. El extrusor

El extrusor (ver figura 1.4) es el elemento más importante de una máquina de extrusión-soplado. Éste es el que transporta y plastifica (funde) todos los granos o *pellets* de resina y los hace fluir, después forma un tubo hueco llamado párison. Está conformado básicamente por cuatro elementos principales: el impulsor, el cañón, el tornillo, el cabezal extrusor y la cuchilla.

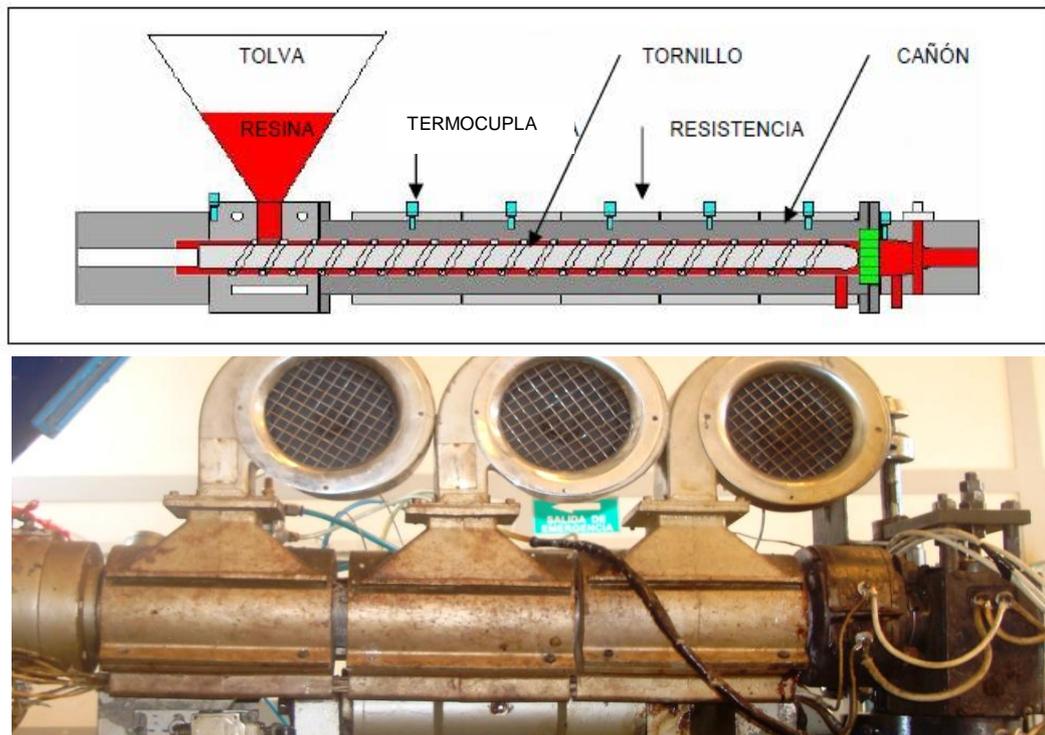


Figura 1.4. Representación del extrusor

Fuente: Folleto de curso de soplado de termoplásticos.

d. El impulsor

El impulsor (ver figura 1.5) es el elemento cuya función es mover el tornillo extrusor dentro del cañón. Está compuesto de un motor y un acople lo suficientemente grandes para proporcionar un movimiento circular de velocidad variable, con altos niveles de esfuerzo y presiones. El motor puede ser de dos tipos: eléctrico o hidráulico. El motor eléctrico debe poseer características de gran capacidad de aplicar torque y trabajar a velocidades lentas. Actualmente este tipo de motor es más utilizado en corriente directa (CD) o alterna (CA). El motor hidráulico ha sido utilizado debido a que puede trabajar a velocidades bajas y posee gran capacidad de torque, pero tiene el inconveniente de tener muchas piezas, lo que indica alto nivel de mantenimiento.

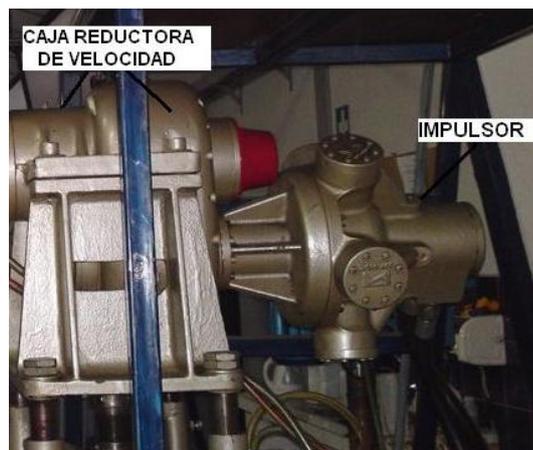


Figura 1.5. Impulsor con motor hidráulico.

Fuente: Investigación de campo

e. El cañón

El cañón es el elemento externo que rodea al tornillo extrusor (ver figura 1.4), el cual tiene varias funciones: ayuda al transporte de la resina junto con el tornillo y promueve el calentamiento de los granos o *pellets* hasta su fundición, por medio del calor controlado que allí se tiene.

f. El tornillo

El tornillo (ver figura 1.6) es el elemento móvil del cañón cuya función es transportar la resina de un extremo a otro. Junto con el cilindro del cañón hacen la función de plastificación o fundición del plástico para formar el párison. La forma y dimensiones del tornillo determinan el buen desempeño de la máquina sopladora debido a que éstos determinan la capacidad de plastificación (Kg/h) y el tipo de material a utilizar.

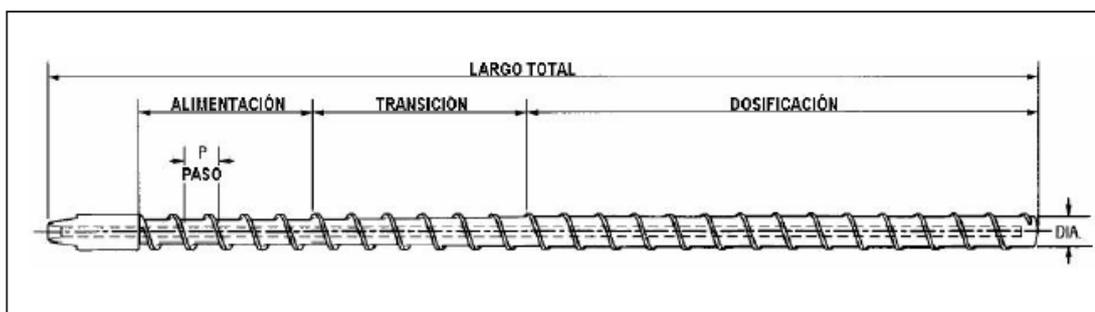


Figura 1.6. Tornillo extrusor

g. El cabezal extrusor

El cabezal extrusor (ver figura 1.7) es el elemento que va unido a la salida del cañón y su función es dar la forma al (los) párison(s), así como controlar el grosor de la pared. Si se necesita tener más de un párison, el cabezal posee diversos conductos que se encargan de dividir el flujo de plástico fundido en el número de párisons que se van a necesitar.

Para que el cabezal extrusor pueda darle la forma de tubo al párison, existe un elemento interno llamado torpedo y éste a su vez está conectado al sistema que controla el grosor de pared del párison y al herramental por donde sale el plástico al ambiente.



Figura 1.7. Extrusión de la preforma

Fuente: Investigación de campo

El herramental inferior es el conjunto de elementos por donde sale finalmente el plástico y le proporciona la forma final al párison. Está compuesto de dos elementos: el dado y el centro (ver figura 1.8). El dado es un elemento estático con forma contrapuesta al centro que es un elemento móvil de forma cónica en cuya parte externa fluye el plástico. Dependiendo de la forma, el dado y centro pueden ser convergentes o divergentes, como se puede observar.

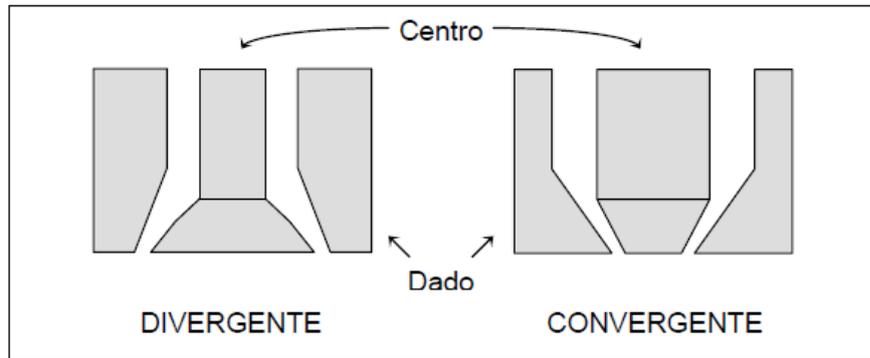


Figura 1.8. Tipos de herramienta del cabezal de extrusión

Fuente: Folleto de curso de soplado de termoplásticos.

h. Controlador de párison

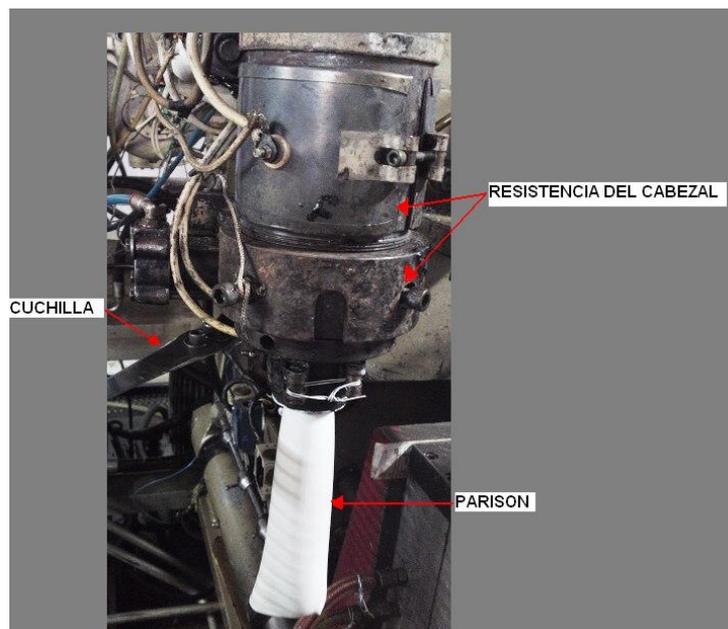


Figura 1.9. Controlador de párison, cuchilla, resistencia del cabezal.

El controlador de párison (Ver figura 1.9) es un sistema cuya función es variar el grosor de la pared del párison para poder disponer de más o menos cantidad de material a lo largo del tramo que comprenderá el tamaño de la botella. Esto a fin de que cuando el párison tome la forma del molde y por consiguiente de la botella,

las paredes de la misma sean aproximadamente del mismo grosor tanto en las partes angostas, como en las partes anchas.

i. La cuchilla

La cuchilla es el elemento que proporciona al párison el largo correcto para dar el tamaño de la botella a fabricar.

Las cuchillas más conocidas son: cuchilla caliente doble, cuchilla caliente simple, cuchilla fría doble, cuchilla fría simple, **cuchilla de corte de movimiento circular**. Esta última es la que se va a ser utilizada en el presente proyecto.

La **cuchilla de corte de movimiento circular** (ver figura 1.9), tiene forma de lanza, con filo de los dos lados; tiene la capacidad de realizar un movimiento horizontal de 180° con pivote en un extremo, por lo que, para cortar el párison realiza un solo movimiento ya sea hacia el lado derecho o izquierdo.

j. El carro

El carro es el elemento de la máquina cuya función es transportar al plástico en sus diferentes etapas para conformar las botellas, en él va montado el molde y los sujetadores de botellas. La importancia del carro radica en que debido a que en él se encuentra montado el molde, debe realizar movimientos de vaivén a distancias relativamente grandes y con precisión milimétrica.

Consideraciones

Dentro de las consideraciones, en el momento de seleccionar el tipo de carro que satisface las necesidades, se deben tomar en cuenta varios factores dependiendo del proceso, de la velocidad o ciclo de la máquina, del número de párisons, del tamaño de las botellas, etc.



Figura 1.10. Extrusión de la preforma

Fuente: Investigación de campo

Tipos de carro

Existen tres tipos básicos de carro que se instalan a las máquinas de extrusión soplado: de movimiento en vaivén inclinado u horizontal y completamente cargado. El tipo de carro utilizado en nuestro proceso es el de **movimiento en vaivén horizontal**.

Estos carros toman el párison que sale del extrusor y lo transportan hacia la estación de soplado, luego mediante sujetadores instalados a un costado del molde, las botellas son transportadas hacia la estación de desbarbado y/o la estación de prueba de fuga, donde finalmente es transportado al área de empaque.

Mecanismo de cierre

El mecanismo de cierre es otro elemento que hay que tomar en cuenta al momento de diseñar o seleccionar una máquina de extrusión-soplado.

Mediante este mecanismo se realiza el cierre del molde sobre el párison para que después sea soplado. El cierre puede ser efectuado de dos formas diferentes: por sistema de palancas asistido hidráulicamente, o mediante la acción directa de un pistón hidráulico. La diferencia entre uno y otro es la disposición de las piezas dentro de la máquina y la fuerza que se ejerce entre las caras de las placas del molde, también llamada Fuerza de Cierre.

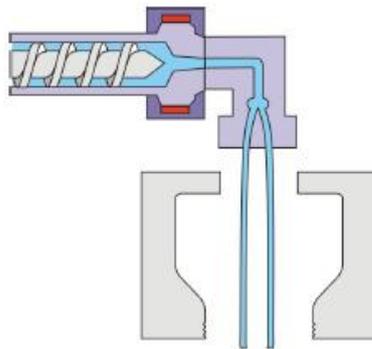


Figura 1.11. Introducción de la preforma en el molde

Fuente: Folleto de curso de soplado de termoplásticos.

k. El molde

El molde es el elemento que le dará la forma de la botella al párison. El molde está montado en sus placas traseras al carro, y su diseño además de la dar la forma de la botella, sirve para enfriar el plástico y hacer las líneas de corte en las partes sobrantes del mismo.

Los materiales más utilizados para la fabricación de moldes de soplado son: aluminio, cobre-berilio y acero inoxidable.



Figura 1.12. Molde para el soplado de termoplásticos

Fuente: Investigación de campo

1. Soplado

Soplado se le llama al sistema de la maquinaria que sopla aire comprimido al parison que está metido dentro de las paredes del molde para que después tome la forma de éste. El sistema de soplado de una máquina de extrusión-soplado se compone básicamente de: pin de soplado, punta de soplado, disco de corte y la guillotina del molde.



Figura 1.13. Extrusión y soplado del termoplástico

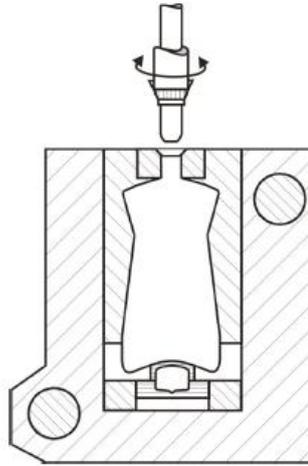


Figura 1.14. Molde de soplado y producción del cuello de las botellas mediante compresión del material por el perno de soplado.

Fuente: Folleto de curso de soplado de termoplásticos.

El diseño de la punta de soplado tiene una relación directa con que el diámetro externo es el diámetro interno de la botella, por lo que para aumentar o disminuir el diámetro interno de una botella, basta con aumentar o disminuir el diámetro externo de la punta de soplado. Además del diámetro es importante remarcar que el pin de soplado debe tener también un circuito de enfriamiento, pues el estar constantemente en contacto con el material caliente, puede provocar que se pegue o rasgue el párison.

m. Sujetadores

Los sujetadores son los elementos cuya función es sostener a la botella cuando el molde la suelta y luego transportarla a la siguiente estación, que puede ser de desbarbado, la prueba de fugas o el transportador de salida de envases. Regularmente son brazos adjuntos al extremo derecho del molde, de forma que cuando el molde se abra, los sujetadores también.



Figura 1.15. Sujetadores

Fuente: Investigación de campo

n. Desbarbado

Desbarbado se le llama a la función de retirar el plástico sobrante de las orillas de la botella recién soplada y esta función puede realizarse de forma manual o automática.

Desbarbado manual

El desbarbado manual es aquel que lo realiza un operario al final del proceso de soplado. Con ayuda de una cuchilla se retira todo el material plástico sobrante de la botella, cuidando de no realizar cortes en el cuerpo de la misma. Esta operación se realiza cuando la máquina no viene equipada con este sistema o se compra el equipo sin este sistema para disminuir el costo inicial.

Desbarbado automático

El desbarbado automático es el que realiza la máquina por sí sola sin necesidad que un operario intervenga. El desbarbado automático se realiza regularmente después del proceso de soplado de la botella y el mismo se divide en dos secciones principales: el cuello y el fondo.

Cuello

El desbarbado de cuello se realiza mediante un disco de corte y su función es la de retirar el material sobrante del cuello.

Es importante verificar su posición y calibración correcta para evitar deformaciones en el cuello por aplastamiento u ovalización.



Figura 1.16. Desbarbado del cuello

Fuente: Investigación de campo

Fondo

El desbarbado del fondo es realizado en la parte más baja de la botella y se utiliza para retirar el exceso de plástico en esa parte. A más largo el paríson, más material de desecho tendrá en el fondo.



Figura 1.17. Material a ser desbarbado del fondo del envase

1.3 PLC

1.3.1 DEFINICIÓN DEL PLC²

Se trata de un sistema con un hardware estándar, con capacidad de conexión directa a las señales de campo (niveles de tensión y corriente industriales, transductores y periféricos electrónicos) y programable por el usuario que hace de unidad de control incluyendo total o parcialmente las interfaces con las señales de proceso.

En la Figura 1.18. Se muestra físicamente un PLC.

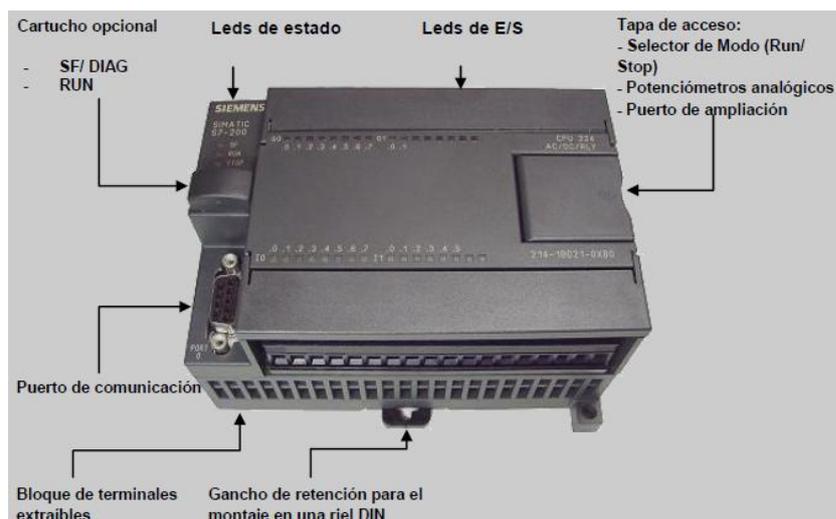


Figura 1.18 PLC (Programmable Logic Controller)

²<http://gpds.uv.es/plc/plc.pdf>

Un PLC posee las herramientas necesarias, tanto de software como de hardware, para controlar dispositivos externos, recibir señales de sensores y tomar decisiones de acuerdo a un programa que el usuario elabore según el esquema del proceso a controlar (Figura 1.19).

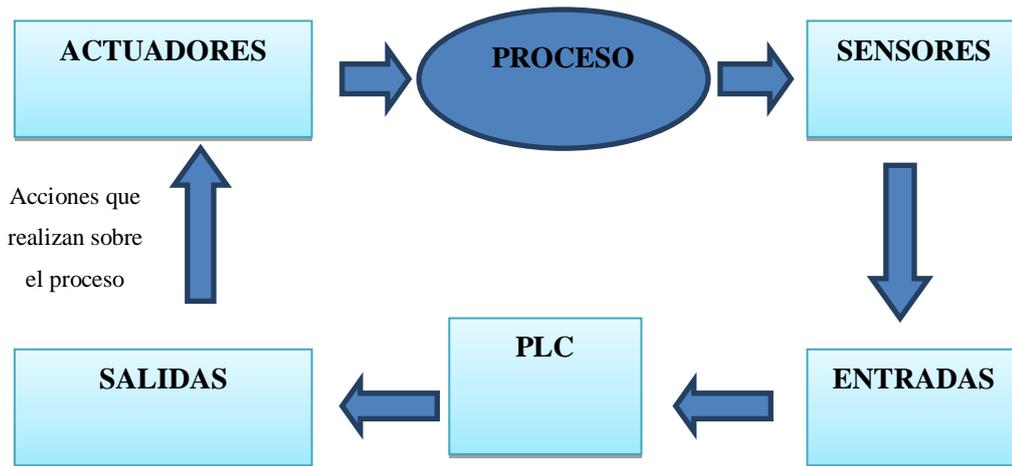


Figura 1.19. Diagrama de bloques de operación de un PLC

1.3.2 FUNCIONES BASICAS DE UN PLC

El autómatas programable debe realizar multitud de funciones y muchas de ellas simultáneamente, las funciones más clásicas son:

a) **Detección**

Lectura de la señal de los captadores distribuidos por el sistema de fabricación.

b) **Mando**

Elaborar y enviar las acciones al sistema mediante los accionadores y pre-accionadores.

c) Programación

Para introducir, elaborar y cambiar el programa de aplicación del autómata. El diálogo de programación debe permitir modificar el programa incluso con el autómata controlando la máquina.

1.3.3 MÓDULOS

a) Módulo de entrada

A éste se conectan los captadores (interruptores, finales de carrera, pulsadores, etc.). Cada cierto tiempo el estado de las entradas se transfiere a la memoria imagen de entrada.

Se pueden diferenciar dos tipos de captadores conectables al módulo de entradas: los pasivos y los activos.

Los captadores pasivos son los que cambian su estado lógico (activado o desactivado). Estos son los interruptores, pulsadores, finales de carrera.

Los captadores activos son dispositivos electrónicos que suministran una tensión al autómata, que es función de una determinada variable.

b) Módulo de salida

Encargado de activar y desactivar los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, motores pequeños, etc.). La información enviada por las entradas a la CPU, una vez procesada, se envía al módulo de salidas para que estas sean activadas y a la vez los actuadores que en ellas están conectados. Según el tipo de proceso a controlar por el autómata, se puede utilizar diferentes módulos de salidas.

En la tabla 2.1 se observa los tipos de los módulos de ampliación que tiene el PLC S7-200.

Tabla 1.1: Módulos de ampliación S7 200

Módulos de ampliación	Tipos		
Módulos digitales			
Entradas	8 entradas de c.c.	8 entradas de a.c.	16 entradas c.c
Salidas	4 entradas de c.c.	4 salidas de relé.	
	8 salidas c.c.	8 salidas a.c.	8 salidas de relé
combinación	4 entradas de c.c./ 4 salidas de c.c.	8 entradas de c.c./ 8 salidas c.c	16 entradas c.c./ 16 salidas c.c
	4 entradas de c.c./ 4 salidas a relé	8 entradas de c.c./ 8 salidas de rele	16 entras c.c / 16 salidas de relé
Módulos analógicos			
Entradas	4 entradas	4 entradas termopar	2 entradas RTD
Salidas	2 salidas		
combinación	4entradas / 1 salida		
Módulos inteligentes	Posicionamiento ethernet	Modem Internet	Profibus DP

1.3.4 COMUNICACIÓN AUTOMATA – PC.

El cable USB / PPI, es el que permite la transferencia de un programa del conector de la computadora al conector del PLC. Por medio de este componente se logra la transferencia de las instrucciones del programa al PLC y a la vez una comunicación constante de datos ambos componentes. Hay que mencionar que este cable sustituye al cable PC/PPI y no necesita de ningún tipo de configuración pues solo es necesario la conexión física al puerto USB de la computadora y el al puerto del PLC.

Datos técnicos del Cable Multi-Master USB / PPI utilizado se encuentran en el Anexo K.

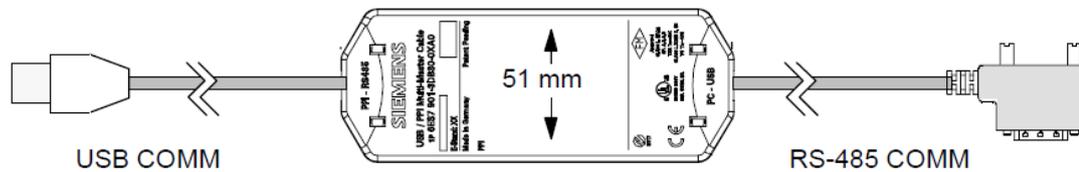


Figura 1.20. Cable Muti-MasterUSB / PPI

1.4 PANELES DE VISUALIZACIÓN

En el mundo de la industria actual, es necesario disponer de interfaces de comunicación entre el hombre y la máquina, siendo además imprescindible, que estos aparatos estén a pie de máquina para así, permitir al operario controlar en todo momento el estado actual de la máquina y además, poder emitir órdenes a la misma en función de las necesidades de cada momento.

Los elementos utilizados para esta comunicación son los llamados paneles de operador o pantallas de visualización de procesos, los cuales, según sus prestaciones se puede dividir en varios grupos, desde los simple visualizadores de mensajes provistos de un número mínimo de pulsadores y una pequeña pantalla, pasando por los provistos de visualizador gráfico (a color o B/N) con pulsadores, hasta los paneles programables táctiles de última generación dotados de memoria suficiente para almacenar programas de grandes dimensiones.

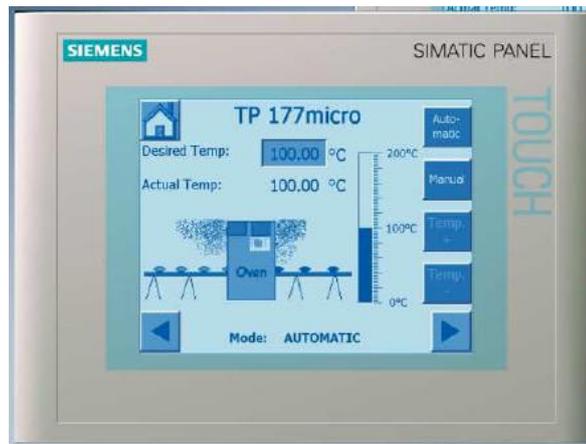


Figura 1.21. Panel de visualización Siemens TP177 micro

Para la programación se utilizan software específicos de cada fabricante que por lo general suelen servir para la mayoría de sus paneles fabricados. Al estar basados en Windows, suelen ser muy intuitivos y fáciles de programar, aunque cuando se trata de trabajar con los paneles más completos, las grandes posibilidades de trabajo de éstos, convierte la programación en algo más complicado al tener que manejar todo tipo de parámetros, con distintos formatos y opciones.

El software utilizado para la programación y configuración de los paneles de operador, debe de reunir las siguientes características:

- Entorno gráfico basado en Windows para facilidad de manejo de forma intuitiva.
- Completas barras de herramientas
- Amplia biblioteca de objetos parametrizados.
- Elementos pre configurados para avisos, alarmas, recetas, etc.
- Vectores gráficos.
- Simulación de funcionamiento en el propio PC.
- Utilización del mismo software para todos los modelos de paneles (del mismo fabricante).

1.5 INTERACCIÓN HOMBRE-MÁQUINA (HMI).

1.5.1 DEFINICIÓN DE HMI

Interacción Hombre-Máquina (IHM) o Interacción Hombre-Computadora tiene como objeto de estudio "el diseño, la evaluación y la implementación de sistemas interactivos de computación para el uso humano, así como los principales fenómenos que los rodean".

El Diseño de Interacción se refiere a la creación de la interfaz de usuario y de los procesos de interacción.

1.5.2 FUNCIONES DE UN HMI

a. Monitoreo

Es la habilidad de obtener y mostrar datos del proceso en tiempo real. Estos datos se pueden mostrar como números, textos o gráficos que permitan una lectura más fácil de interpretar.

b. Supervisión

Esta función permite junto con el monitoreo la posibilidad de ajustar las condiciones de trabajo del proceso directamente del panel de visualización.

c. Alarmas

Es la capacidad de reconocer eventos excepcionales dentro del proceso y reportar estos eventos. Las alarmas son reportadas basadas en límites de control pre-establecido.

d. Control

Es la capacidad de aplicar algoritmos que ajustan los valores de proceso y así mantener estos valores dentro de ciertos límites.

1.5.3 SUPERVISIÓN³

Conjunto de acciones desempeñadas con el propósito de asegurar el correcto funcionamiento del proceso incluso en situaciones anómalas y facilitar la tarea del operario encargado de la vigilancia del proceso y su seguimiento.

Habitualmente, para cada proceso de planta a controlar, se escoge un modelo de autómatas programables.

Además, debe ser fácilmente moldeable para poder ser adaptado a las necesidades particulares de cada cliente y también de fácil adaptación a los lenguajes de programación de cada fabricante de PLC's.

IMPORTANCIA DE LA SUPERVISIÓN DESDE UN PANEL DE VISUALIZACIÓN

Se debe tomar en cuenta que un sistema de supervisión es de gran importancia porque cumplen con los siguientes antecedentes:

- Permitir el manejo del proceso.
- Conocer en tiempo real las incidencias del proceso y los parámetros más importantes.
- Gestionar los datos para realizar análisis de históricos, los cuales van a permitir:
 - Mejorar el rendimiento (cuellos de botella)
 - Mejorar la fiabilidad
 - Optimizar los recursos (inversiones, energía consumida.)
 - Prevenir la degradación del proceso o medios

³ <http://www.disa.bi.ehu.es/spanish/asignaturas/10574/5.00.pdf>

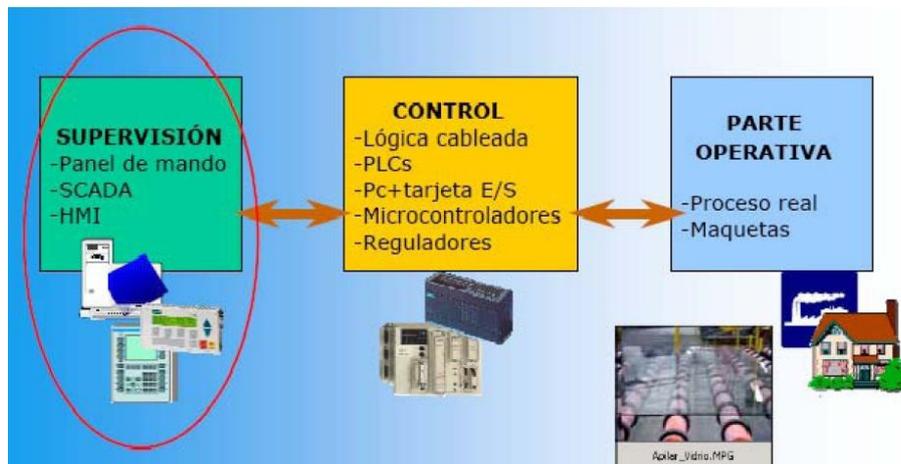


Figura 1.22. Proceso de monitorización y supervisión

Habitualmente, para cada proceso de planta a controlar, se escoge un modelo de autómatas programables. Además, debe ser fácilmente moldeable para poder ser adaptado a las necesidades particulares de cada cliente y también de fácil adaptación a los lenguajes de programación de cada fabricante de PLC's.

1.6 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE DE MONITOREO Y CONTROL

En el proyecto se necesita cubrir y contar con información visible en tiempo real por lo que es necesario el crear HMI's, que brinden las siguientes funciones:

- Visualización de los parámetros que se requiere para el buen funcionamiento de la máquina sopladora de plástico.
- Indicación y gestión de alarmas (tiempo en el que se produjo y confirmación de aceptación). Esta función permitirá detectar y corregir rápidamente tales eventos.
- Visualización de los tiempos en la elaboración de cada tipo de envase.
- Facilidad de comunicación entre el panel operador y el autómatas.

Por tal motivo se ha elegido para realizar el HMI en SIMATIC WinCCflexible, innovador software HMI ejecutable en Windows.

WinCC flexible existe en las siguientes ediciones:

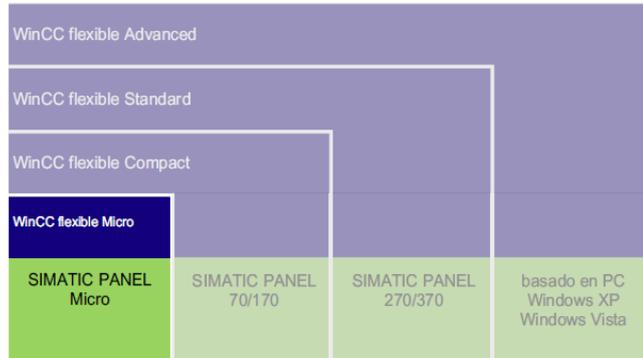


Figura 1.23. Ediciones de WinCC flexible⁴

WinCC flexible Micro es la edición más pequeña de los sistemas de ingeniería WinCC flexible. WinCC flexible Micro permite crear y editar proyectos para instalaciones con paneles de operador de la gama de Micro Panels,. La funcionalidad de la edición WinCC flexible "Micro" se ha adaptado exactamente a los equipos mencionados.

1.6.1 Elementos de WinCC flexible

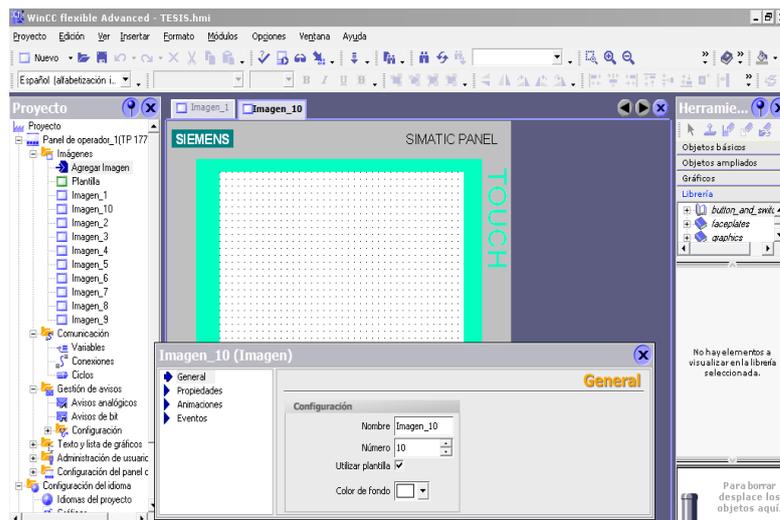


Figura 1.24. Elementos de WinCC

⁴Manual del usuario de WinCC flexible, 07/2008, 6AV6691-1AA01-3AE0

WinCC combina la arquitectura de las aplicaciones de Windows con la programación entornos gráficos e incluye varios elementos destinados al control y supervisión de procesos.

El entorno de ingeniería de proyectos de WinCC engloba:

- Dibujos - para diseñar representaciones de planta
- Estructura de archivos – para guardar datos/eventos marcados con fecha y hora en una base de datos SQL
- Generador de informes – para generar informes sobre los datos solicitados
- Administración de datos – para definir y recopilar datos de toda la planta
- Tiempo de ejecución de WinCC
- Permite a los operarios interactuar con la aplicación directamente en la máquina o desde un centro de control.

a) Menú y barras de herramientas



Figura 1.25. Menú de WinCC flexible

Por medio de los menús y las barras de herramientas se puede obtener acceso a todas las funciones disponibles en WinCC. En la tabla 1.2 se observan los elementos del WinCC flexible.

Tabla 1.2. Elementos de WinCC flexible

Menú	Descripción
"Proyecto"	Contiene comandos para administrar proyectos.
"Edición"	Contiene comandos para operar con el portapapeles y funciones de búsqueda.
"Ver"	Contiene comandos para abrir y cerrar los distintos

	elementos, así como ajustes para zoom y niveles. Desde el menú "Ver" es posible abrir de nuevo un elemento cerrado.
"Insertar"	Contiene comandos para insertar objetos nuevos.
"Formato"	Contiene comandos para disponer y formatear objetos de imagen.
"Bloques de imagen"	Contiene comandos para crear y editar bloques de imagen.
"Herramientas"	Contiene, entre otros, comandos para cambiar el idioma de la interfaz de usuario y para modificar la configuración estándar de WinCC flexible.
Script	Contiene comandos para la sincronización y la comprobación de sintaxis de scripts.
"Ventana"	Contiene comandos para administrar diversas vistas en el área de trabajo, por ejemplo, para saltar de una vista a otra.
"Ayuda"	Contiene comandos para acceder a las funciones de ayuda.

b) Área de trabajo

En el área de trabajo se editan los objetos del proyecto:

- En forma de tabla, por ejemplo variables, avisos.
- En forma gráfica, por ejemplo objetos en una imagen de proceso.

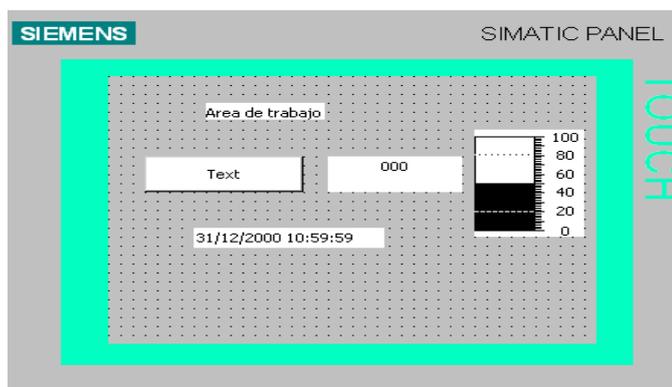


Figura 1.26. Área de trabajo

Es el lugar donde se editan los objetos del proyecto, donde todos los elementos de WinCC flexible se juntan alrededor del área de trabajo. Solo el área de trabajo no puede ser configurado a gusto del usuario.

c) Ventana de proyecto

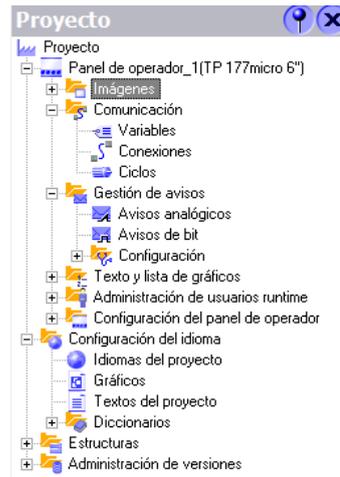


Figura 1.27. Ventana de proyecto

La ventana de proyecto es el punto central para la edición de proyectos. Todos los componentes y editores disponibles de un proyecto se visualizan en la ventana de proyecto y se pueden abrir desde ella. Cada editor tiene asignado un símbolo que permite identificar el objeto correspondiente. Desde la ventana de proyecto también se puede acceder a los ajustes del panel de operador, al soporte de idiomas y a la ventana de resultados.

d) Ventana de propiedades

En la ventana de propiedades se modifican las propiedades de un objeto seleccionado en el área de trabajo, por ejemplo el tipo de datos de una variable. El contenido de la ventana de propiedades depende del objeto seleccionado. La ventana de propiedades sólo está disponible en algunos editores.

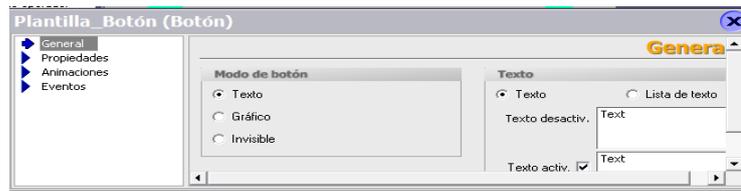


Figura 1.28. Ventana de propiedades

e) **Ventana de resultados**

Vista de resultados		
Tiempo	Categoría	Descripción
16:33:05.03	Generador	Compilación iniciada ...
16:33:05.14	Generador	Compilando 10 modificaciones restant...
16:33:25.59	Generador	1% hecho, 7429 restantes ...
16:33:28.79	Generador	2% hecho, 7365 restantes ...
16:33:30.04	Generador	3% hecho, 7312 restantes ...
16:33:32.54	Generador	7% hecho, 6989 restantes ...
16:33:33.54	Generador	15% hecho, 6389 restantes ...

Figura 1.29. Ventana de resultados

En la ventana de resultados se muestran de forma estándar los avisos del sistema en el orden de aparición. Los diferentes símbolos indican si el aviso del sistema es un mensaje, una advertencia o un error.

1.6.2 Comunicación entre autómatas y panel operador

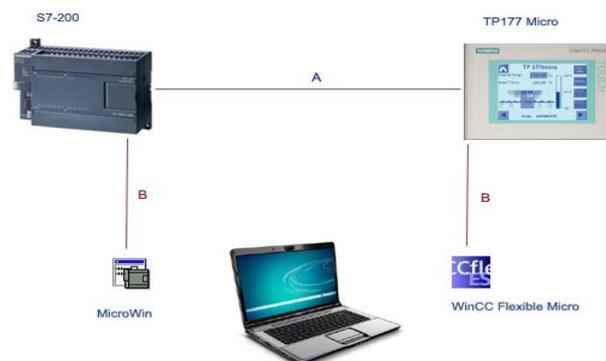


Figura 1.30. Configuración para programación y comunicación entre pantalla TP177 Micro y PLC S7-200.⁵

⁵<http://www.infopl.net/descargas/14-siemens/556-pantalla-tp177-micro-desde-wincc-flexible-y-comunicacion-con-un-automata-s7-200>

Desde WinCC Flexible se selecciona el tipo de comunicación que va tener la pantalla y el autómatas, para ello seleccionar Conexiones del árbol de Proyecto

Se debe seleccionar tanto la velocidad (importante que tanto la pantalla como el autómatas estén configurados a la misma velocidad) como las direcciones de la pantalla y el autómatas, el número de maestros (en este caso solo 1) y la red.

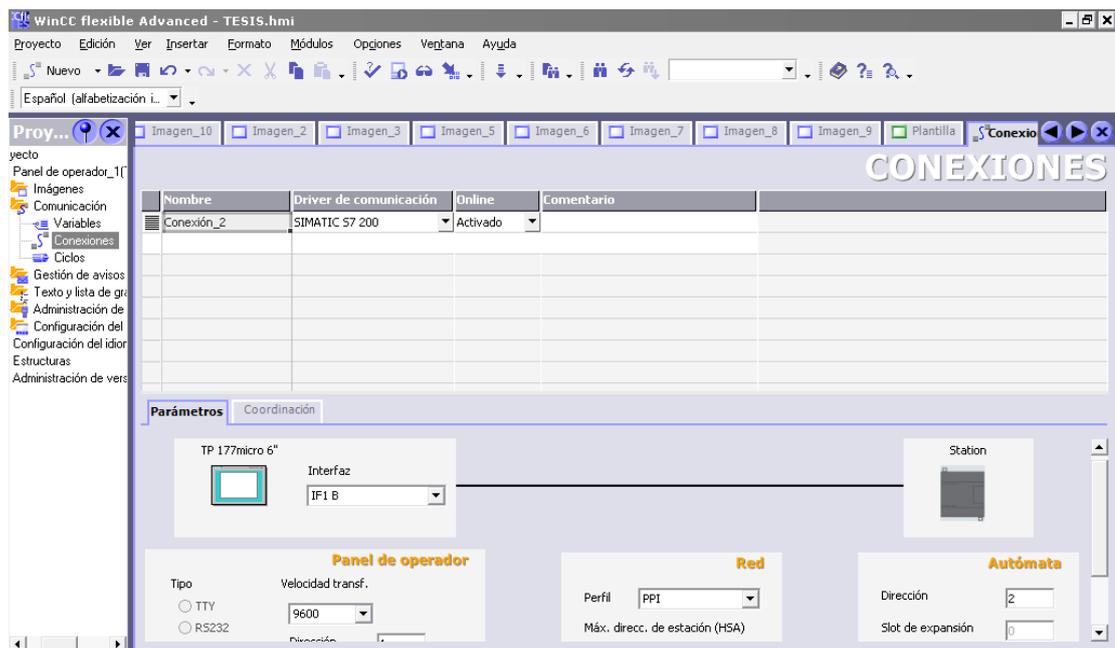


Figura 1.31. Configuración de los parámetros de comunicación

CAPITULO II

DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS

2.1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad la industria ha optado por la utilización de PLC's (Controlador lógico programable), por su robustez en ambientes industriales, facilidad de programación y compatibilidad para comunicarse con equipos de diferentes marcas.

El control de la máquina se realiza mediante un programa cargado en el PLC, el cual actúa dependiendo del estado de los diferentes sensores que se encuentran distribuidos a lo largo de toda la máquina etapa por etapa. Estos sensores comunican al PLC el estado de la máquina, la etapa del ciclo en la que se encuentra, el estado de las protecciones para dar paso o no a su funcionamiento.

2.2 CIRCUITO DE FUERZA

En este capítulo se realizará el dimensionamiento de los alimentadores y equipos de protección en base a los recursos existentes.

Existen dos bombas hidráulicas instaladas que trabajan a un voltaje de 220V trifásico, a una frecuencia de 60 Hz. Si bien este se mantendrá, su protección y control se implementará con nuevos elementos.

Los motores que se usan son trifásicos los cuales tiene un control ON – OFF para el sistema hidráulico, se encuentran conectados en “ Δ ” con voltaje de alimentación a 220 V.- los datos nominales están mostrados en la tabla 2.1.

Para medir la temperatura en el tornillo extrusor y el cabezal se usarán sensores de temperatura cuyas señales puedan ser entendidas por el controlador. Además para el control de temperaturas se utilizarán relés de estado sólido (SSR).

Tabla 2.1: Datos de las bombas hidráulicas

Impulsor		Bomba general	
Voltaje	220 V	Voltaje	220 V
Corriente	22 A	Corriente	12 A
Frecuencia	60 Hz	Frecuencia	60 Hz
Fases	3	Fases	3

2.2.1 DIMENSIONAMIENTO DE PROTECCIONES

a. Dimensionamiento del guardamotor

Los guardamotores son interruptores automáticos para protección de motores y están diseñados para el acoplamiento de un contactor, de un relé térmico y un fusible.

Para la selección de las protecciones contra sobrecargas se debe considerar:

La corriente nominal, de arranque y de funcionamiento en régimen estacionario del motor.

Para el cálculo de la corriente de sobrecarga los fabricantes recomiendan un ajuste del 25 % de corriente nominal del motor.

Motor del impulsor

$$I = 1.25 * I_n$$

$$I = 1.25 * 22 A$$

$$I = 27.5 A$$

Se escogerá dos marcas de guardamotores para realizar el análisis de selección (Tabla2.2)

Tabla 2.2 Selección del guardamotor.

PARAMETROS	GUARDAMOTOR	
	MARCA SIEMENS	MARCA LG
Resistencia física	6	5
Costo	3	7
Tiempo de respuesta	5	5
Facilidad de compra	5	6
PUNTAJE TOTAL	19	23

Como se puede observar en la tabla 2.2 el guardamotor de mayor puntuación es de la marca LG. Por lo tanto, el guardamotor que se seleccionará es de marca LG con las siguientes características:

Rango de corriente: 22 -32 A

Voltaje nominal: 220Vac

Bomba general para el circuito hidráulico

$$I = 1.25 * I_n$$

$$I = 1.25 * 12 A$$

$$I = 15 A$$

El guardamotor que se seleccionará es de marca LG con las siguientes características:

Rango de corriente: 11 – 17 A

Voltaje nominal: 220Vac

b. Dimensionamiento del contactor

El contactor es un dispositivo designado a cerrar o interrumpir la corriente en uno o más circuitos eléctricos, que normalmente funciona con mando a distancia, en lugar de ser operados manualmente.

Se escoge dos marcas de contactores diferentes para realizar el análisis de selección (Tabla 2.3)

Tabla 2.3 Selección del contactor

PARAMETROS	CONTACTOR TELEMECANIQUE	CONTACTOR CUTLER HAMER
Resistencia física	4	6
Costo	4	6
Facilidad de montaje en riel din	5	5
Material de los contactos	4	6
Vida útil por accionamiento eléctrico	4	6
PUNTAJE TOTAL	21	29

El contactor se escogió de acuerdo al análisis de la tabla 2.3 (mayor puntuación), y debe cumplir con las siguientes características:

Motor del impulsor

- Tipo de accionamiento: Electromagnético
- Voltaje nominal : 220 Vac
- Intensidad nominal : 40 A
- Voltaje de la bobina : 220 Vac
- Marca: Cutler - Hamer

Bomba general para el circuito hidráulico

- Tipo de accionamiento: Electromagnético
- Voltaje nominal : 220 Vac
- Intensidad nominal : 30 A

- Voltaje de la bobina : 220 Vac
- Marca: Cutler – Hamer

c. Dimensionamiento de los Relés de estado sólido

El relé de estado sólido (SSR) es un elemento que permite aislar eléctricamente el circuito de entrada o mando y el circuito de salida.

En la tabla 2.4 se muestra la comparación entre los relés de estado sólido y los relés electromagnéticos.

Tabla 2.4: Comparación SSR y relé electromagnético.

	Ventajas	Inconvenientes
Relés de estado sólido	<ul style="list-style-type: none"> -Conexión con o sin función de paso por cero -Desconexión a $I = 0$ -Gran resistencia a choques y vibraciones. -No ocasionan arcos ni rebotes -Vida de trabajo óptima -Frecuencia de conmutación elevada -Facilidad de mantenimiento -Funcionamiento silencioso -Control a baja tensión 	<ul style="list-style-type: none"> -Circuito de entrada muy sensible a perturbaciones -Necesidad de elementos de protección externos -Disipadores de calor -Redes de protección -Muy sensibles a la temperatura y a las sobretensiones -Tecnológica y conceptualmente más complejos y abstractos

Relés electromagnéticos	<ul style="list-style-type: none"> -Económicos en consumo -Reducción de dimensiones en aplicaciones de conmutación a baja potencia -Gran diversidad en encapsulados -Gran número de contactos -Control indistinto CA/CC 	<ul style="list-style-type: none"> -Ruido -Dimensiones considerables en aplicaciones de control de potencia -Presencia de chispas, arco y rebotes -Más lento en la maniobra -Vida útil menor
--------------------------------	--	---

Para escoger un relé de estado sólido es necesario tener en cuenta los siguientes factores:

- Especificaciones de tensión y corriente de la entrada
- El tipo de carga a conectar
- La corriente y la tensión de la carga
- La temperatura ambiente de funcionamiento, vibraciones.
- Encapsulado

De acuerdo a lo antes mencionados y tomando como referencia que son seis zonas de temperaturas, en base a los catálogos se realizó la selección de los SSR's como indica la tabla 2.5.

Tabla 2.5: Selección de SSR

ZONA	CONSUMO (A)	TIPO DE SSR
A	6.5	Entrada por tensión de 3-32 Vdc, Relé de 25 A
B	7	Entrada por tensión de 3-32 Vdc, Relé de 25 A
C	7	Entrada por tensión de 3-32 Vdc, Relé de 25 A
D	11	Entrada por tensión de 3-32 Vdc, Relé de 25 A
E	3	Entrada por resistencia variable, 0 a 500Kohm
F	3	Entrada por resistencia variable, 0 a 500Kohm

d. Protección de SSR's

Los relés de estado sólido son bastante sensibles a las perturbaciones y transitorios eléctricos, así como a las sobrecargas en tensión y en corriente.

El origen de los fenómenos transitorios puede ser electromagnético radiado y eléctrico conducido por los hilos de la red de alimentación

PARA PREVENIR ESTOS FENÓMENOS ES PRIMORDIAL DIMENSIONAR CORRECTAMENTE EL SSR CON RELACIÓN A SU APLICACIÓN, PARA EXPLOTAR ASÍ EL CONJUNTO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SSR CON UN MARGEN DE SEGURIDAD SUFICIENTE.

Cuando se produce una conmutación de OFF a ON se producen picos en la corriente que pueden destruir los dispositivos semiconductores de potencia de los SSR.

El valor del pico de corriente en la conmutación depende del tipo de carga.

Carga resistiva

La relación entre el pico de corriente en la conmutación y la corriente nominal es 1.

En este caso la corriente y la tensión están en fase de manera que no hay problemas en el funcionamiento del SSR.

Una típica carga resistiva es un calentador que se suele combinar con un controlador de temperatura con salida en tensión

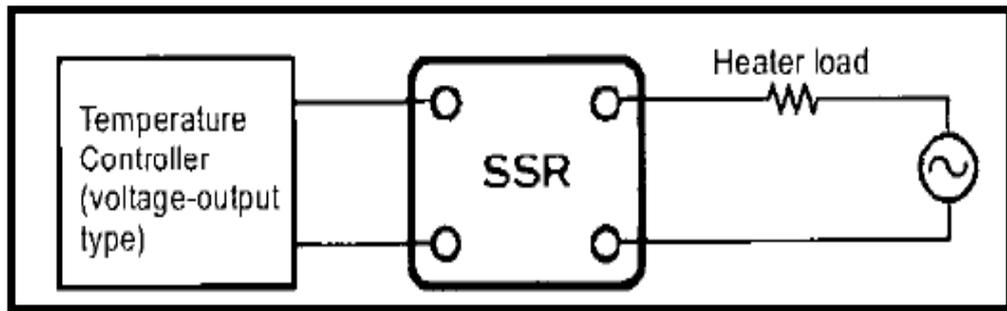


Figura 2.1. Control de temperatura con SSR

Para protección contra sobrecargas y cortocircuitos eventuales conviene utilizar fusibles en serie con la carga.

En el caso de corrientes de cortocircuito se recomienda utilizar un fusible ultrarrápido.

La siguiente tabla indica las protecciones dimensionadas para cada zona de temperatura:

Tabla 2.6: Protección de los SSR's

ZONA	CONSUMO (A)	Protecciones
A	6.5	Breaker de 10 A y fusible rápido de 10 A
B	7	Breaker de 10 A y fusible rápido de 10 A
C	7	Breaker de 10 A y fusible rápido de 10 A
D	11	Breaker de 16 A y fusible rápido de 16 A
E	3	Breaker de 4 A y fusible rápido de 4 A
F	3	Breaker de 4 A y fusible rápido de 4 A

e. Dimensionamiento de los conductores

El conductor para cada motor y las diferentes zonas que alimentan a las cargas resistivas se dimensiona en base a la corriente nominal más un 25%. No se toman en cuenta las caídas de tensión ya que son distancias cortas. La tabla de conductores se encuentra en el ANEXO F.

e1. Conductor para el circuito de fuerza

Motor del impulsor

$$I = 27.5 A$$

El conductor seleccionado es AWG No. 10 que soporta 30 Amperios, con aislamiento THW

Bomba general para el circuito hidráulico

$$I = 15 A$$

El conductor seleccionado es AWG No. 14 que soporta 20 Amperios, con aislamiento THW.

Zonas de temperaturas

El conductor seleccionado para cada zona de resistencias es AWG No. 14 con aislamiento de cinta de mica y funda de fibra de vidrio doblemente trenzada con barniz para alta temperatura que soporta 450 °C y 55 Amperios.

2.2.2 SELECCIÓN DE LAS VÁLVULAS A UTILIZAR

Una válvula se puede definir como un aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

A continuación se describen la válvula a instalar en el proceso:

a. Electroválvulas

Las electroválvulas (Figura 2.2) constituyen uno de los elementos más sencillos y posiblemente el de empleo más común de los actuadores eléctricos. Estas válvulas

son de acción todo-nada; es decir, posición abierta dejando totalmente libre el paso del fluido y posición cerrada cortando su paso.

Se escogerá dos marcas de electroválvulas para realizar el análisis de selección (tabla 2.7)

Tabla 2.7 Selección de electroválvulas

PARAMETROS	MARCA FESTO	MARCA NUMATICS
Margen de presión de funcionamiento	5	5
Clase de protección	6	5
Margen de temperatura	6	5
Tamaño	5	5
Costo	3	7
PUNTAJE TOTAL	25	27



Figura 2.2. Apariencia física de una electroválvula neumática

Para el proceso de extrusión y soplado de termoplásticos existen tanto válvulas neumáticas como hidráulicas las cuales hacen que funcione correctamente el mecanismo.

Para el correcto dimensionamiento de las electroválvulas hay que tomar en cuenta los siguientes factores: presión, voltaje de las bobinas y aplicación.

En la tabla 2.8 se detalla la selección de las electroválvulas según la aplicación.

Tabla 2.8: Selección de electroválvulas

Descripción	Selección	Tipo
Subir y bajar pin de soplado, por medio de un pistón de doble efecto.	Se utilizará una válvula 3/2 NA con retorno por muelle	Neumática
Activar el aire de soplado	Se utilizará una válvula 3/2 NC con retorno por muelle	Neumática
Subir y bajar el carro, por medio de un pistón de doble efecto.	Se utilizará una válvula 5/2 sin retorno por muelle	Hidráulica
Abrir y cerrar molde, por medio de un pistón de doble efecto.	Se utilizará una válvula 5/2 sin retorno por muelle	Hidráulica
Sistema de corte, la cuchilla gira 180° en un ciclo y retorna a su posición inicial en el siguiente ciclo	Se utilizará una válvula 5/2 sin retorno por muelle	Neumática
Sistema de rebabeo del fondo, el embolo gira 180° y regresa enseguida a su posición inicial.	Se utilizará una válvula 3/2 con retorno por muelle	Neumática

Todas las electroválvulas neumáticas funcionarán a un voltaje de 110 Vac y a una presión de 80 Psi

Como se puede observar en la tabla 2.7 las electroválvulas seleccionadas por mayor puntuación son de la marca NUMATIC-

Las electroválvulas neumáticas cumplen con las siguientes características:

- Presión: 150 Psi
- Voltaje: 110 – 120 Vac.
- Frecuencia: 60 Hz
- Corriente: 0.15 Amperios.

Las electroválvulas hidráulicas instaladas anteriormente se encuentran en perfecto estado por lo que no se realizó el reemplazo.

2.2.3 DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL

El circuito de control tiene como función principal aislar las salidas del plc y el circuito de potencia, para esto a continuación se realiza la selección del dispositivo con mayor grado de confiabilidad.

Se escogerán dos dispositivos electrónicos diferentes para realizar el análisis de selección (Tabla 2.9)

Tabla 2.9 Selección de elemento principal del circuito de control.

PARAMETROS	OPTOACOPLADORES	RELES
Resistencia física	3	7
Características de alimentación	5	5
Costo	5	5
Fiabilidad	7	3
Tiempo de respuesta	8	2
Nivel de ruido	8	2
PUNTUACIÓN	36	24

De acuerdo a la tabla 2.9 se eligió realizar el circuito mediante la utilización de optoacopladores y triacs.

El dispositivo semiconductor de potencia debe ser elegido de tal modo que soporte los picos de potencia originados en la conmutación de estas cargas, que con frecuencia suelen ser elevados.

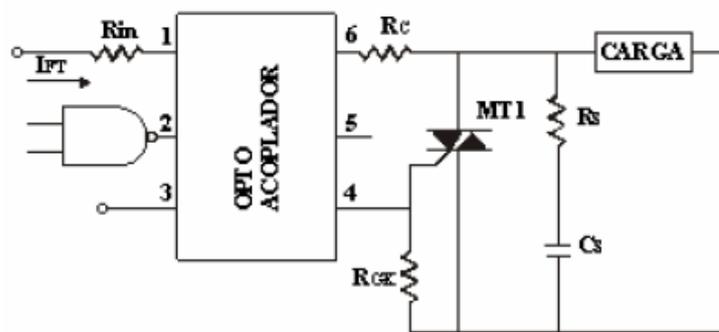


Figura 2.3. Gobierno de triacs mediante optoacopladores

Cálculos:

Para el diseño se tomarán en cuenta el optoacoplador MOC3020 con opción a ser reemplazado por el MOC 3021 y el triac BTA08 600C

La resistencia denominada RC en el circuito de la figura 2.3, limita la corriente a través del optoacoplador. El máximo valor de la corriente permitida, es decir, la corriente de pico ITSM, determina el valor mínimo de RC. Considerando una tensión de red de 110V, cabe esperar un pico de tensión VIN (pk).

$$V_{in(pk)} = 110\sqrt{2} \quad \text{Ec. 2.1}$$

$$V_{in(pk)} = 155.56 \text{ V}$$

Con lo cual, se obtiene el valor de RC (min)

$$Rc(min) = \frac{Vin(pk)}{ITSM} \quad \text{Ec. 2.2}$$

$$Rc(min) = \frac{155.56 V}{100 mA}$$

$$Rc(min) = 1555.5 \Omega$$

El valor ITSM = 100 mA se obtiene en las hojas de características

El valor máximo de RC se calcula de forma que permita el paso de la corriente de disparo del triac IGT, asegurando entre los extremos de este, la tensión máxima de pico en estado de conducción, VTM y para la tensión por encima de la cual no se produce el disparo del dispositivo VIH.

En las características dadas para el Optoacoplador MOC3020 (ver ANEXO G) y para el Triac BTA08 (ver ANEXO H), se tiene que:

VIH = 40V, VTM = 2.5V y que IGT = 5-50mA. Por lo tanto:

$$RC(max) = \frac{VIH-VTM}{IGT} \quad \text{Ec.2.3}$$

$$RC(max) = \frac{(40 - 2.5)V}{50mA}$$

$$RC(max) = 750\Omega$$

Por lo tanto el valor máximo de Rc seria 750 Ω en el caso de que el voltaje en los extremos del triac minimo fuera de 40V.

En nuestro diseño el voltaje en los extremos del triac es 155.56 V

$$RC(max) = \frac{VIH-VTM}{IGT} \quad \text{Ec.2.4}$$

$$RC(max) = \frac{(155.56 - 2.5)V}{50mA}$$

$$RC(max) = 3061.2\Omega$$

Para el cálculo de la resistencia de entrada al optoacoplador tomamos el valor de la corriente máxima (IFT) que soporta éste por lo tanto:

$$R_{in} = \frac{V}{IFT(max)} \quad \text{Ec.2.5}$$

$$R_{in} = \frac{12 V}{30 mA}$$

$$R_{in} = 400\Omega$$

$$R_{in} = \frac{V}{IFTmin} \quad \text{Ec.2.6}$$

$$R_{in} = \frac{12 V}{15 mA}$$

$$R_{in} = 800\Omega$$

2.3 SELECCIÓN DE TRANSDUCTORES

2.3.1 Sensor de Temperatura

Esta etapa comprende la selección del sensor de temperatura a utilizar, a continuación se realiza un análisis de ventajas y desventajas entre dos dispositivos que cumplen funciones similares, pero poseen diferentes características.

Tabla 2.10. Selección del sensor de temperatura

SENSOR DE TEMPERATURA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
TERMOCUPLAS	Económicas y robustas	No tienen una alta precisión (+/- 0.5°C)
	Fáciles de encontrar en el mercado	No pueden extenderse a más de 10 ó 20 mts
	Cubren amplios rangos de temperatura	Su vida útil se reduce considerablemente al ser expuestas a altas temperaturas
RTD	Alta precisión, de hasta +/-0.1°C	Un poco más costosas que los termopares
	Ideal para bajas temperaturas	Trabajan en un rango de temperatura limitado (máximo 700°C)
	Puede ser extendido fácilmente hasta 30 mts. con cable de cobre común	Frágiles, no utilizables en lugares donde haya mucha vibración

Con base a la información de la tabla anterior se utilizará una termocupla como sensor de temperatura.

Termocupla es un dispositivo que convierte una magnitud física en una señal eléctrica. Está constituida por dos alambres metálicos diferentes que unidos, desarrollan una diferencia de potencial eléctrico entre sus extremos libres que es aproximadamente proporcional a la diferencia de temperaturas entre estas puntas y la unión.



Figura 2.4. Apariencia física de una termocupla

La siguiente tabla muestra los diferentes tipos de termocuplas de acuerdo a su rango de medición.

Tabla 2.11. Tipos de termocuplas

SIMBOLO	TIPO DE METALES		T° DE UTILIZACION
	+	-	
T	Cobre	Cobre Níquel	-200°C a +350 °C
J	Hierro	Cobre Níquel	-40°C a +750 °C
E	Níquel Cromo	Cobre Níquel	-150°C a +800 °C
K	Níquel Cromo	Níquel Aleado	-150°C a +1100 °C
N	Níquel Silicio Cromo	Níquel Silicio	-150°C a +1100 °C

Como se puede ver en la tabla 2.11 las termocuplas disponibles para la aplicación del proyecto son tipo T, J y K. Siendo las tipo J y K las más utilizadas en el campo de extrusión y soplado de termoplásticos.

Por lo tanto las termocuplas que se utilizarán son del tipo K la cual posee un rango de temperaturas de -150°C a 1100 °C

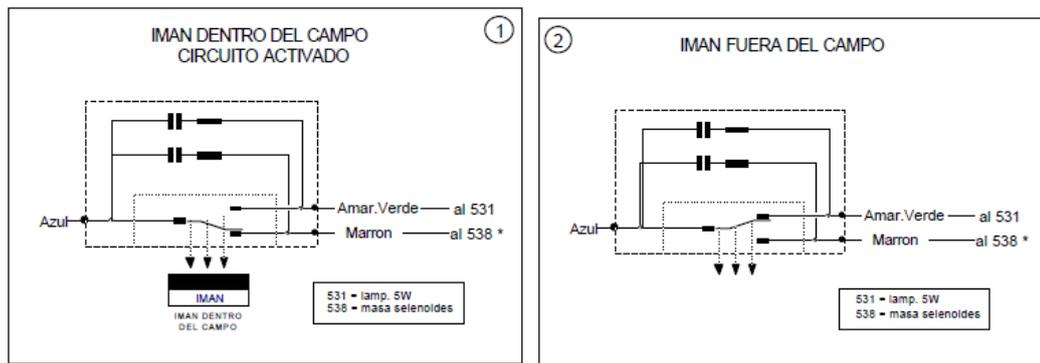
2.3.2 Sensor magnético

Este dispositivo (ver figura 2.5), es un interruptor, que a diferencia de actuar sobre él manualmente se hace magnéticamente. Es decir, se activa cuando un imán se le aproxima y se desactiva cuando este se separa.

Consta de dos elementos:

SOPORTE ELECTRÓNICO: El soporte electrónico, incorpora en su interior, los mecanismos que harán abrirse o cerrarse un circuito. Como si de un relé se tratara.

SOPORTE MAGNÉTICO: El soporte magnético, tiene en su interior dos imanes polarizados de forma que su campo se dirija de forma adecuada.



(a)

(b)

Figura 2.5: a) Con imán dentro del campo de acción
b) Con imán fuera del campo de acción.

2.3.3 Sensor inductivo



Figura 2.6. Apariencia física de un sensor inductivo

Los sensores inductivos seleccionados poseen las siguientes características:

- Voltaje de entrada: 12 VDC
- Tipo NPN

2.4 SELECCIÓN DEL HARDWARE DEL PLC

La correcta selección de componentes es uno de los aspectos fundamentales en el proceso de automatización, que se ajusta a parámetros técnicos, económicos, disponibilidad en el mercado, etc.

El PLC el cual, además de controlar todas las operaciones del proceso de extrusión y soplado de plástico, le dará mayor robustez al sistema de control frente a entornos hostiles como ambientes de campo o industriales; por lo tanto el hardware del PLC de acuerdo a las necesidades del proyecto consta de los siguientes parámetros a considerar.

2.4.1 CPU DEL PLC

La CPU del PLC tendrá la capacidad de cubrir las siguientes necesidades:

- Memoria de programa y datos Mayor a 21 Kb
- Temporizadores Mayor o igual a 10

- Módulos de expansión Comunicación AS-i
- Alimentación 110-220 VAC
- Número de entradas mayor o igual a 32
- Número de Salidas Mayor o igual a 24
- Tipo de salida a relé o transistor

Tabla 2.12. Entradas digitales

Item		Descripción
1	I0.0	Activa mando automático
2	I0.1	Activa mando manual
3	I0.2	Paro de emergencia
4	I0.3	Inicia el ciclo
5	I0.4	Sensor brazo adelante
6	I0.5	Sensor brazo atrás
7	I0.6	Sensor pinza cerrada
8	I0.7	Disponible para otras aplicaciones
9	I1.0	Activar rebabeador modo manual
10	I1.1	Sensor de la puerta
11	I1.2	Sensor carro arriba
12	I1.3	Sensor molde cerrado
13	I1.4	Sensor carro abajo
14	I1.5	Sensor molde abierto
15	I1.6	Sensor pin arriba
16	I1.7	Activar banda transportadora modo manual
17	I2.0	Subir carro modo manual
18	I2.1	Bajar carro modo manual
19	I2.2	Abrir molde modo manual
20	I2.3	Cerrar molde modo manual
21	I2.4	Activar corte modo manual
22	I2.5	Activar aire de soplado modo manual

23	I2.6	Bajar pin de soplado modo manual
24	I2.7	Disponible para otras aplicaciones
25	I3.0	Activar control de temperatura Zona A
26	I3.1	Activar control de temperatura Zona B
27	I3.2	Activar control de temperatura Zona C
28	I3.3	Activar control de temperatura Zona D
29	I3.4	Abrir pinza modo manual
30	I3.5	Cerrar pinza modo manual
31	I3.6	Avanza brazo modo manual
32	I3.7	Regresa brazo modo manual

Tabla 2.13. Salidas digitales

Item		Descripción
1	Q0.0	Cuchilla en sentido horario
2	Q0.1	Carro arriba
3	Q0.2	Carro abajo
4	Q0.3	Cuchilla en sentido antihorario
5	Q0.4	Molde cerrado
6	Q0.5	Molde abierto
7	Q0.6	Activar soplado
8	Q0.7	Pin de soplado abajo
9	Q1.0	Relé auxiliar utilizado para comandar el impulsor
10	Q1.1	Disponible para otras aplicaciones
11	Q1.2	Disponible para otras aplicaciones
12	Q1.3	Avanza brazo
13	Q1.4	Regresa brazo
14	Q1.5	Abre pinza
15	Q1.6	Cierra pinza
16	Q1.7	Rebabeador

17	Q2.0	Activa SSR de la niquelina de la Zona A
18	Q2.1	Activa SSR de la niquelina de la Zona B
19	Q2.2	Activa SSR de la niquelina de la Zona C
20	Q2.3	Activa SSR de la niquelina de la Zona D
21	Q2.4	Lámpara roja
22	Q2.5	Lámpara verde
23	Q2.6	Lámpara tomate
24	Q2.7	Sirena

Para poder realizar la selección correcta del PLC, se realiza la siguiente tabla tomando en cuenta que es un PLC siemens S7 200.

Tabla 2.14. Selección del PLC

PARAMETROS	PLC SIEMENS S7 200		
	CPU 222	CPU 224 XP	CPU 226
Entradas digitales integradas	8	14	24
Entradas analógicas integradas	0	2	0
Salidas digitales integradas	6	10	16
Capacidad de memoria de programa	4 Kb	16 Kb	24kb
Soporta módulos de ampliación	2	7	7

Realizando un análisis de acuerdo a las necesidades, se decidió optar por el PLC S7 200 con CPU226, las características se encuentran descritas en el Anexo A, Hoja de Especificaciones Técnicas.

2.5 SELECCIÓN DE LOS MÓDULOS DE AMPLIACIÓN

La siguiente tabla muestra las características de los módulos de ampliación.

Tabla 2.15. Módulos de ampliación

MÓDULOS	Entradas digitales	Salidas digitales	Entradas analógicas	Alimentación
221-1BF21-OXAO	8	0	0	24Vdc
231 - 7PD22 – OXAO	0	0	4	24Vdc
222-1HF21-0XA0	0	0	8	24Vdc

2.5.1 Módulo EM231 - 7PD22 – OXAO

La elección de este equipo se realizó basándose en la necesidad de cubrir las señales de termocuplas, ya que el controlador seleccionado no cumplía con estos requerimientos. En el Anexo B se presenta más detalladamente las características de este módulo.

2.5.2 Módulo 221-1BF21-0XA0

La selección de este módulo se realizó debido a la necesidad de cubrir más señales de entradas digitales del proceso. En el Anexo C se presenta más detalladamente las características de este módulo.

2.5.3 Módulo 222-1HF21-0XA0

La selección de este módulo se realizó debido a la necesidad de obtener más señales de salidas digitales del proceso, ya que el controlador elegido no poseía las entradas requeridas. En el Anexo D se presenta más detalladamente las características de este módulo.

2.6 PANEL DE VISUALIZACIÓN

El criterio de selección del operador gráfico necesario para manejar el proceso, se basa principalmente en la compatibilidad con el controlador previamente escogido, el costo de adquisición es otro de los parámetros que se debe considerar.

La tabla 2.16 muestra una ponderación tomando en cuenta algunos parámetros.

Tabla 2.16. Selección del panel de visualización.

PARAMETROS	PANELES SIMATIC (SIEMENS)		
	Basic Panels	Comfort Panels	Mobile Panels
Función táctil	6	8	9
Costo	6	4	4
Robustos	6	7	8
Ahorro de energía en modo inactivo	4	8	8
PUNTAJE TOTAL	22	27	29

De acuerdo a los parámetros mencionados en la tabla anterior se eligió utilizar un panel básico de la marca siemens, por asuntos de costos y la función de ser táctil para un mejor manejo intuitivo.

2.6.1 HARDWARE.

Para supervisar el proceso de extrusión y soplado de plástico es necesario realizar un HMI (Interface Hombre Máquina), la obtención de curvas de temperatura, visualización de tiempos que son necesarios en cada etapa del proceso implica utilizar de un Operador Gráfico, que cubra estos requerimientos y que sea compatible con el controlador previamente seleccionado.

Tomando en cuenta esta consideración el panel operador seleccionado es el TP 177 micro el cual es económico perteneciente a la categoría de paneles táctiles con

capacidad gráfica y con todas las funciones básicas necesarias para tareas sencillas para máquinas pequeñas, y lo más importante que son exclusivamente para trabajar con S7 200, además que pertenece a la familia de paneles que son programados con WinCC flexible.

El panel táctil TP 177 micro de la marca siemens para manejar y supervisar máquinas e instalaciones de pequeño tamaño presenta las siguientes características.

- Equipo de iniciación económico perteneciente a la categoría de paneles táctiles con capacidad gráfica y con todas las funciones básicas necesarias para tareas sencillas
- Pantalla táctil gráfica (analógica/resistiva) STN de 5,7", 4 tonos de azul. Especial para SIMATIC S7-200
- La comunicación con el autómatas se realiza a través de la interfaz integrada mediante un acoplamiento punto a punto. Conexión al autómatas a través de cable MPI o cable PROFIBUS DP

En el Anexo E se presenta más detalladamente las características de este panel operador.

2.7 HMI

Una HMI puede considerarse como una "ventana de un proceso". Esta ventana puede estar en dispositivos especiales como paneles de operador.

Las señales del proceso son conducidas a la HMI por medio del PLC.

El objetivo principal de una interfaz de usuario es que éste se pueda comunicar a través de ella con algún tipo de dispositivo y que dicha comunicación se desarrolle de forma fácil y cómoda para el usuario.

La HMI que se utilizará es local debido a que puede ser utilizada en las aplicaciones de nivel básico, los paneles de mando con funciones alfanuméricas constituyen una herramienta de fácil entendimiento e interacción entre el operador y el PLC.

2.8 DISEÑO DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL

WinCC flexible permite adaptar el entorno de trabajo a las necesidades del usuario. En el proceso de ingeniería, aparece en la pantalla un entorno de trabajo orientado a la tarea concreta de configuración que se desea llevar a cabo.

2.8.1 Pantalla principal de supervisión

La pantalla principal debe contener el acceso a las diferentes ventanas del proceso de supervisión.

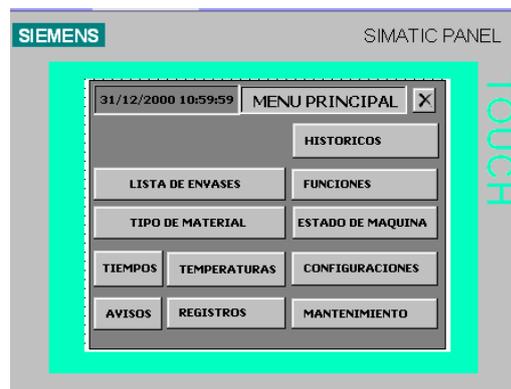


Figura 2.7. Pantalla principal de supervisión

El menú principal consta de las siguientes ventanas como son:

- Ventana de lista de envases
- Control de temperaturas
- Ventana de Alarmas
- Ventana de funciones
- Ventana de tiempos
- Ventana de registros

- Ventana de estado de máquina
- Pantalla de Históricos
- Fin de runtime

El control manual estará dado mediante pulsadores y selectores para incrementar la vida útil del panel operador.

2.8.2 Ventana de envases

En esta ventana se puede seleccionar el tipo de envase que se desea fabricar, existen varios tipos pero en la pantalla constan los más usuales. Los envases se seleccionan de acuerdo a su capacidad en centímetros cúbicos.

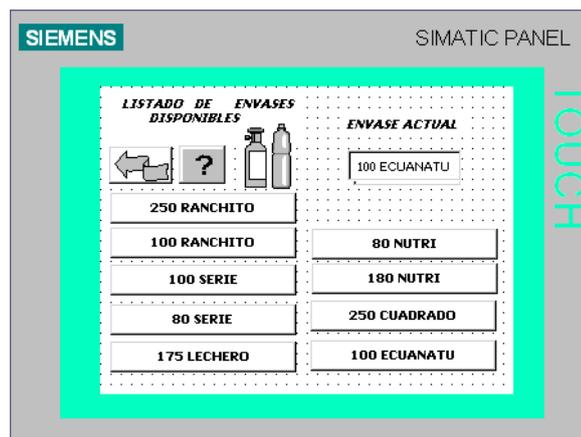


Figura 2.8. Listado de envases

2.8.3 Pantalla de históricos

En esta ventana se presentan las curvas del cambio de temperatura versus el tiempo de las zonas encendidas.

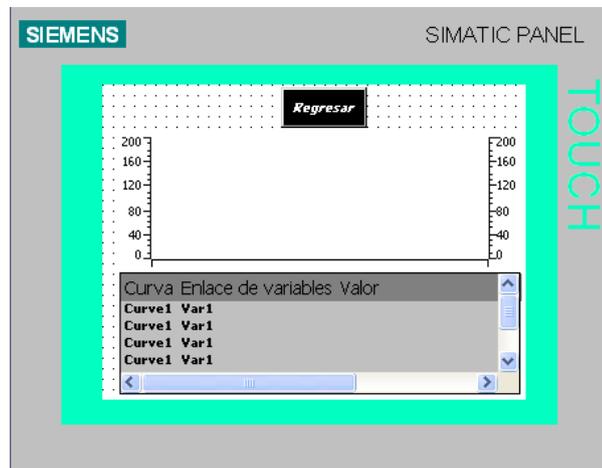


Figura 2.9. Pantalla de históricos

2.8.4 Temperaturas

En esta pantalla se observan los valores de las temperaturas actuales de las zonas, y además permite editarlos de acuerdo a los requerimientos del proceso. Para una mejor ilustración consta de barras que indican el comportamiento de las temperaturas.

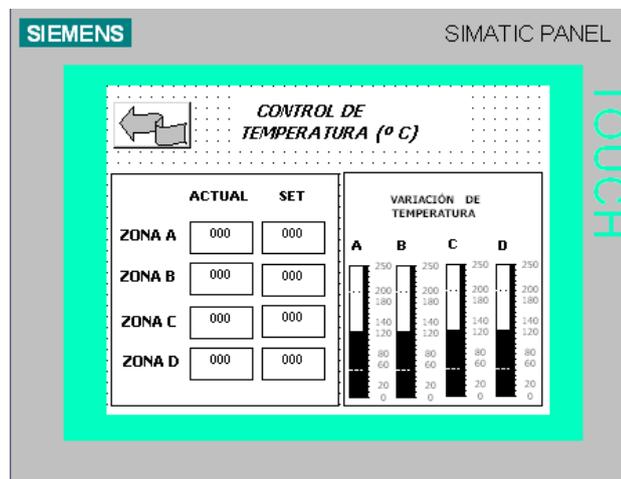


Figura 2.10. Pantalla de control de temperaturas

2.8.5 Alarmas

En esta pantalla se puede observar con detalle los eventos de falla que ocurren durante el proceso.

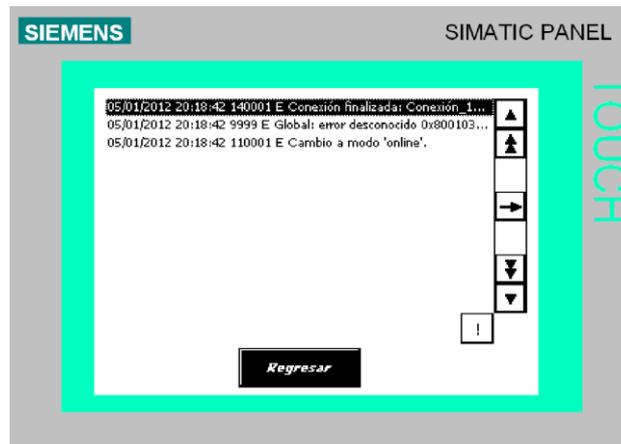


Figura 2.11. Pantalla de alarmas

2.8.6 Ventana de funciones

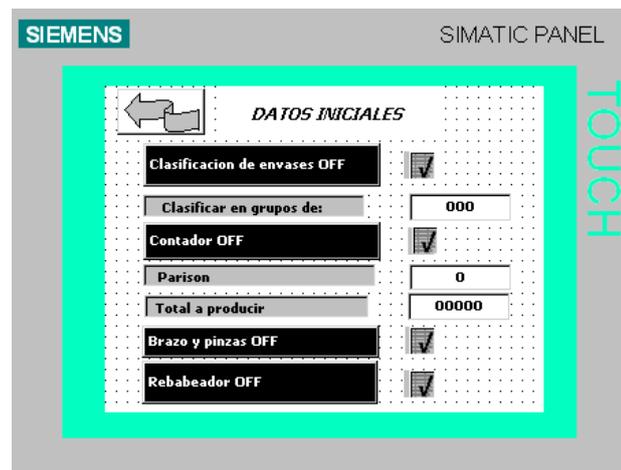


Figura 2.12. Pantalla de parámetros del proceso

En esta parte de la HMI se puede activar la opción de un contador para fabricar un cierto número de envases y que se apague automáticamente el proceso, para esto es necesario saber con cuántos parison trabaja la máquina (cuántos envases se fabrican en cada ciclo). Desde aquí también se pueden activar la banda transportadora y el sistema de rebabeo.

2.8.7 Ventana de tiempos

Los tiempos que se especifican a continuación se cargan automáticamente de acuerdo al tipo de envase que se haya seleccionado, ya que la capacidad de cada uno de ellos es la que determina dichos tiempos. Además existe la opción de editarlos mientras el proceso está en funcionamiento.

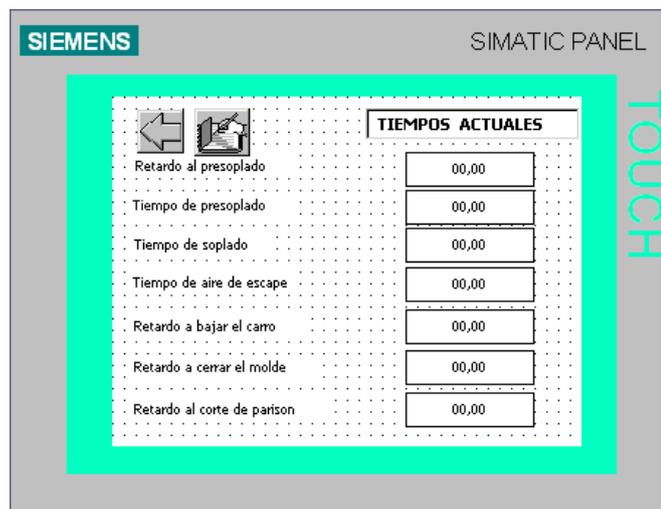


Figura 2.13. Pantalla de tiempos

2.8.8 Ventana de registros

En la ventana de registros se visualiza el valor correspondiente al número de envases a producir y cuantos van hasta ese momento. Además podemos observar el tiempo que lleva en finalizar cada ciclo de extrusión y soplado del termoplástico.

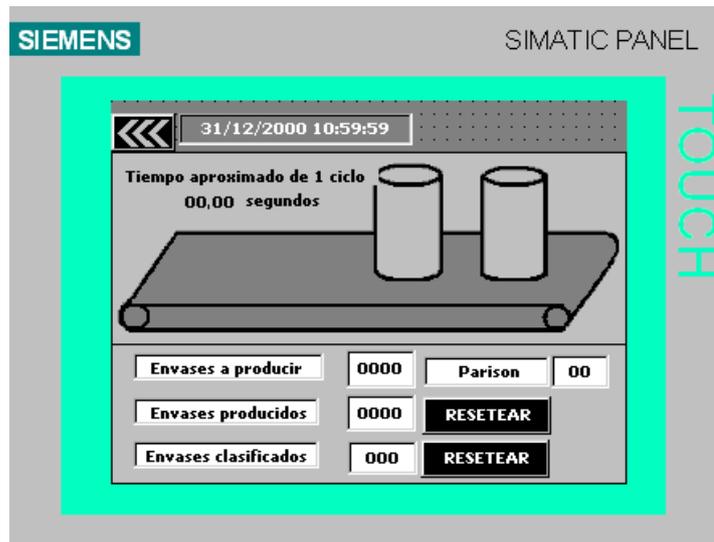
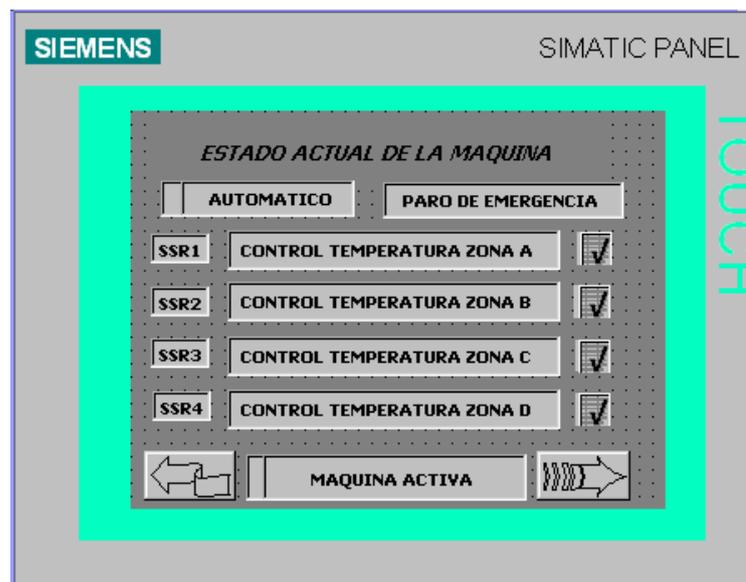


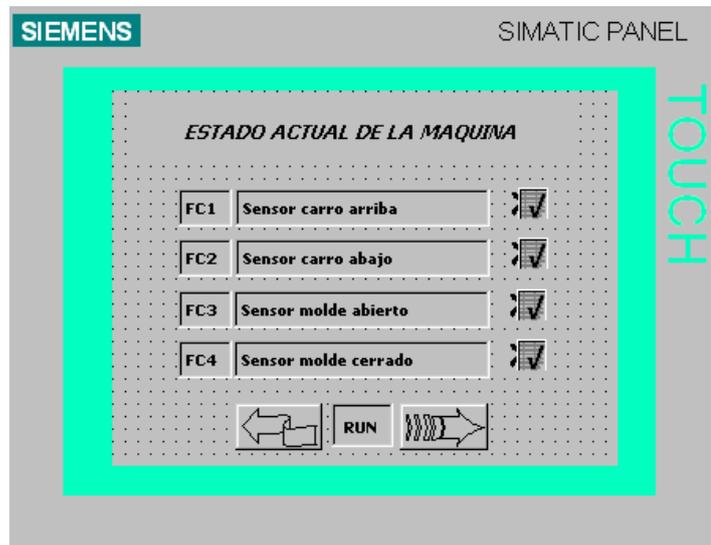
Figura 2.14. Pantalla de registros

2.8.9 Ventana de estado de máquina.

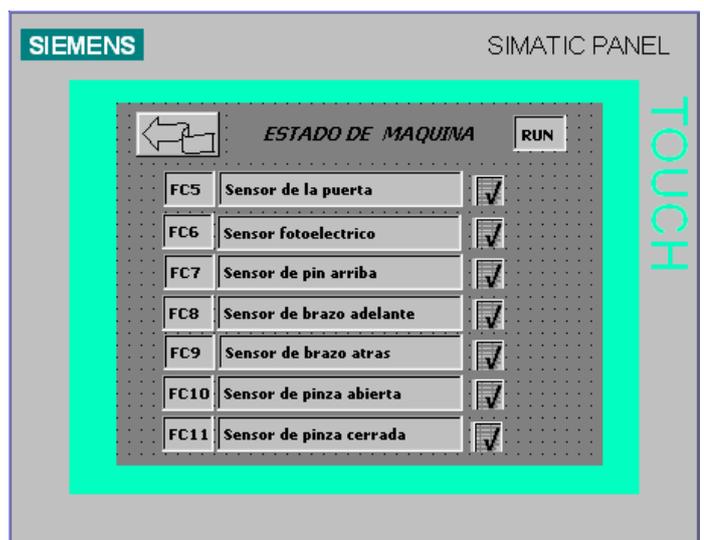
Esta parte de la HMI sirve para conocer si los sensores están funcionando correctamente y llega la señal al PLC, además si los controles de temperatura se encuentran activados o desactivados y si los relés de estado sólido están recibiendo la señal correcta y en el momento preciso.



(a)



(b)



(c)

Figura 2.15. Pantalla de estado de máquina

2.8.10 Ventana de configuraciones.

Esta ventana esta únicamente disponible para configurar los datos correspondientes a la hora y a la fecha e ingresar a la pantalla principal del panel para realizar algún ajuste, es decir cierra la cesión.

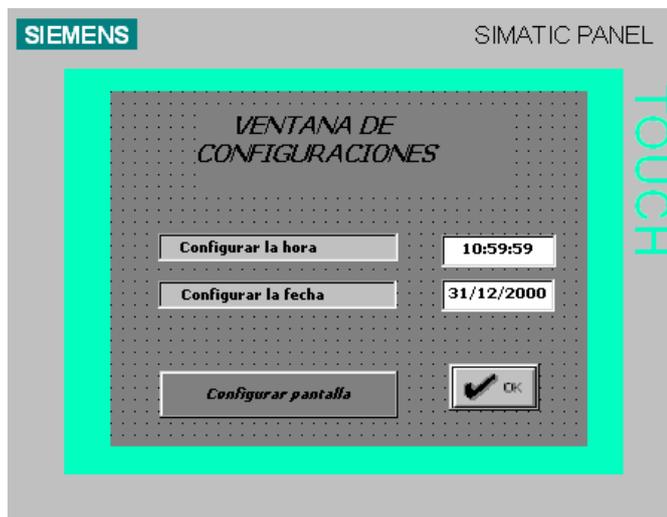


Figura 2.16. Pantalla configuración

2.9 DISEÑO DEL TABLERO DE MANDO

El tablero de mando se diseñó con el propósito que el operador tenga acceso a controlar el proceso tanto de forma manual como automática y además visualizar el estado del proceso de extrusión y soplado de envases plásticos.

En el tablero de mando se implementa la conexión de las bombas, electroválvula, sensores, alimentación del PLC, módulo para termocuplas, etc.

La energización del tablero se realiza con un interruptor termomagnético, de igual manera el cambio de modo de operación se hace con un selector manual de tres posiciones, también el tablero cuenta con un panel de visualización en el cual se podrán ver todas las variables del sistema en tiempo real, además posee con una torre de luces y alarmas en caso que las variables excedan el límite del diseño.

En el Anexo J se muestra el diagrama de conexiones del PLC así como la conexión de los módulos de ampliación.

2.10 DISEÑO DEL PROGRAMA DEL PLC

El programa del PLC se realiza utilizando STEP 7-Micro/WIN mediante el editor tipo KOP. El programa consta de dos secciones que son el programa principal y las subrutinas.

2.10.1 PROGRAMA PRINCIPAL

Es la etapa del programa que se ejecuta durante todo el proceso y es un ciclo repetitivo que tiene asignado las siguientes acciones:

a. Adquisición y procesamiento de datos

Para poder visualizar de manera real los datos análogos de las temperaturas que entregan las termocuplas como se observa en la Figura 2.15, tenemos que guardarlos, luego transformarlos a reales y de esta manera se podrán visualizar los valores verdaderos de las temperaturas.

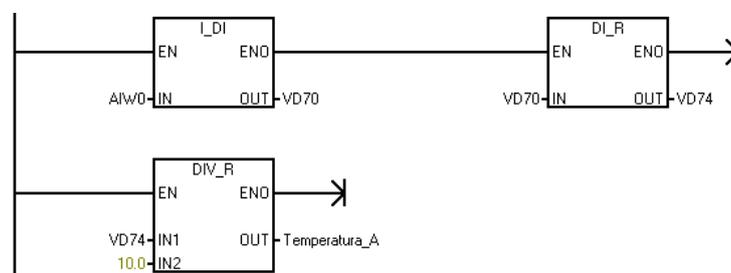


Figura 2.17. Datos de temperaturas

Al realizar la selección del tipo de envase que se quiere elaborar, en la programación lo que sucede es que se ingresan diferentes valores en los temporizadores, pero al visualizarlos en la HMI se observan en decimales para que el operador conozca que debe ingresar tiempos reales por lo tanto también debemos realizar la conversión de enteros, doble enteros y reales.

Un sensor inductivo está colocado en una de las puertas que finaliza el proceso en modo automático cuando se la abre, contienen internamente un contacto normalmente abierto el cual nos da una señal digital, la misma que entra al PLC y es utilizada como seguridad para el operador.

b. Manejo de alarmas.

Para diseñar el programa, se tomó en cuenta todos los eventos irregulares posibles que puedan darse en este proceso, es por esta razón que al no cumplir las variables declaradas con las condiciones propuestas en el software, se activarán luces, una sirena y el mensaje en la pantalla de avisos de la HMI, indicadores de alarmas.

c. Programa principal

Buscando una mejor organización del software del controlador se desarrollan varias subrutinas.

Este incorpora la secuencia general del programa de control para el proceso. En la Figura 2.16 se representa la selección del modo de trabajo que puede ser manual o automático.

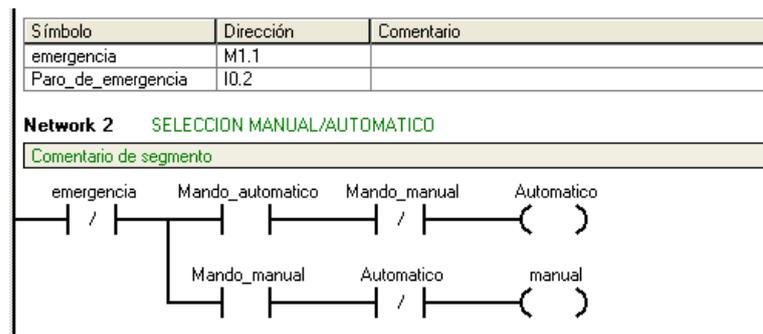


Figura 2.18. Selección modo manual o automático

En modo automático, las acciones de control sobre los parámetros del proceso, se ejecutan desde el PLC, en la Figura 2.17 se muestran las etapas del proceso.

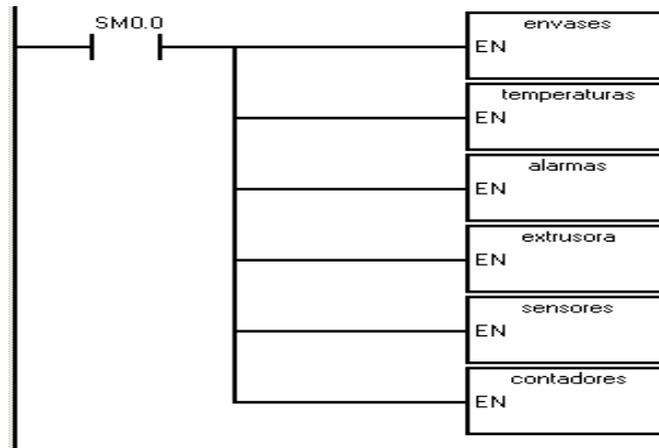


Figura 2.19. Etapas del proceso

Subrutina0.

Llamada envases, en esta subrutina se da la orden para cargar los diferentes valores de tiempos dependiendo del envase que se haya seleccionado.

Subrutina1.

Llamada temperaturas, inicia el control de temperatura de cada zona para el tornillo extrusor.

Subrutina2.

Llamada alarmas, en esta subrutina se da la orden de encendido de una luz roja cuando sucede alguna falla en el proceso y se muestran los avisos en la HMI.

Subrutina3.

Llamada extrusora, en esta subrutina se da la orden de activación a un relé auxiliar indicando que ya se puede encender el impulsor del tornillo extrusor cuando las temperaturas se encuentren en los valores de funcionamiento, y apagado cuando la temperatura se reduce a valores críticos.

Subrutina4.

Llamada sensores, esta subrutina sirve para ver el estado de máquina ya sea en modo manual o automático podemos observar si entran todas las señales al PLC.

Subrutina5.

En esta subrutina se activan los contadores ya sea con uno o dos pàrison según se desee trabajar en la máquina, para elaborar una cantidad exacta de envases y posteriormente terminar con el proceso.

Representación del funcionamiento lógico para modo manual y automático, tal como se muestra en la figura 2.17.

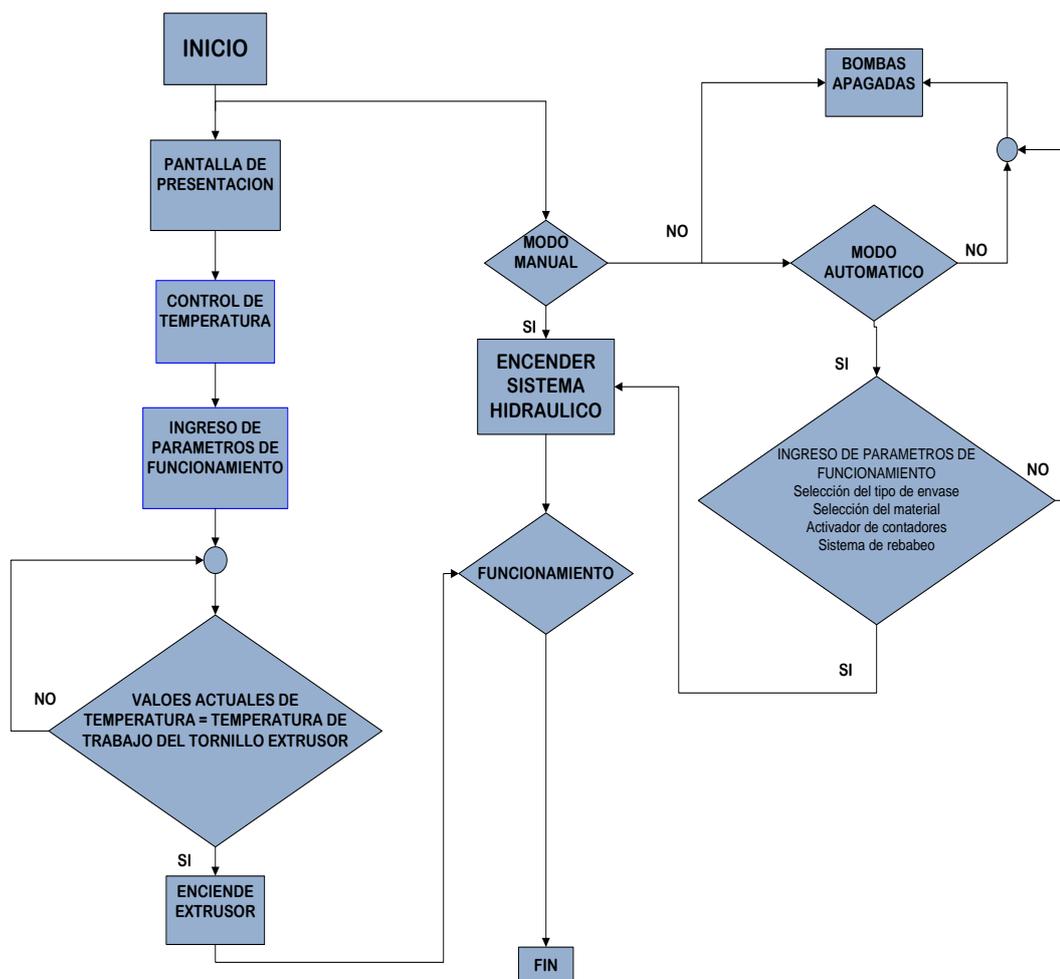


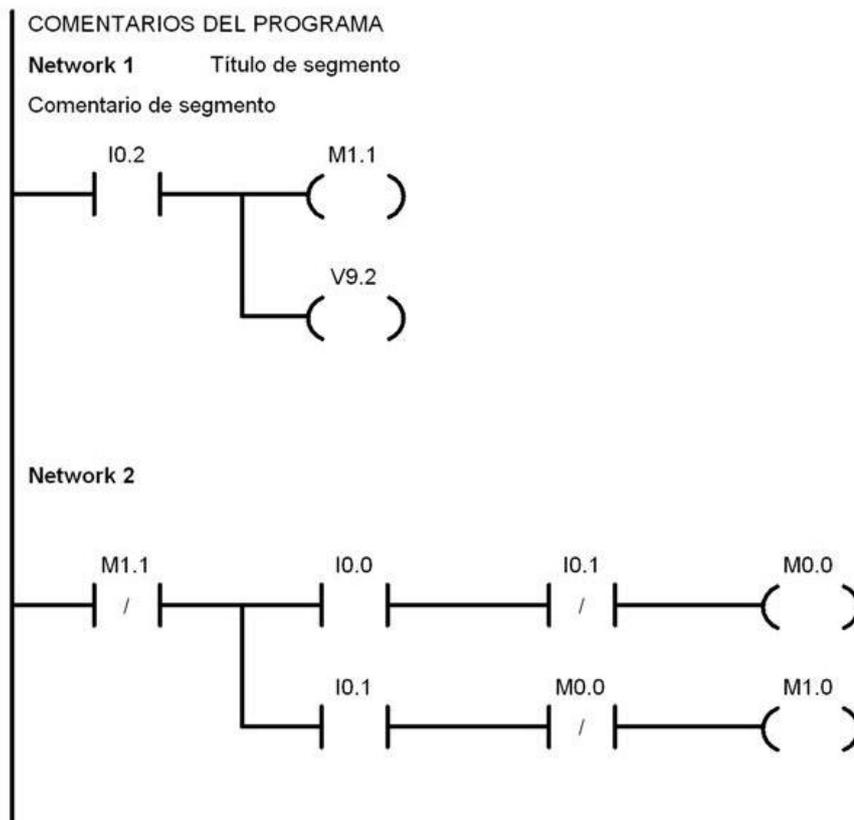
Figura 2.20. Diagrama de flujo general

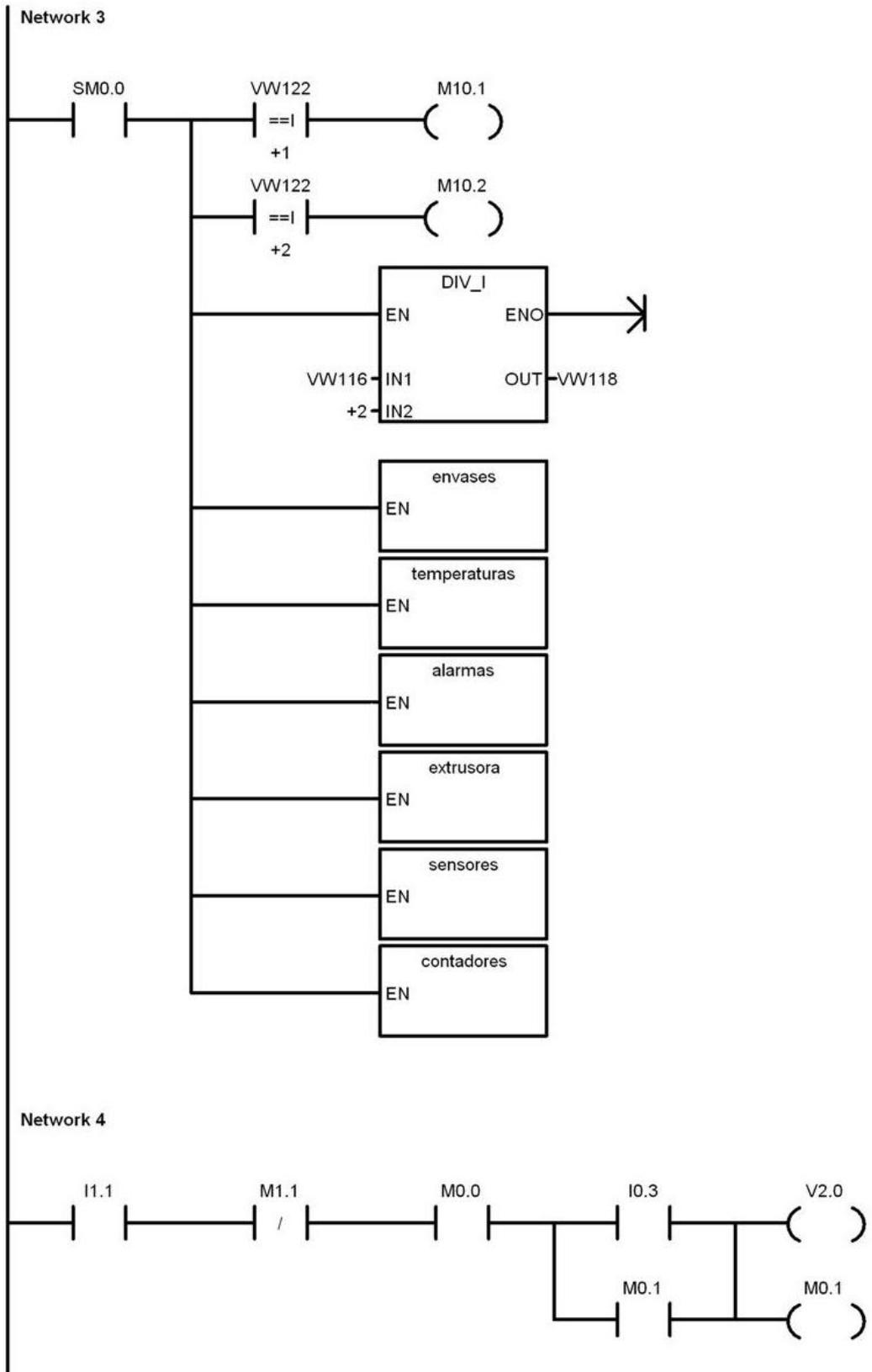
2.10.2 PROGRAMACION DEL PLC

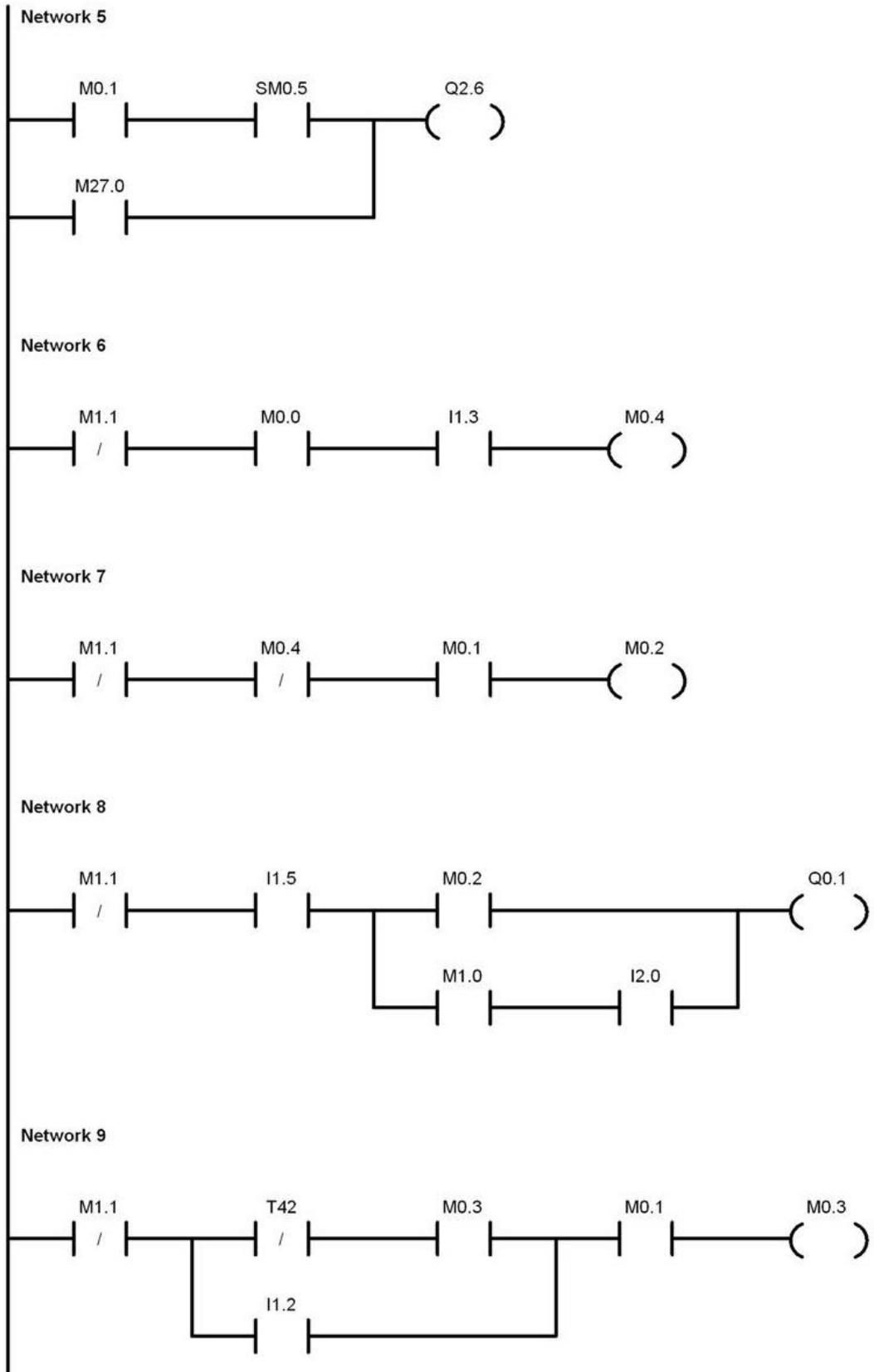
a. Designación de elementos empleados en la programación

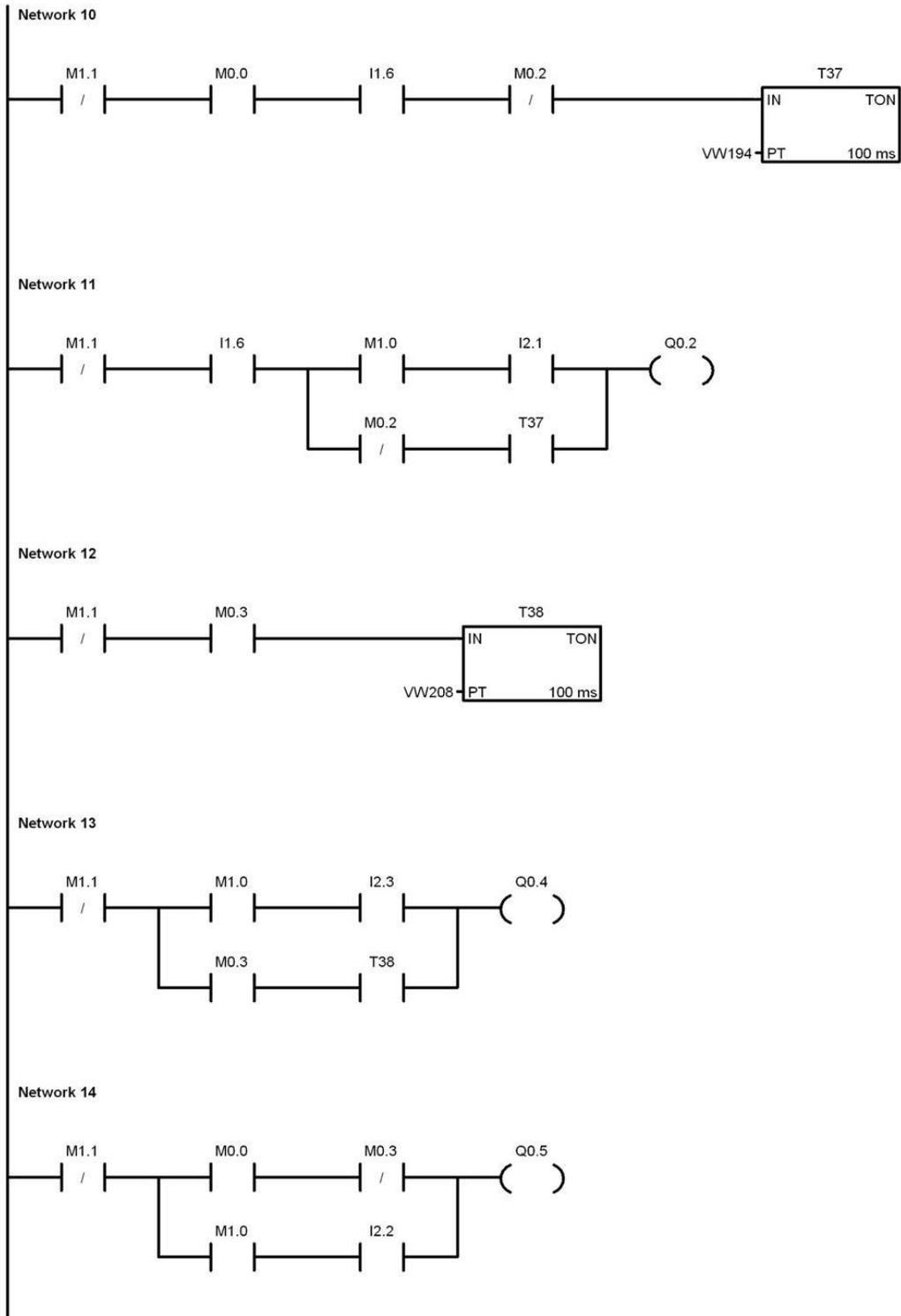
Es necesario antes de iniciar el análisis del programa conocer los distintos elementos utilizados. La designación y nombre de las entradas, salidas, memorias, temporizadores y contadores que se emplearon se encuentran detalladas en cada línea de programación.

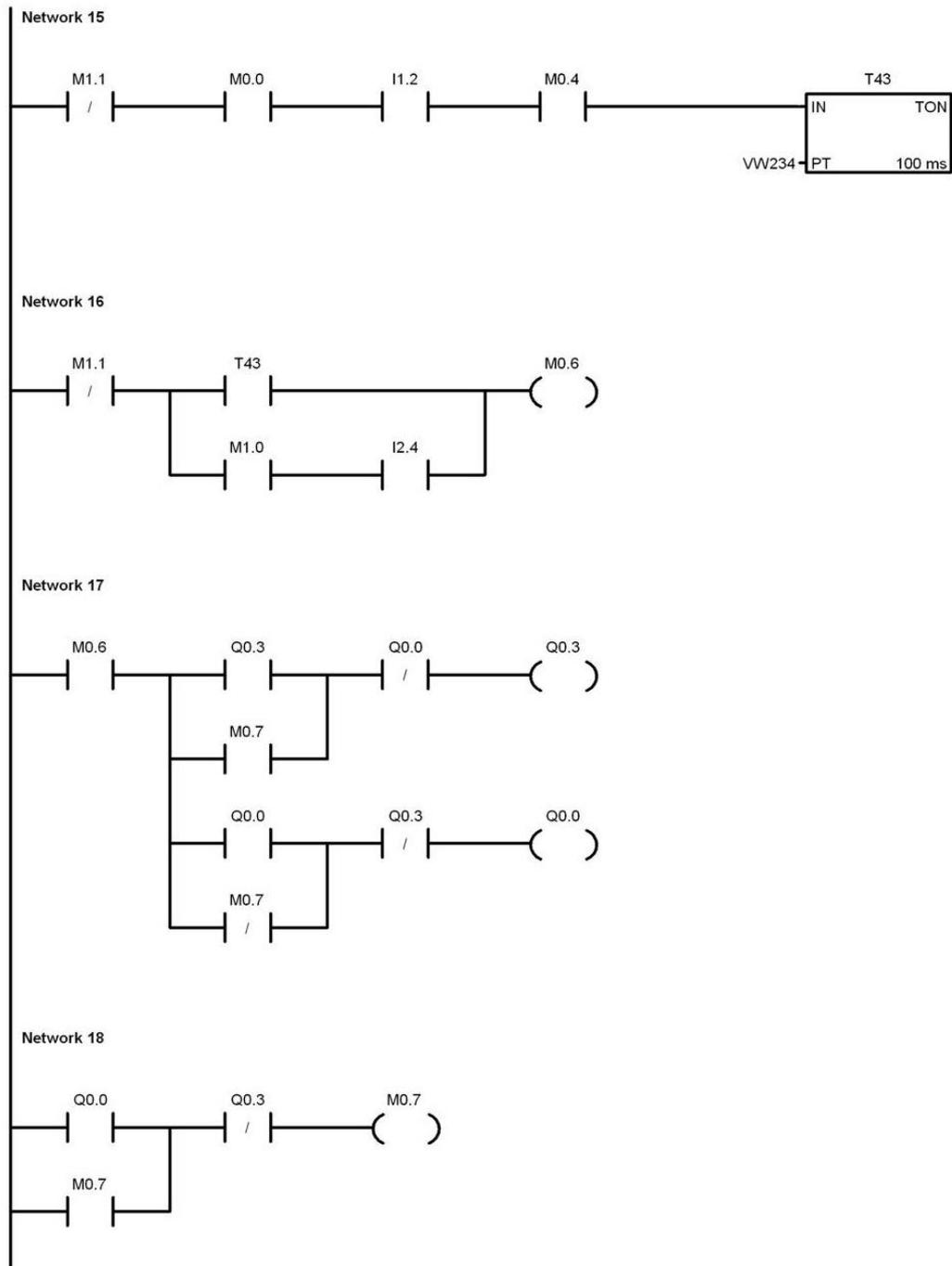
b. PROGRAMACION DEL PLC EN EL PROGRAMA STEP 7

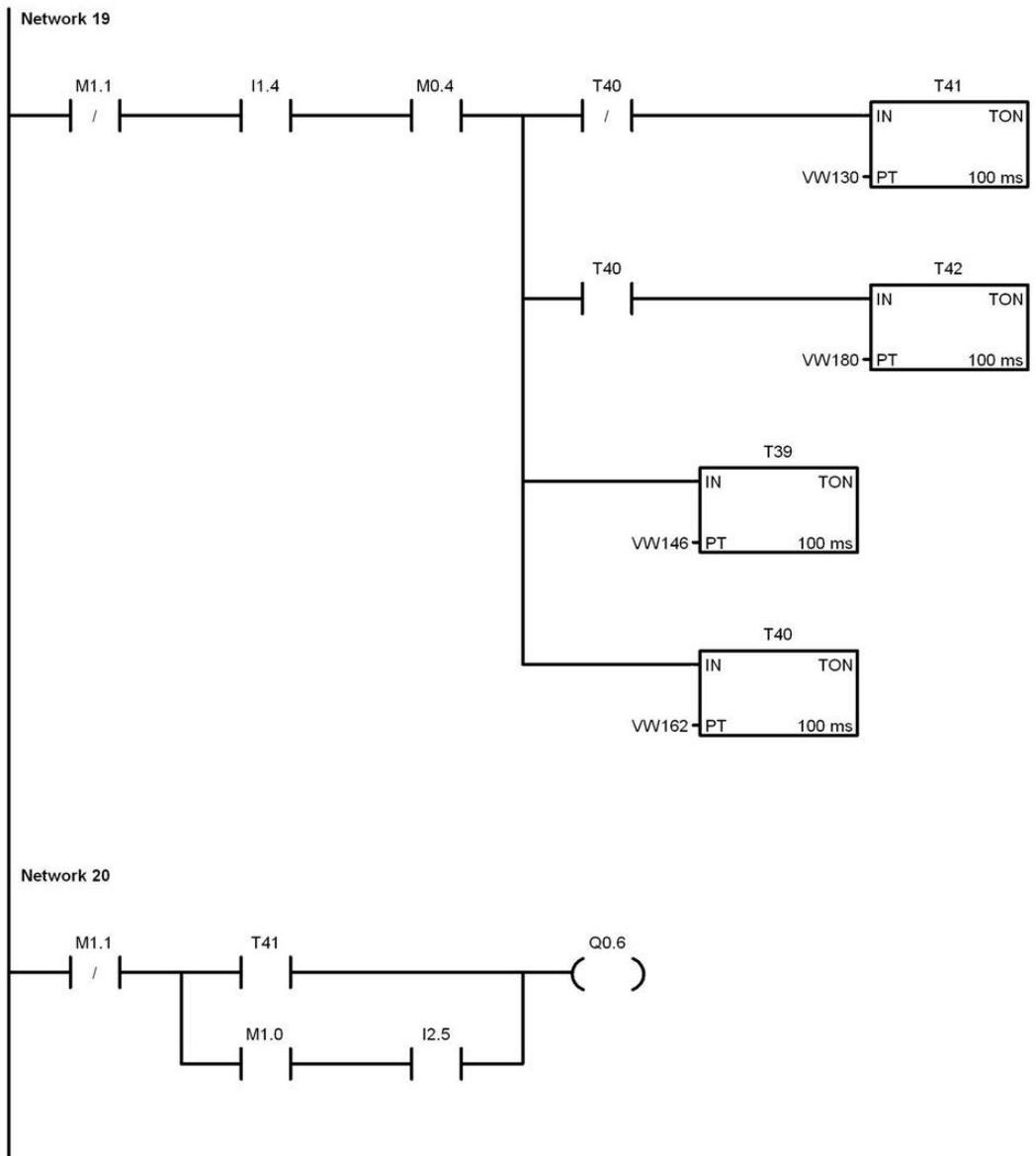


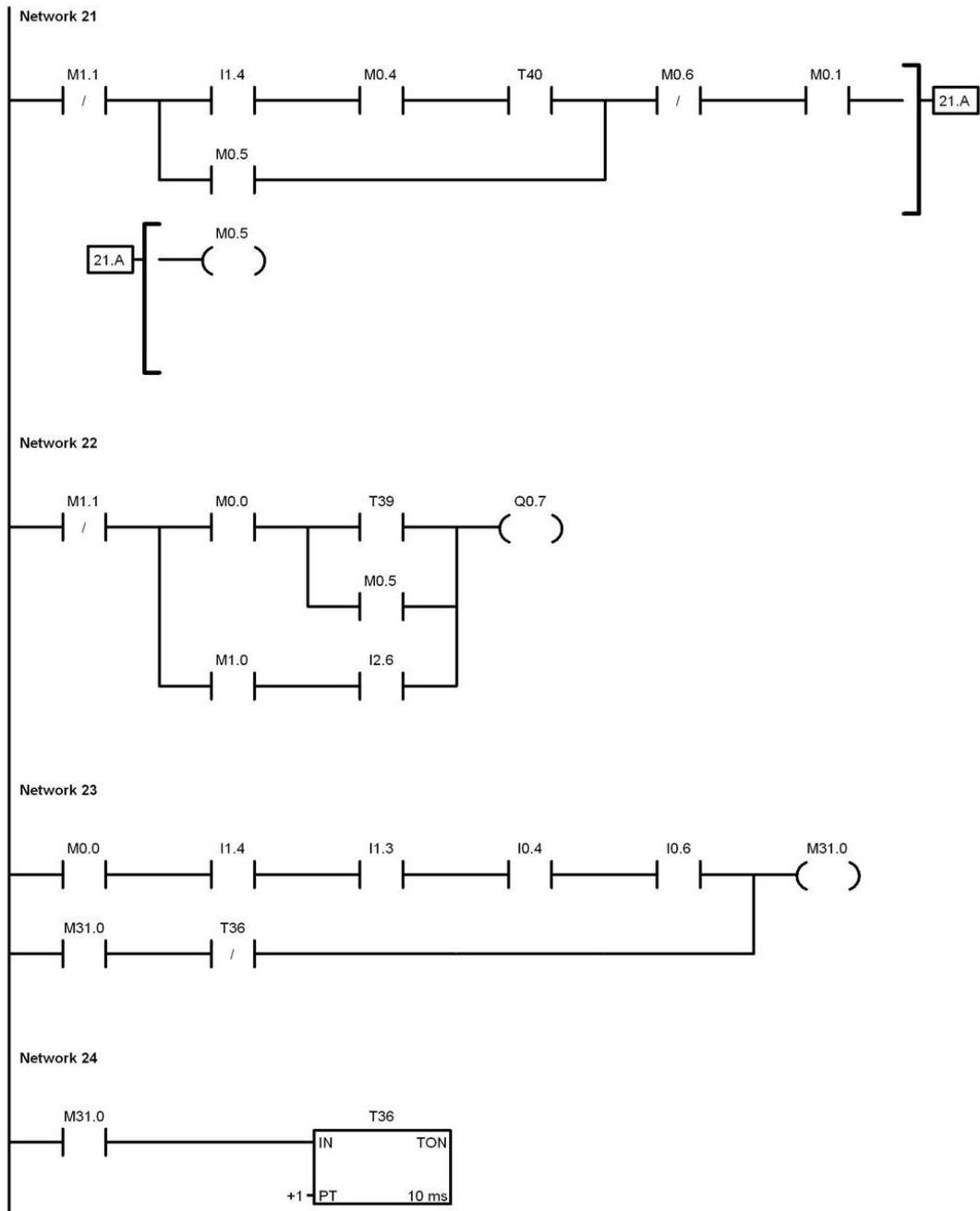


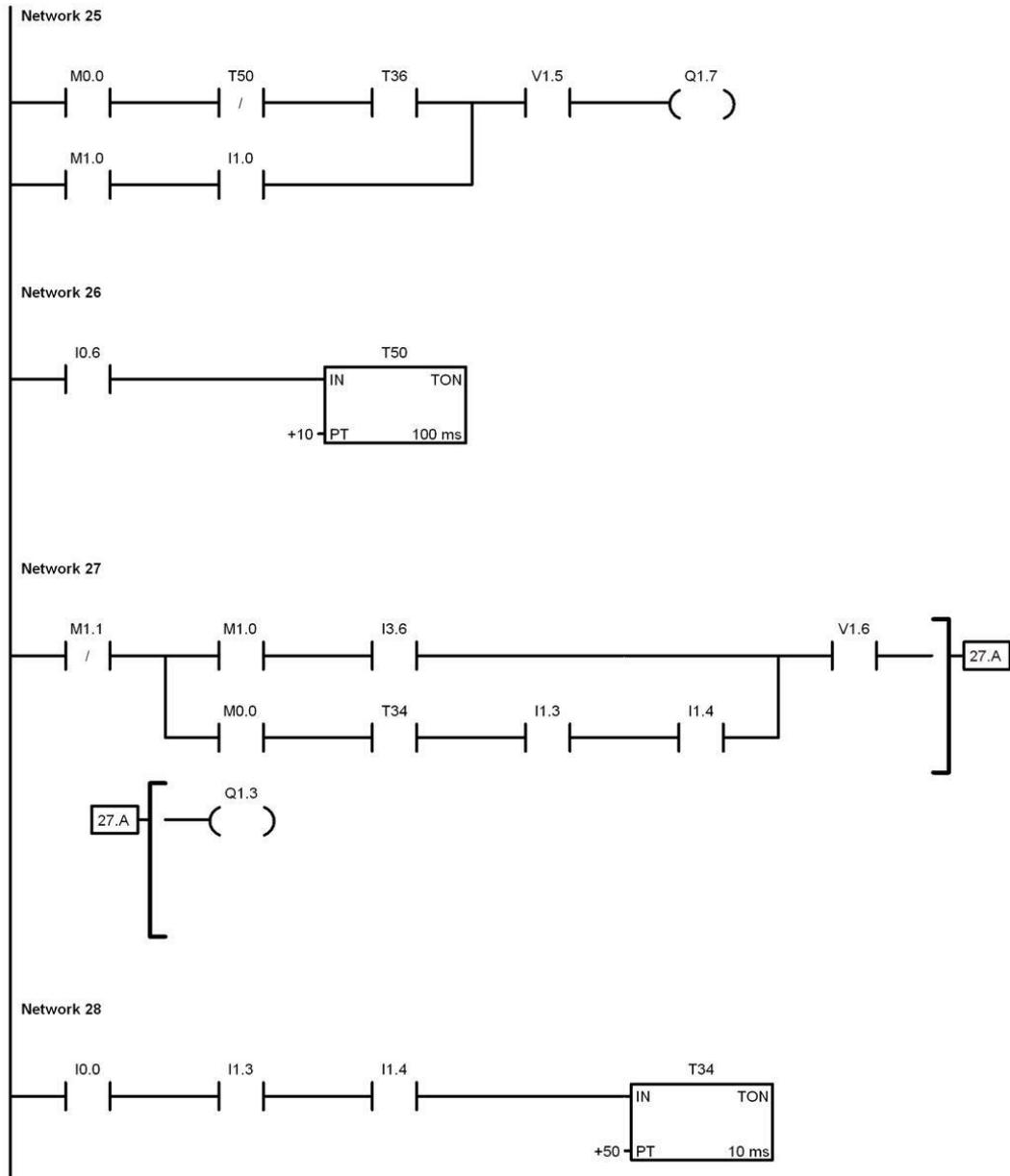


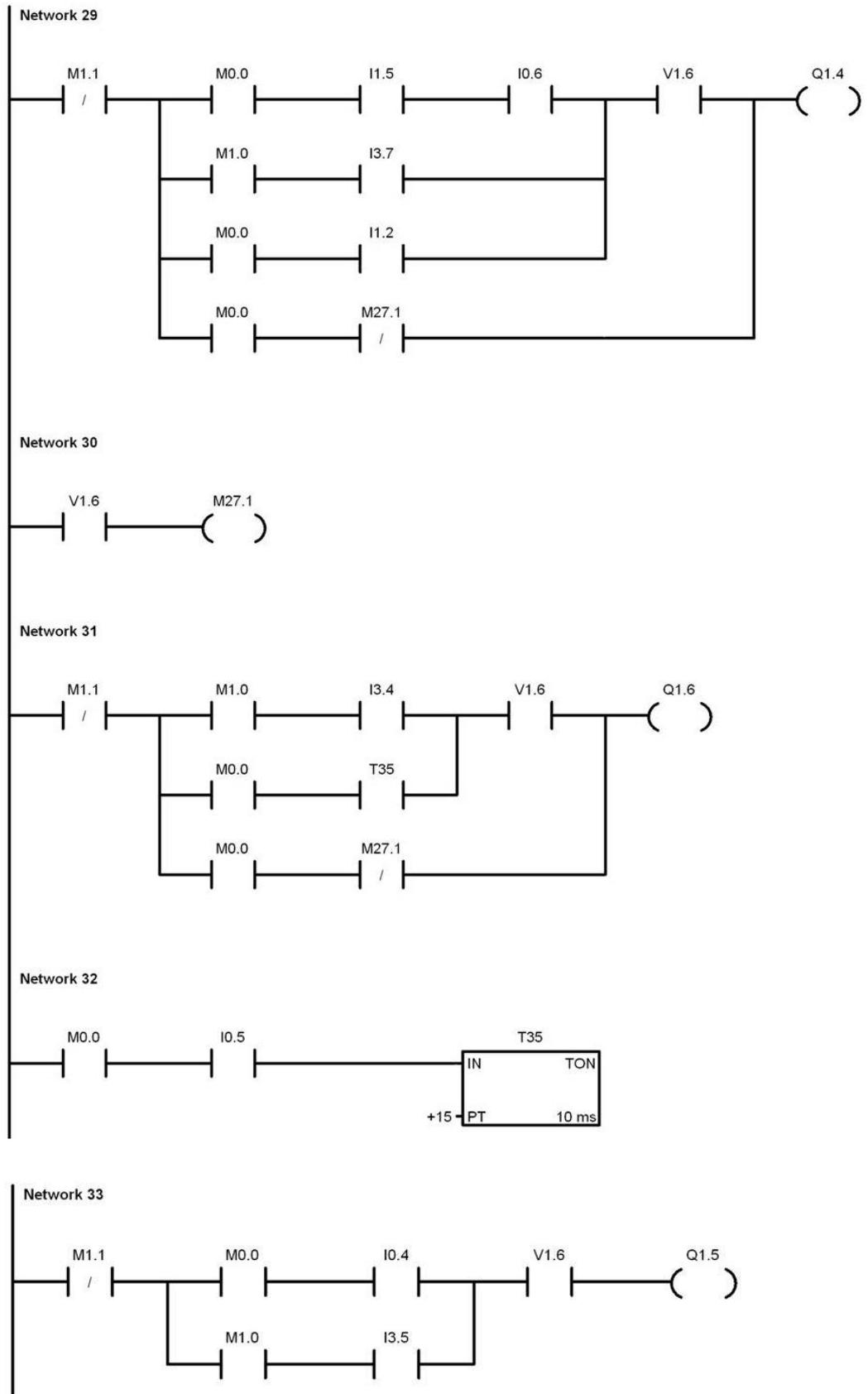












2.10.3 SIMULACIÓN DEL PROGRAMA

La simulación del programa es de gran ayuda para verificar el cumplimiento de cada una de las etapas del proceso de extrusión y soplado de plástico, así mismo permite comprobar si las variables manejadas en cada etapa del proceso sean las establecidas en el diseño.

La simulación del programa se realizará en los programas PC_SIMU y S7_200 donde el proceso de conexión es el siguiente:

Una vez escrito el programa en el software Step7, se utiliza la opción “Exportar”, y se exporta el archivo a una carpeta cualquiera.

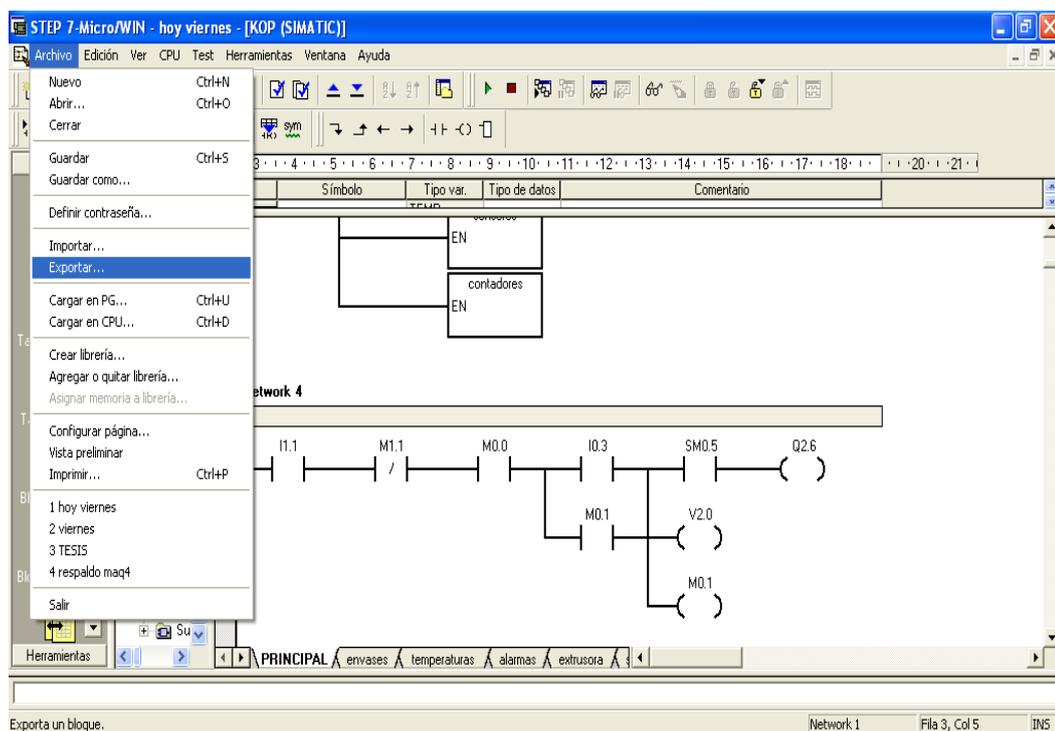


Figura 2.21. Opción Exportar en el Software STEP 7

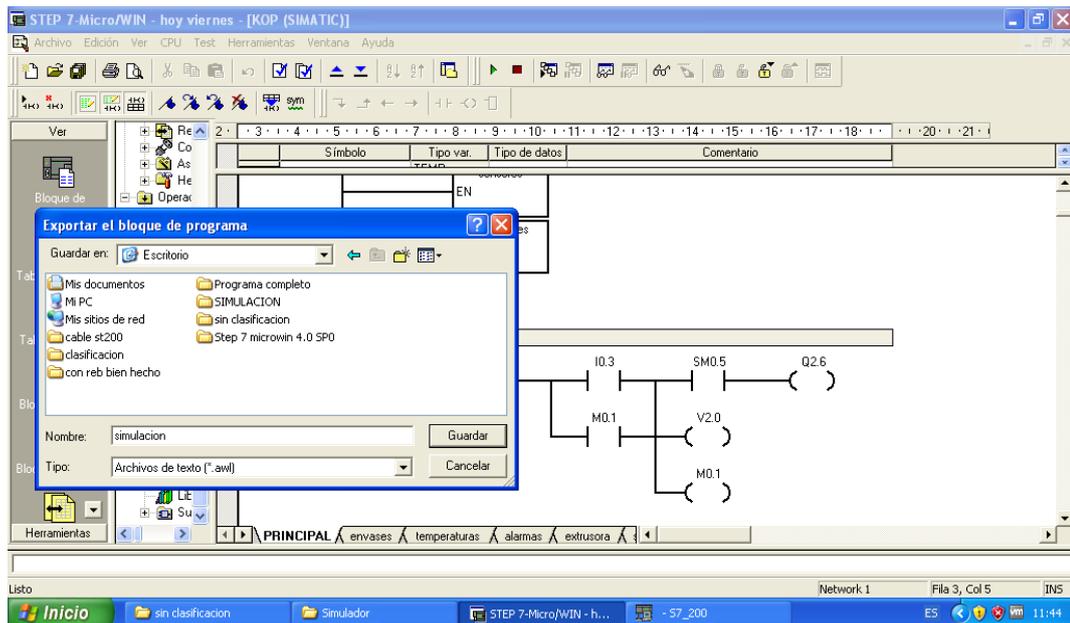


Figura 2.22. Exportar archivo .awl

Una vez exportado el archivo, se carga el mismo archivo utilizando el software S7_200. En el programa S7_200 se realizan ciertas configuraciones como seleccionar el tipo de “CPU 226” y se activan los módulos analógicos de entrada y salida.

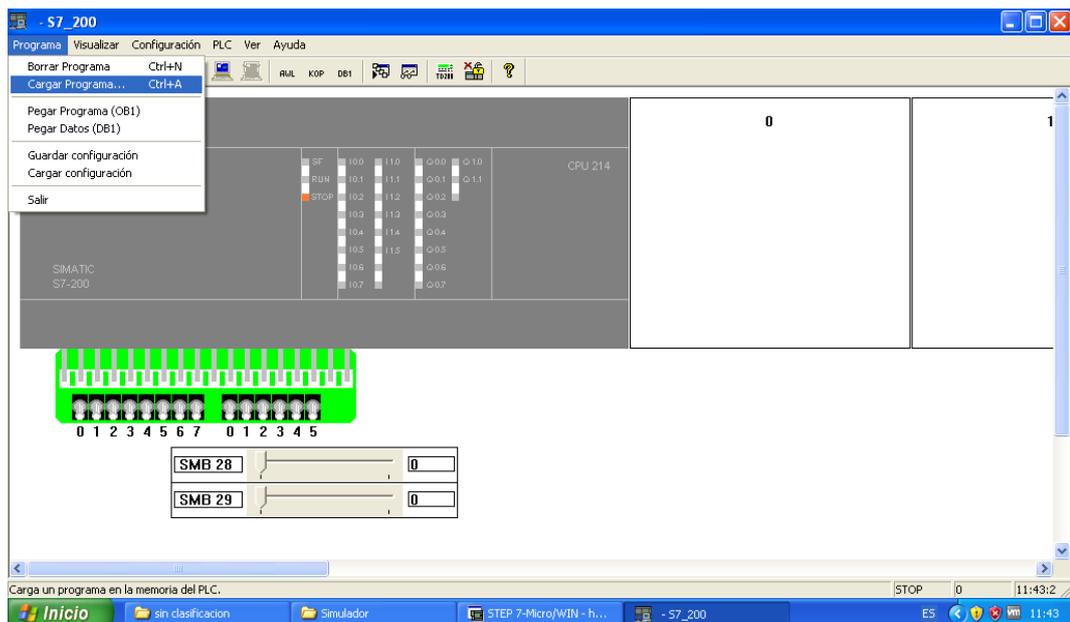


Figura 2.23. Abrir archivo en el programa S7_200

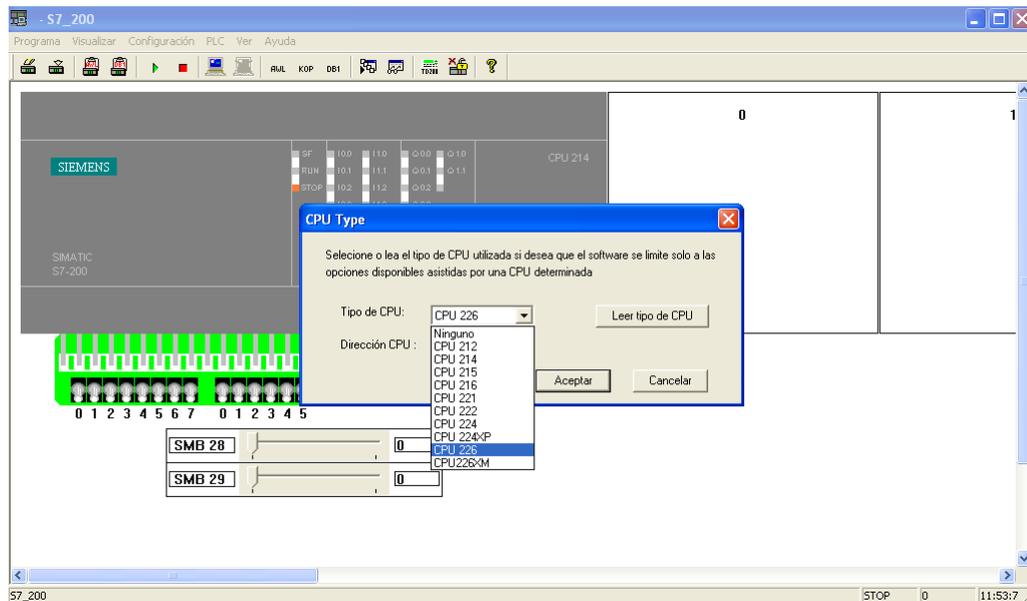


Figura 2.24. Activación de los módulos analógicos de entrada y de salida

Una vez que el programa se encuentra cargado en el programa S7_200, se realiza el enlace con el programa PC_SIMU mediante el comando “intercambia”. Hecho el enlace se abre el programa PC_SIMU donde se cierra el enlace presionando mediante el comando “simulación”.

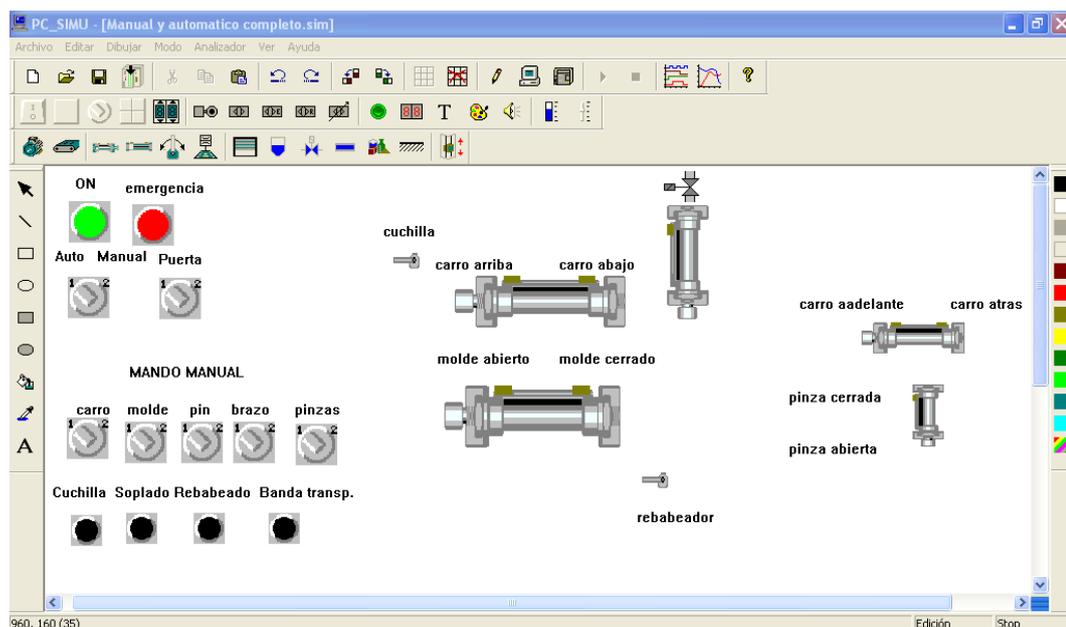


Figura 2.25. Simulación en PC_SIMU

En el programa PC_SIMU se puede ingresar comandos, como selectores, salidas digitales analógicas, etc. Relacionando con el programa escrito con el fin de realizar la simulación del mismo.

Mediante el enlace entre los dos programas antes mencionados podemos realizar la simulación del programa diseñado, de este modo se puede identificar y corregir los problemas que se puedan presentar.

CAPITULO III

CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN

El enfoque del presente capítulo está orientado a la descripción de los elementos empleados en la automatización del proceso de extrusión y soplado de termoplásticos y la forma en que fueron realizadas las instalaciones y conexiones de los mismos, también la construcción de ciertos elementos que se utilizarán en la implementación.

3.1 ADQUISICIÓN DE LOS EQUIPOS

Los equipos requeridos para el proyecto en su mayoría se los obtuvo en empresas locales y de maquinaria usada importada de diferentes países que posee la empresa.

La selección de los equipos se tomó como referencia los requerimientos descritos en capítulos anteriores.

Una vez definidos los materiales que se requerían para el proyecto se realizó la adquisición del equipo necesario para la automatización.

3.2 CONSTRUCCIÓN DEL CABLE PARA LA COMUNICACIÓN DE LA PANTALLA TP 177 MICRO CON EL PLC S7-200 CPU 226.

En los equipos requeridos no se cuenta con cables para la comunicación entre la pantalla y el PLC, a continuación describiremos la construcción del cable a utilizar en nuestra automatización.

Necesitamos un cable distinto para poder comunicar la pantalla con el plc y así poder realizar el HMI local.

Los elementos que utilizaremos para la construcción del cable son:

- Cable UTP
- Conector DB9 macho

En la tabla 3.1 se muestra la conexión de los pines para el cable de comunicación entre la pantalla y el plc. S7-200.

Tabla 3.1. Conexión de pines para la comunicación pantalla-plc

CONEXIONADO PLC S7 200 Y PANTALLA TP 177 micro	
DB9 MACHO	DB9 MACHO
3	3
4	4
5	5
8	8

La comunicación entre el controlador y panel de visualización es punto a punto (PPI) a una velocidad de transferencia de datos de 9,6 Kbps y una distancia de 50 centímetros.



Figura 3.1. Cable de comunicación PPI

3.3 CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO DE CONTROL

En el capítulo anterior se realizó el cálculo respectivo para la construcción del circuito, por lo tanto en el presente capítulo se ilustra el diseño impreso para luego ser colocado los elementos.

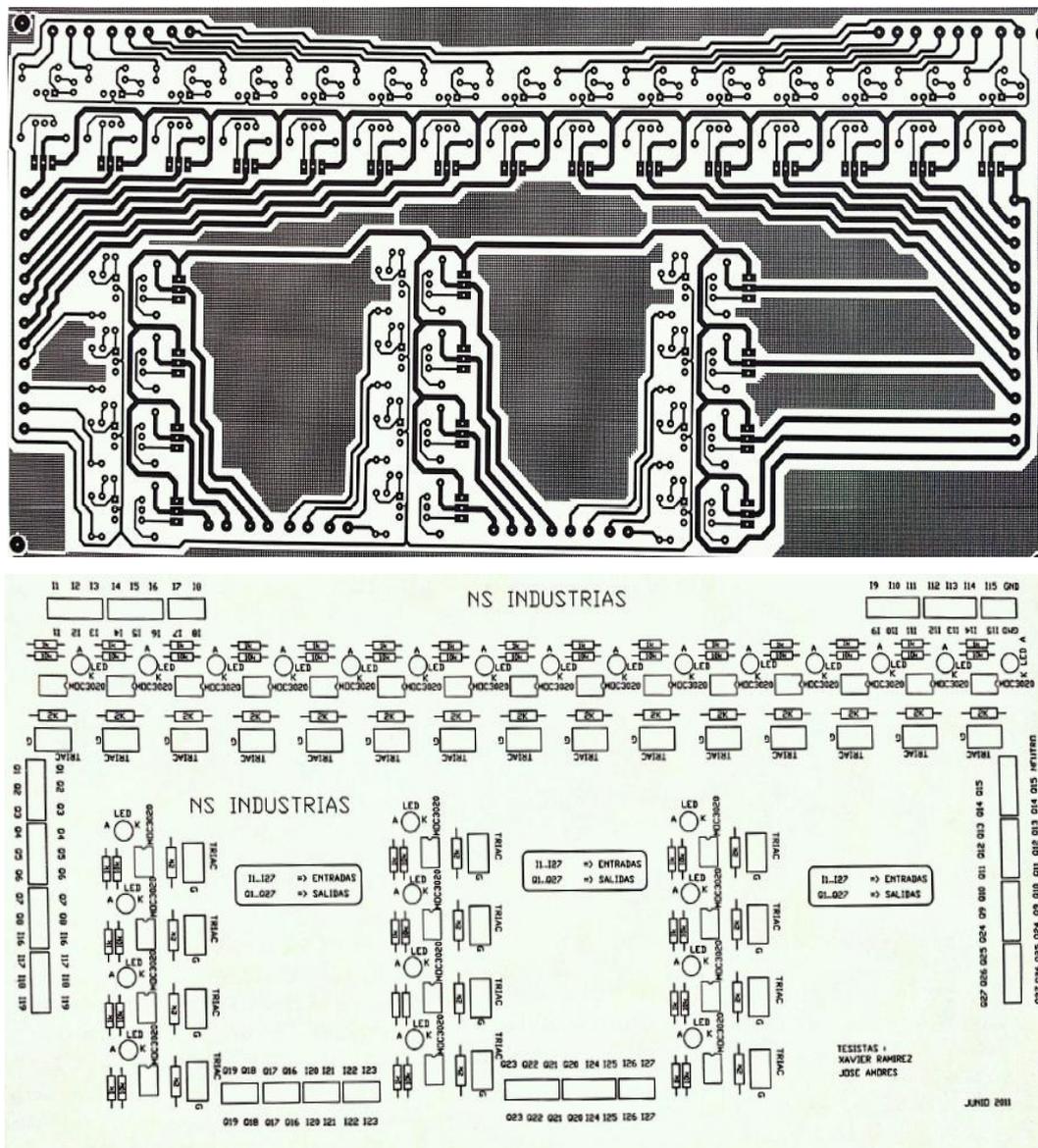


Figura 3.2. Diseño del circuito en CircuitMaker

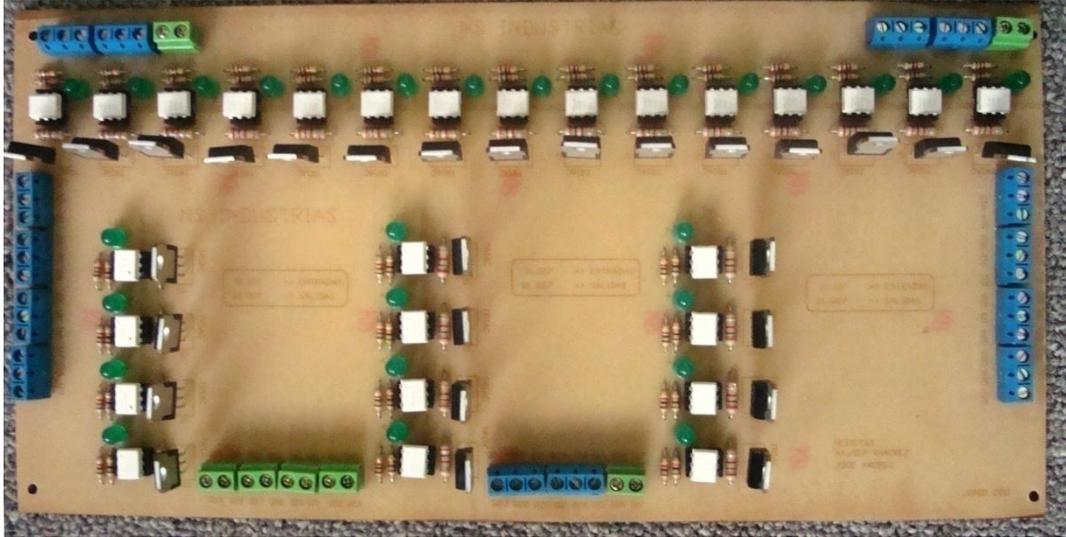


Figura 3.3. Apariencia física del circuito construido

3.4 MONTAJE E INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS

Una vez con todos los equipos, se procedió al montaje en el tablero de control y potencia. Sus conexiones se realizaron en un lugar destinado para el efecto, y luego trasladarlo al sitio de operación.

La figura 3.4 muestra la construcción en la cual se realizó todo el montaje y cableado.



Figura 3.4. (a). Proceso de construcción del tablero de control y potencia



Figura 3.4.(b). Carcasa antes de colocar sobre la máquina Magic.



Figura 3.4. (c). Carcasa colocada sobre la máquina Magic.

3.4.1 MONTAJE DEL TABLERO DE MANDO

Para el montaje primero se realizaron los orificios para la colocación de selectores, visualizador de textos y luces de señalización. Luego se instaló en la placa interior canaletas y riel DIN para la colocación de borneras.

En la Figura 3.5. se indica la distribución de los elementos del tablero de mando y sus medidas.

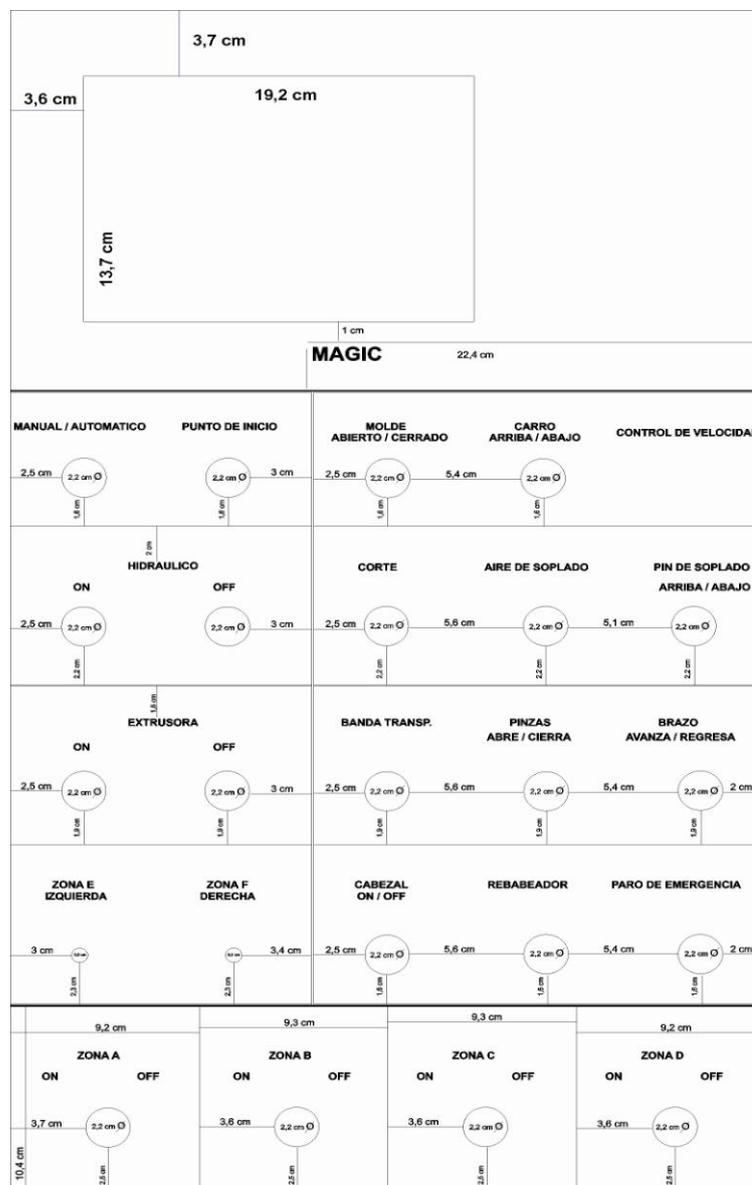


Figura 3.5. Diseño del tablero de mando

El montaje del tablero se empezó con la ubicación y colocación de las canaletas para la distribución del cable empleado en las conexiones internas.

Una vez instalados los equipos se procedió al cableado, tanto de las entradas procedentes de la alimentación de voltaje, de los sensores de temperatura, las salidas que van a los relés, placa electrónica y relés de estado sólido.

La distribución de los equipos en la placa interna del tablero de mando se muestra en la Figura 3.6



Figura 3.6. Distribución de elementos del tablero de control

1. Borneras de entrada de corriente alterna
2. Relés auxiliares de 12 Vdc
3. Placa electrónica de optoacopladores y triacs.
4. Transformador de 110Vac / 12Vac
5. Fuente de voltaje de 12 Vdc y 24Vdc
6. Fuente de 24Vdc Marca siemens para alimentar a la pantalla.
7. Módulo de entrada de termoculpas.
8. Módulo de salidas digitales
9. Módulo de entradas digitales
10. PLC S7 200 CPU 226

3.4.2 MONTAJE DE LOS EQUIPOS DE FUERZA

En el montaje del tablero de potencia se utilizó los siguientes elementos:

- Tornillos M6
- Rieles DIN
- Canaletas
- Borneras
- Cables para el circuito de potencia y control, que se detallan en el capítulo anterior.
- Terminales tipo U
- Marquillas
- Amarras plásticas
- Espaguete
- Cinta fundente

Para las respectivas conexiones se sigue el orden de los diagramas de Fuerza (Anexo J).

La siguiente figura muestra la distribución de los elementos que fueron instalados en el tablero de potencia.

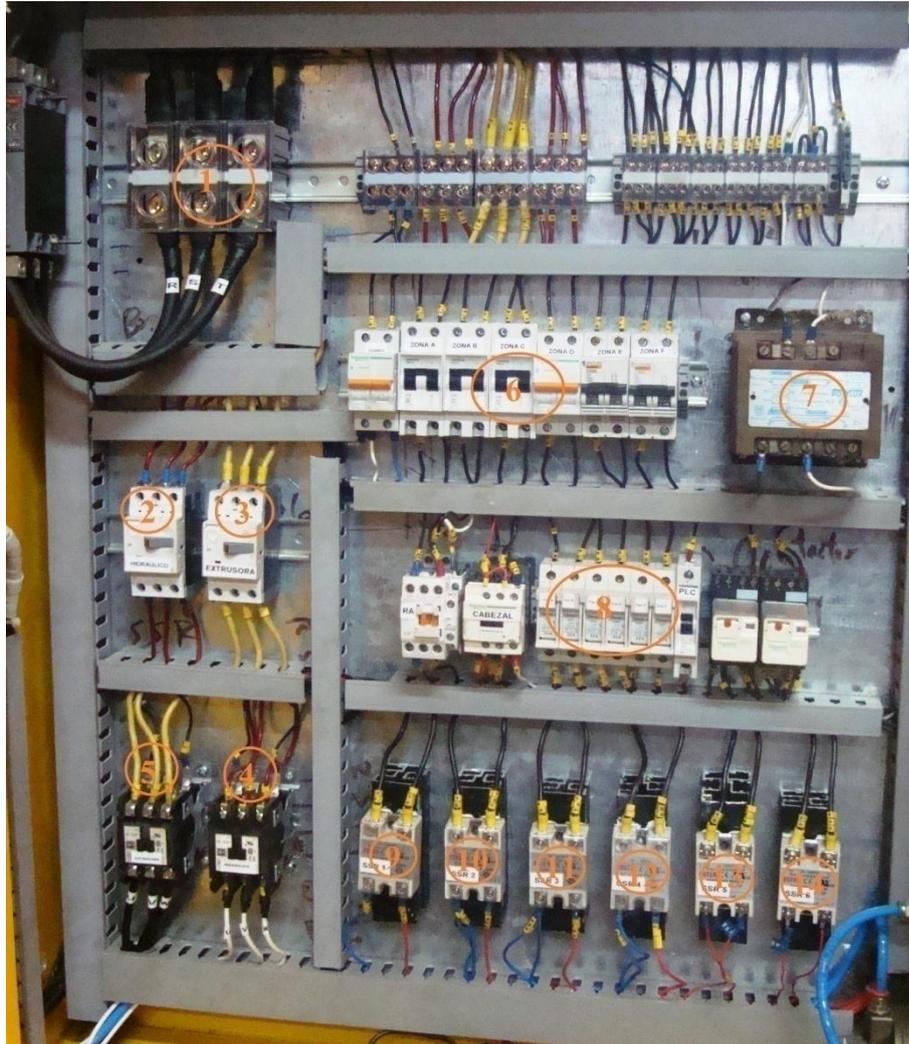


Figura 3.7. Distribución de elementos de potencia

1. Bornera principal de red trifásica 220 VAC
2. Guardamotor de la bomba general del sistema hidráulico
3. Guardamotor de la bomba del impulsor del tornillo extrusor
4. Contactor trifásico de la bomba general del sistema hidráulico
5. Contactor trifásico de la bomba del impulsor del tornillo extrusor
6. Interruptores termomagnéticos de cada zona de temperatura
7. Transformador de 220VAC/110VAC
8. Fusibles rápidos de cada zona de temperatura
9. Relés de estado sólido Zona A
10. Relés de estado sólido Zona B

11. Relés de estado sólido Zona C
12. Relés de estado sólido Zona D
13. Relés de estado sólido Zona E
14. Relés de estado sólido Zona F

3.4.3 MONTAJE DE LOS EQUIPOS EMPLEADOS EN LA PLANTA

En la Figura 3.8 se visualiza los sensores de temperatura que fueron instaladas a lo largo del tornillo extrusor con sus respectivos acoples.



Figura 3.8. Distribución de las termocuplas

En la Figura 3.9 se muestra una electroválvula hidráulica para el mecanismo de subir y bajar carro, para abrir y cerrar el molde la electroválvula es de características similares.

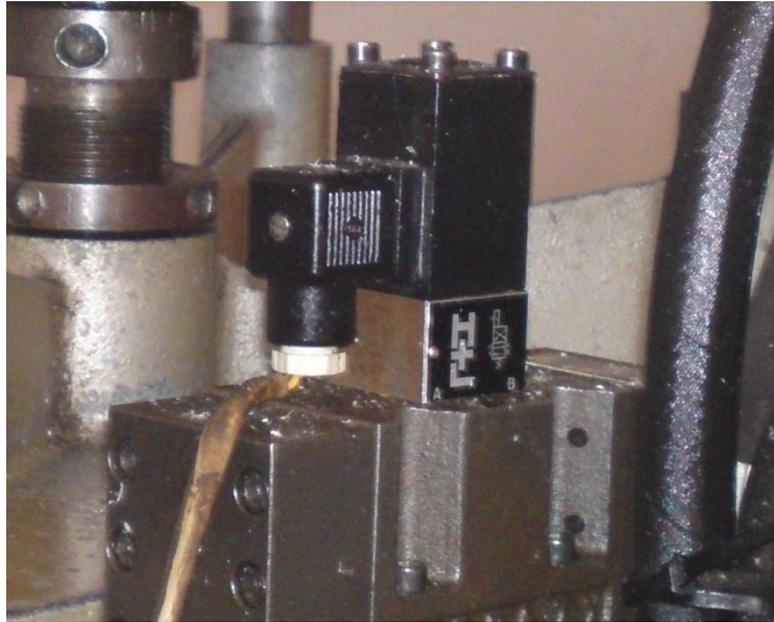


Figura 3.9. Electroválvula hidráulica

En la Figura 3.10 se muestra el bloque de electroválvulas neumáticas con sus respectivas conexiones para el resto del proceso, como por ejemplo el soplado, rebabeo, corte, etc.



Figura 3.10. Implementación del sistema neumático

En la figura 3.11 se muestra el sensor inductivo colocado en la puerta para brindar seguridad al operario mientras la máquina se encuentra funcionando en modo automático, es decir si se abre la puerta se para el proceso a modo de paro de emergencia.



Figura 3.11. Ubicación del sensor de seguridad

3.4.4 UBICACIÓN DE LOS ELEMENTOS EN EL PANEL FRONTAL DEL TABLERO.

En la figura 3.11 se ilustra la ubicación de los elementos como son pulsadores para encender y apagar las bombas hidráulicas, selectores que son útiles en modo manual, potenciómetros, pantalla TP177 micro siemens, además se presenta luces indicadoras que facilitan al operador saber si los controles de temperatura se encuentran activados o desactivados.

Los potenciómetros sirven para igualar el parison de las dos puntas en caso de que se requiera soplar dos envases por cada ciclo, ya que siempre existe la posibilidad de salir desiguales y en este caso existiría mucho material de desperdicio.



Figura 3.12. Tablero de mando vista frontal

En el anexo I se detalla la función asignada a cada botonera.

3.4.5 CABLEADO DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CONTROL Y POTENCIA

Los tableros de control y potencia fueron cableados de acuerdo al diagrama presentado en el anexo J, conduciéndolos por las canaletas hacia las borneras y de estas a todo el equipo.

Las siguientes figuras muestran la apariencia física de las cajas de borneras con sus respectivas marquillas.

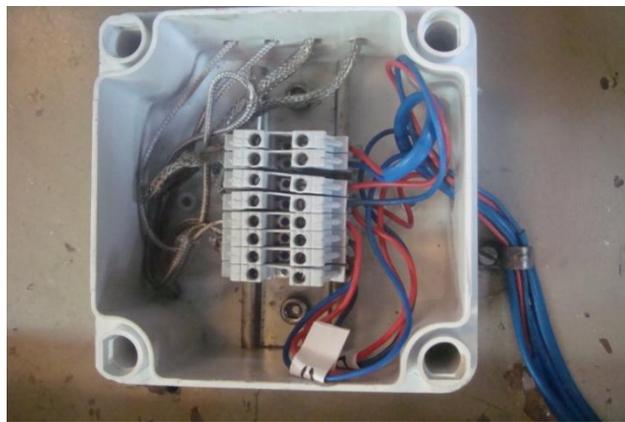


Figura 3.13. Bornera de termocuplas



Figura 3.14. Bornera de salidas a electroválvulas

Todas las borneras fueron colocadas en el interior de cajas plásticas de 15x15 cm

3.4.6 CALIBRACIÓN DEL MÓDULO DE TERMOCUPLAS

Al utilizar los módulos de entradas analógicas EM231 de SIEMENS (ver figura 3.14) existe la ventaja de poder calibrarlos manualmente según el tipo de termocuplas que se utilice.



Figura 3.15. Módulo de entradas de termocuplas

En el Anexo L se muestra paso a paso la configuración del módulo para los diferentes tipos de termocuplas.

En este caso la configuración es como se muestra en la tabla 3.2

Tabla 3.2. Configuración de módulo EM231 para termocupla tipo K

Switches	Estado	Descripción
1	0	Indica que es termocupla tipo K
2	0	
3	1	
4	0	
5	0	Indica que la señal máxima es de +3276.7
6	1	Se activa la opción de que se interrumpa el ingreso de señal al módulo si sobrepasa los 200mV
7	0	Mide en grados Centígrados
8	0	Se activa la compensación por puntos fríos.

CAPITULO IV

PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para comprobar el correcto funcionamiento de todos los elementos que se requerían se realizaron diferentes pruebas que se detallan en el presente capítulo.

Estas pruebas eran necesarias ya que todos los elementos que se utilizó estaban instalados en maquinaria usada que había sido importada anteriormente y no se encontraban funcionando.

4.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL PLC

El PLC que se encontraba disponible para el presente proyecto es un S7 200 CPU 226 versión 1.23 con alimentación 120 VAC y salidas a relé.

Para poder conocer la versión de un PLC abrimos el programa STEP 7, ventana CPU / Tipo y damos un clic en el botón leer CPU como se muestra en la figura 4.1

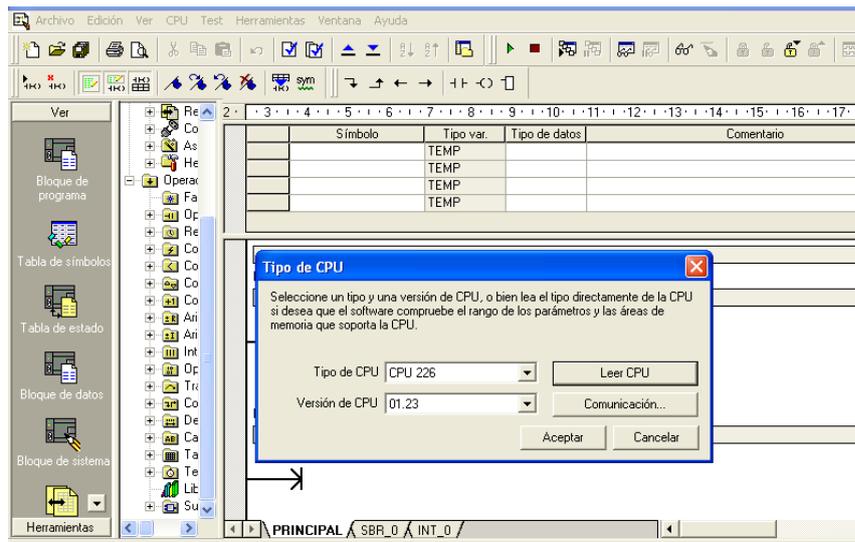


Figura 4.1. Lectura de la versión de un PLC S7 200

Al realizar las pruebas de conexión de entradas y salidas, todas estas funcionaban correctamente incluso con señales forzadas, por lo que se decidió seguirlo utilizando y colocarlo definitivamente en el proyecto de tesis.

4.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL PANEL OPERADOR TP177 MICRO.

Primero se realizó la conexión de alimentación como indicaba el manual del usuario, el panel operador funcionó.

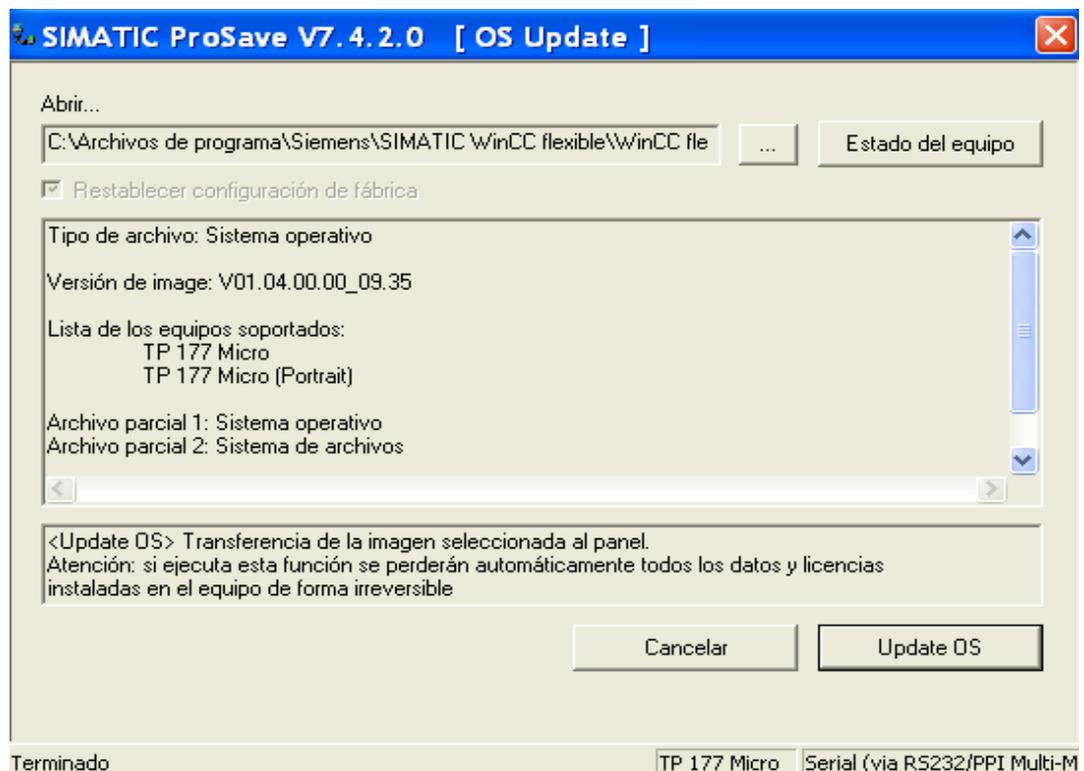


Figura 4.2. Actualización de SOS de TP177 micro

Para cargar un programa a al pantalla se tuvo que actualizar el sistema operativo (SOS) del panel operador TP177 micro, ya que el programa con el cual se trabajó es Winn CC flexible 2008.

4.3 PRUEBAS DE COMUNICACIÓN ENTRE PLC Y PANEL OPERADOR

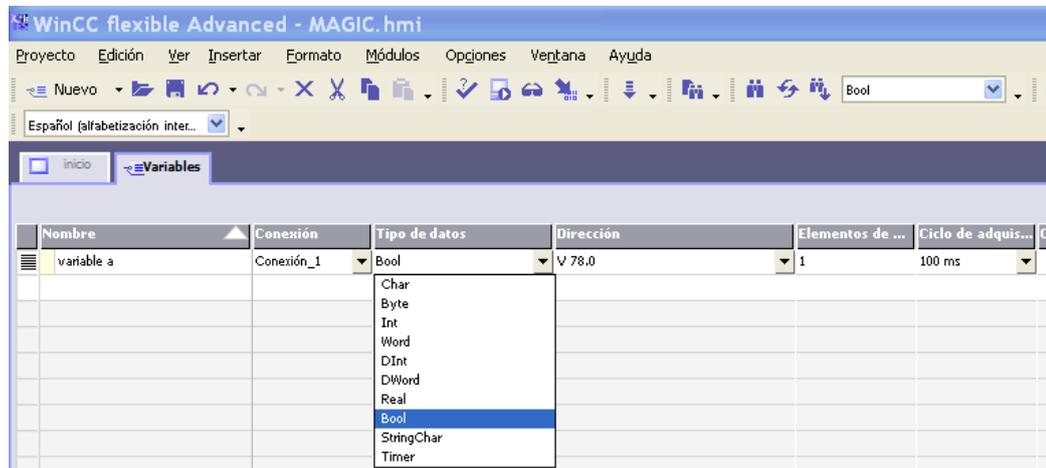


Figura 4.3. Manejo de variables en WinnCC flexible

Siempre deben trabajar tanto el controlador como el panel a la misma velocidad de transferencia en este caso a 9,6 Kbps o también a 19,2 Kbps, además que el tiempo de retardo para una variable tipo booleana sea de 100 ms máximo 500ms.

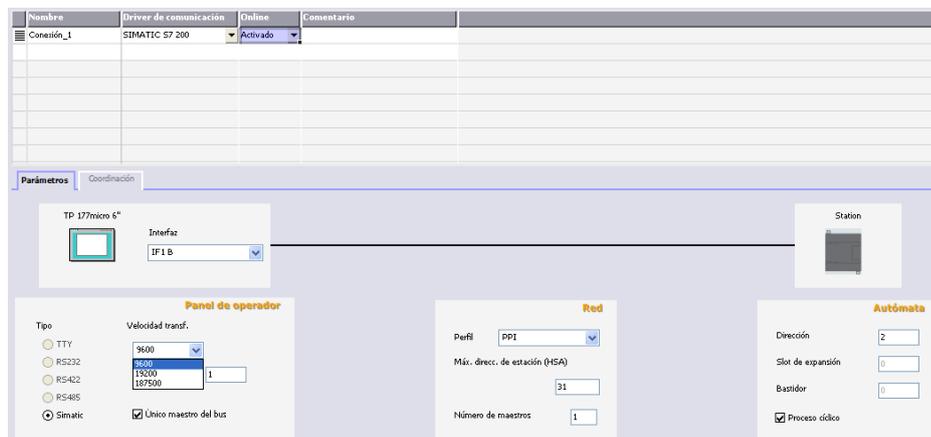


Figura 4.4. Configuración de velocidad de transferencia de datos

4.4 PRUEBAS DE ADQUISICION DE VALORES DE TEMPERATURA

Para esta prueba primero se realizo una prueba de funcionamiento del modulo de entradas de termocuplas, energizándolo con una fuente de 24 VDC posteriormente

conectamos las termocuplas tipo K realizando la calibración como indica en el manual del Step 7.

Con el modulo utilizado $1^{\circ}\text{C} = 100$ en la entrada analógica del PLC, por lo que se procedió a realizar la división para 10 y ya se podía visualizar la temperatura real, la cual fue comprobada con una pistola de calor que marcaba valores similares.

4.5 PRUEBAS DE SENSORES

Para realizar esta prueba de funcionamiento tanto de los sensores se procedió a realizar con una fuente de 24VDC externa y un PLC.

4.5.1 SENSORES INDUCTIVOS

El sensor que se utilizó es del tipo NPN, se alimento con una fuente de 12 VDC y la señal de salida se conecto directamente al PLC.

4.5.2 SENSORES MAGNÈTICOS

Con estos sensores no existió ningún tipo de problema ya que solo funcionan como interruptor y solo tiene dos cables una entrada de +12VDC y el otro es salida de señal que ingresa directamente al PLC cuando detecta el campo magnético.

4.6 PRUEBAS DE ELECTROVÁLVULAS

4.6.1 Hidráulicas

La activación de sus bobinas se las realiza con la red de 120 Vac y funcionó correctamente y luego con 110 Vac con el circuito de optoacopladores y triac igualmente funcionaron sin novedades.

4.6.2 Neumáticas

El único problema con estas electroválvulas fue que presentaban fugas de aire, pero fue solucionado con el cambio de sellos tipo “O”.

La activación de sus bobinas se las realizó de manera similar a las electroválvulas hidráulicas y funcionaron correctamente.

4.7 PRUEBAS DEL MANEJO DEL PROCESO

Se realizaron las pruebas de funcionamiento del tablero de control para verificar que el sistema funcione adecuadamente. De éstas se obtuvieron los siguientes resultados:

En el tablero principal se activo el control de temperatura de cada zona y en el panel operador en la ventana de temperaturas se escribió de valor del Set Point que correspondía a cada una. Realizado esto se espero que se calienten hasta el valor establecido y se procedió a encender la bomba del impulsor del tornillo extrusor lo cual funcionó correctamente en vacio.



Figura 4.5. Tablero principal encendido

En el modo manual del tablero (figura 4.5) se realizó el encendido y apagado de la bomba hidráulica que alimenta a las electroválvulas y se procedió a probar de la siguiente manera:

- Apertura y cierra el molde
- Subir y bajar el carro

Todo funcionó correctamente.

Abriendo la válvula de paso de aire en modo manual se realizo las siguientes pruebas:

- Subir y bajar el pin de soplado
- El paso de aire de soplado
- Corte del parison
- Rebabeador inferior
- El avance y regreso de un brazo que sirve para llevar el envase hacia una banda transportadora.
- Apertura y cierra de pinzas que sujetan al envase mientras es rebabeado

Todas estas pruebas fueron satisfactorias por lo que se procedió a probar en modo automático el proceso en vacío, pero primero colocando los respectivos tiempos en el panel operador.

- Retardo al presoplado
- Tiempo de presoplado
- Tiempo de soplado
- Tiempo de aire de escape
- Retardo a bajar el carro
- Retardo a cerrar el molde
- Retardo al corte de parison

El funcionamiento en este modo se realizó con éxito, por lo que se procedió a colocar el material y probar ya de forma real.



Figura 4.6. Envase de 100 cc.

La figura 4.6 muestra el primer envase soplado que pertenecía al molde de 100 cc con los tiempos referenciales de la tabla 4.1.

Tabla 4.1. Tiempos referenciales del primer envase soplado

Descripción	Tiempos (seg)
Retardo al presoplado	0.1
Tiempo de presoplado	0.1
Tiempo de soplado	5
Tiempo de aire de escape	2
Retardo a bajar el carro	0.1
Retardo a cerrar el molde	2
Retardo al corte de parison	0.1

4.8 AJUSTE Y CALIBRACIÓN.

En el panel operador en la ventana “LISTA DE ENVASES” con tan solo un pulso se puede seleccionar el envase que se requiere fabricar, de esta manera evitar confusiones al operario.

Para los valores de temperaturas que se deben introducir para cada zona de temperatura se tomo en cuenta que el rango de temperatura para extrusión y soplado es de 150°C a 200°C en el trayecto del tornillo y que el parison debe estar a 150°C al momento que es tomado por el molde.

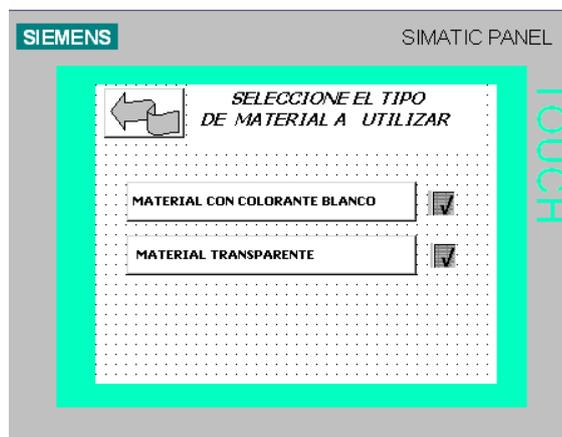


Figura 4.7. Ventana de selección de material

En el panel operador se implementó una nueva ventana llamada “SELECCIÓN DE MATERIAL” la cual activa el control de temperatura según el material a utilizar y el operario no tenga inconvenientes con el parison.

La tabla 4.2 muestra los valores de temperaturas para operación segura.

Tabla 4.2. Temperaturas referenciales

ZONAS	TEMPERATURAS (°C)
A	156
B	165
C	165
D	170

4.9 ANÁLISIS TÉCNICO – ECONÓMICO.

Tabla 4.3: Lista de materiales utilizados

Cantidad	Descripción	valor unitario	total
1	Breaker 3 polos de 100 A	100	100
3	Breaker de 2 polos de 10A	11	33
1	Breaker de 2polos de 16 A	11	11
1	Breaker de 2polos de 6 A	11	11
6	Portafusibles	3,2	19,2
6	Fusibles rápidos	0,6	3,6
6	Relés de estado solido	50	300
2	Potenciómetros 500 Kohm	0,5	1
1	Breaker 1 polo de 4 A	10	10
2	Breaker de 2 polos de 4 A	26,6	53,2
10	Canaletas	3	30
5	Riel din	3	15
3	Cable #18 flexible (azul -rojo-negro)	20	60
1	Cable #14 (20 metros)	10	10
1	Cable #12 (20 metros)	12	12
1	Cable #10 (20 metros)	12	12
1	Cable para temperatura (10metros)	80	80
1	Cable #2 (3 metros)	20	20
20	Fundas de terminales	2	40
20	Marquillas	1,8	36
1	PLC siemens (USADO)	300	300
1	Pantalla táctil siemens (USADO)	600	600
1	Transformador 110/12V 3A	7	7
2	Fuentes de 24 VDC siemens (USADO)	100	200
2	Placa de optoacopladores y triacs	120	240
10	Topes de borneras	0,2	2
2	Contactador 9A	25	50
1	Contactador de 30 A marca Hammer	40	40
1	Contactador de 40 A marca Hammer	50	50
1	Guardamotor de 11 - 17 A marca LG	28,89	28,89
1	Guardamotor de 22- 27 A marca LG	40	40
1	Bloque de electroválvulas marca numatic (usado)	250	250
2	Sensores inductivos	5	10
3	Sensores magnéticos	5	15

1	manguera #6	5	5
1	manguera #8	5	5
1	manguera #10	5	5
1	módulos de entradas analógicas (USADO)	100	100
2	módulos de entradas digitales (USADO)	100	200
1	modulo de salidas digitales (USADO)	100	100
5	selectores de 3 Posiciones (siemens)	30	150
6	selectores de 2 Posiciones (siemens)	30	180
2	Pulsadores verdes (Telemecanique)	24	48
2	pulsadores rojos (Telemecanique)	24	48
5	cajas de 15x15 cm	2	10
2	ventiladores 110 VAC	15	30
6	termocuplas tipo K	5	30
1	construcción de la carcasa	500	500
	viajes e imprevistos	100	0
1	torre de alarmas	150	150
1	placa impresa del panel de control	230	230
2	mano de obra	1440	2880
TOTAL			7360,89

La tabla 4.3 muestra los gastos antes de realizar el proyecto.

Tabla 4.4: Costos de elaboración de envases

The screenshot shows the 'Liquidación de Producción' window in the 'INPLASTICO NARANJO HERNANDEZ Y' system. The interface includes a menu bar, a date field set to 13/02/2012, and a 'Detalle Liquidación' tab. Below the tab, there are buttons for 'Crea', 'Elimina', 'Modifica', 'Graba', 'Cancela', and 'Cerrar'. A dropdown menu for 'Orden de Producción' is visible. The main data table is titled 'Gastos de Fabricación' and contains the following information:

Nro. Ingreso	Código	Descripción	Cantidad	Materia Prima Costo Real	Materia Prima Total Real	M.O. Real	M.O. Total Real	G.F. Real	G.F. Total Real
D14062011	100T	ENVASES T 100 CC. # 38 S	1,500.00	0.01	29.00	0.00	3.83	0.00	7.82
D14062011	100B	ENVASES B 100 CC. # 38 S	6,000.00	0.01	116.02	0.00	14.55	0.00	31.28
D14062011	150T	ENVASES T 150 CC # 38 S	900.00	0.02	22.75	0.00	2.85	0.00	6.13
D14062011	ENPI	ENVASES DE PIPON	2,000.00	0.01	38.67	0.00	4.85	0.00	10.42
D14062011	120RAN	ENVASES T 120 CC. 7,5GR. PRESION	900.00	0.02	20.08	0.00	2.51	0.00	5.41
D14062011	200T	ENVASES T 200 CC. # 38 S	2,100.00	0.03	71.84	0.00	9.01	0.00	19.37
N14062011	1000CT	ENVASES T 1000 CC. C # 40 3E	6,500.00	0.08	545.30	0.01	97.03	0.03	208.57
N14062011	1KGB	ENVASES B1 KG. # 100	70.00	0.14	10.27	0.02	1.82	0.05	3.93
N14062011	750T	ENVASES T 750 CC. # 38 S	4,200.00	0.05	237.83	0.01	42.32	0.02	90.97
N14062011	500TW	ENVASES T 500 CC. W # 40 3E	300.00	0.04	13.84	0.00	2.46	0.01	5.29
N14062011	100B	ENVASES B 100 CC. # 38 S	6,000.00	0.01	81.79	0.00	14.55	0.00	31.28
N14062011	250CT	ENVASES T 250 CC. C # 40 L	2,400.00	0.02	70.47	0.00	12.53	0.01	28.95
D15062011	1000CT	ENVASES T 1000 CC. C # 40 3E	6,200.00	0.06	382.21	0.01	92.55	0.03	198.94
D15062011	CUERPO300GR	CUERPOS PRINCIPALES 300 GR	1,000.00	0.06	66.27	0.01	16.04	0.03	34.49

Cortesía de Inplástico (NS INDUSTRIAS)

En la tabla 4.4 se detalla los costos de fabricación de envases de 250 c.c. y las ventas suponiendo que la máquina trabajará 8 meses en el año y 8 horas diarias sin presentar inconvenientes.

Tabla 4.5: Lista de materiales utilizados

ENVASE DE 250 C.C.	
Precio saco de material de 50 libras	\$ 45,00
CANTIDAD DE ENVASES	2400,00
TIEMPO CICLO MÁQUINA 4	seg. 9,50
TIEMPO	HORAS 3,17
MATERIA PRIMA	\$ 66,53
MANO DE OBRA	\$ 3,83
COSTOS DE FABRICACION	\$ 26,95
COSTO TOTAL	\$ 97,30
VALOR UNITARIO SIN IMPUESTOS	\$ 0,04
VENTAS ANUALES	\$ 73746,48
COSTOS DE OPERACIÓN ANUAL	\$ 58997,19

Realizando una comparación entre las tablas 4.4 y 4.5 se puede apreciar que por elaborar igual cantidad de envases se produce un ahorro en el costo de mano de obra y por lo tanto también el tiempo que antes el operario utilizaba en realizar el desbarbeo manualmente, ahora lo puede aprovechar realizando otras actividades.

Tabla 4.6: Elaboración de flujo de costos

FLUJO DEL PROYECTO						
	AÑO0	AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO4	AÑOS
Ingresos		73.746,48	81.121,13	89.233,25	98.156,57	107.972,23
Costos de Operación		58.997,19	64.896,91	71.386,60	78.525,26	86.377,78
Gastos de Operación		1.000,00	1.100,00	1.210,00	1.331,00	1.464,10
Depreciación		1472,178	1472,178	1472,178	1472,178	1472,178
Amortización de Activos Diferidos						
Costo Total		61.469,37	67.469,08	74.068,77	81.328,43	89.314,06
Utilidad antes de participación e impuestos		12.277,12	13.652,05	15.164,47	16.828,14	18.658,17
Participación a trabajadores (15% de utilidad)		1.841,57	2.047,81	2.274,67	2.524,22	2.798,73
Utilidad antes de impuesto a la renta		10.435,55	11.604,24	12.889,80	14.303,92	15.859,44
Impuesto a la renta (25%)		2.608,89	2.901,06	3.222,45	3.575,98	3.964,86
Utilidad neta		7.826,66	8.703,18	9.667,35	10.727,94	11.894,58

Utilidad en venta de activos						
Impuesto a la ganancias extraordinarias						
Depreciación		1472,18	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
Amortización de activos diferidos						
Costos de inversión	7360,89					
Capital de trabajo	1500,00					
Recuperación del capital de trabajo						1000,00
FLUJO NETO DE FONDOS	-8.860,89	9.298,84	9.703,18	10.667,35	11.727,94	13.894,58

Interpretación

De la tabla anterior se puede observar que la inversión asignada al proyecto realizado puede ser recuperada en el primer año, lo cual indica que la implementación si es rentable y por ende lo hace más atractivo.

EVALUACION DEL PROYECTO	VAN	TIR	C/B	FACTIBILIDAD
	30107	108,26%	1,20	SI

4.10 MANUAL DEL USUARIO DE PROCEDIMIENTO PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA SOPLADORA DE PLÁSTICO.

Ver anexo N

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Una vez finalizado el proyecto se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- La automatización de la máquina sopladora de plástico mediante el uso de un PLC y un panel operador siemens cumplió todos los objetivos, además con una lista de tiempos pre-cargados según los tipos de envases a elaborar, permitió que puedan usar los operarios inmediatamente.

- Se logró desarrollar un algoritmo de control que permitió automatizar el proceso de manera sencilla y sobre todo de fácil manejo para el operador.

- Se implementó la pantalla de visualización para uso industrial mediante un interfaz hombre máquina de fácil acceso y en tiempo real.

- Mediante la construcción del módulo del sistema de control y potencia, diseñado como una especie de jaula, instalada con una puerta de seguridad, para poder realizar mantenimiento en el interior, permitió reducir los riesgos de accidentes del personal.

- Con la automatización se logró eliminar el tiempo que el operario realizaba el corte del material sobrante de los envases, de esta manera se disminuyó el tiempo de elaboración de envases.

- Con la implementación del proyecto mejoró el funcionamiento y disminuyó la parte manual durante el proceso de elaboración de envases de la maquinaria que tenía 40 años, la cual se encontraba en condiciones críticas
- Se redujo la manipulación del envase durante el proceso y por ende los desperdicios que se producían, de esta manera se fabrica un producto con mejor acabado generando satisfacción del cliente.
- Se disminuyó el espacio de trabajo, ya que se eliminó la utilización de recipientes acumuladores de desperdicios, que eran utilizados para el reproceso del producto.
- Mediante el HMI local implementado y la utilización de una torre de alarmas se redujo el tiempo de reparación por alguna falla de la máquina.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda colocar un variador de velocidad para hacer posible el giro del tornillo extrusor, se eliminaría el sistema hidráulico que existe actualmente haciendo posible el ahorro de energía.
- Capacitar adecuadamente al personal de mantenimiento y de operación involucrados en la utilización de la máquina sopladora de plástico y además de otros procesos de la planta de producción, con el fin de que se pueda realizar unas correctas acciones de monitoreo, mantenimiento preventivo y correctivo del sistema.

- Se recomienda para la operación de la máquina seguir paso a paso lo que indica en el manual de usuario para un correcto funcionamiento.

- Se recomienda tener un conocimiento previo de seguridad industrial para tomar las precauciones necesarias cuando se trabaja en un ambiente industrial ya que pueden presentarse riesgos en las distintas áreas.

- En el caso de realizar proyectos de automatización con HMI se recomienda utilizar el software de la misma marca del PLC ya que permite conectarse a una red industrial con los mismos recursos.

- En caso de manipular la programación se recomienda que sea un personal con conocimientos técnicos de los equipos empleados en la automatización implementada.

BIBLIOGRAFIA

REFERENCIAS DE TEXTOS

Martínez, V. (2001). Automatización Industrial Moderna. Bogotá: Alfaomega.

Piedrafita, R. (2001). Ingeniería de la automatización industrial. México: Alfaomega.

Ben Shneiderman, C. (2006). Diseño de interfaces de usuario (4ta edición). Madrid: Pearson Educación.

Manuales del software Win CC flexible.

Manual de programación de Step 7/Microwin

Folletos de procesos de soplado de termoplásticos

REFERENCIAS DE PÁGINAS WEB

Concepto de supervisión industrial. Referencia electrónica. Recuperada Enero 15, 2011, desde <http://www.disa.bi.ehu.es/spanish/asignaturas/10574/5.00.pdf>

Procesos industriales SCADA. Referencia electrónica. Recuperada Enero 17, 2011, desde <http://es.wikipedia.org/wiki/SCADA>

Importancia de la supervisión en tiempo real. Referencia electrónica. Recuperada Enero 18, 2011.

Disponible en:

<http://www.instrumentacionycontrol.net/es/cursos-sistemas-scada/168almacenamiento-de-datos-y-sistemas-de-supervision.html>

Latacunga, marzo del 2012

Realizado por:

.....
EDGAR X. RAMIREZ R.

.....
JOSE M. AMORES T.

.....
ING. WILSON SANCHEZ
DIRECTOR DE CARRERA
INGENIERÍA ELECTROMÉCANICA

.....
DR. RODRIGO VACA
SECRETARIO ACADÉMICO