




ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Ingeniería Mecatrónica
Latacunga, Julio del 2014




REPOTENCIACIÓN DE UNA MÁQUINA EXTRUSORA-SOPLADORA E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN DE FORMA LOCAL MEDIANTE UNA INTERFACE GRAFICA HMI Y DE FORMA REMOTA VÍA INTERNET, PARA LA EMPRESA NS INDUSTRIAS DE LA CIUDAD DE LATACUNGA.

Proyecto de grado previo a la obtención de título de:
Ingeniero en Mecatrónica.



Objetivo General



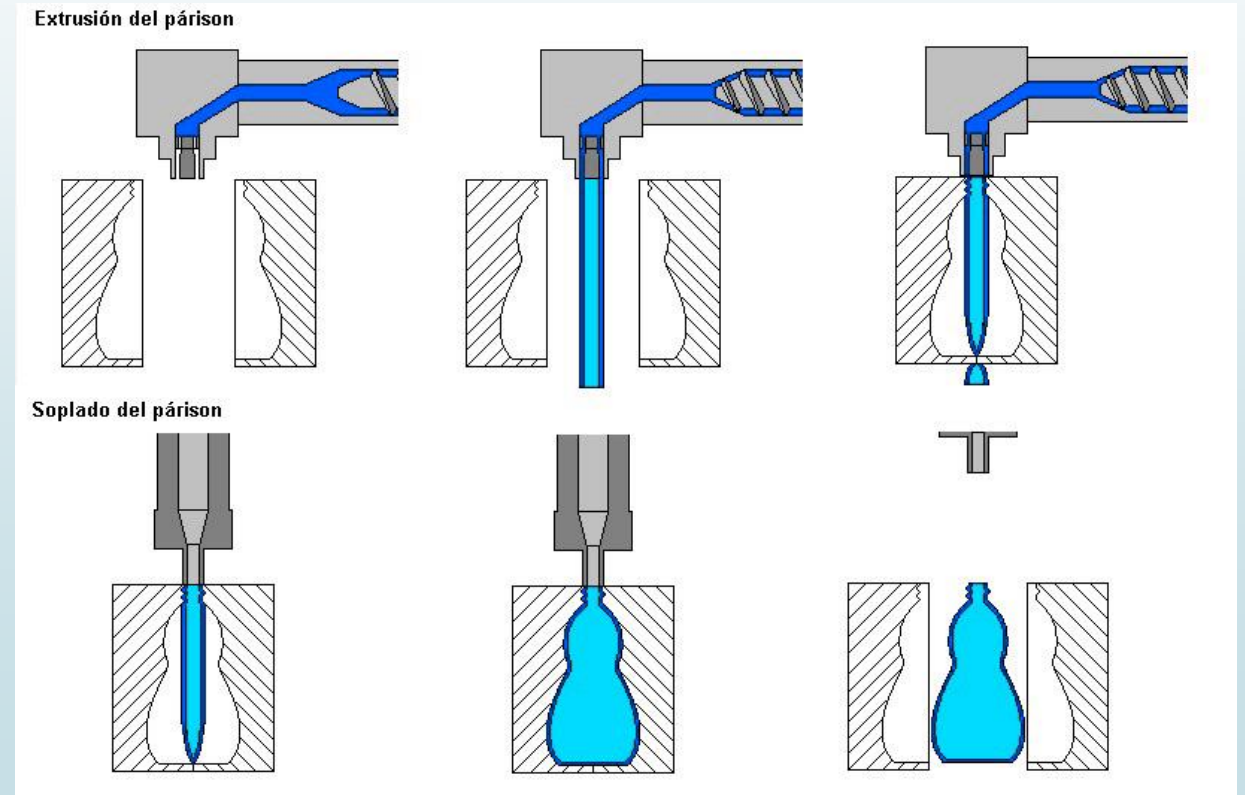
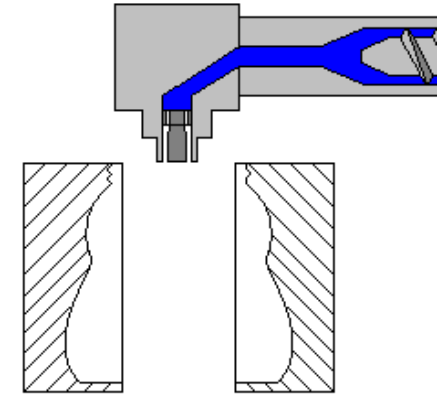
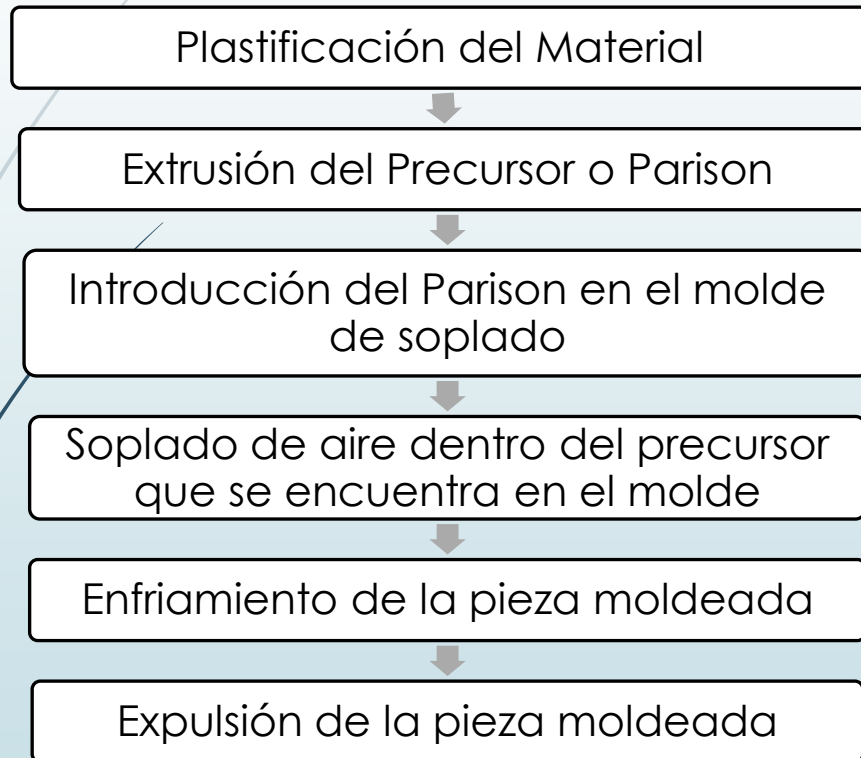
Repotenciar una máquina extrusora-sopladora e implementar un sistema de supervisión y control de forma local mediante una interface grafica HMI y de forma remota vía internet, para la empresa NS industrias de la ciudad de Latacunga.



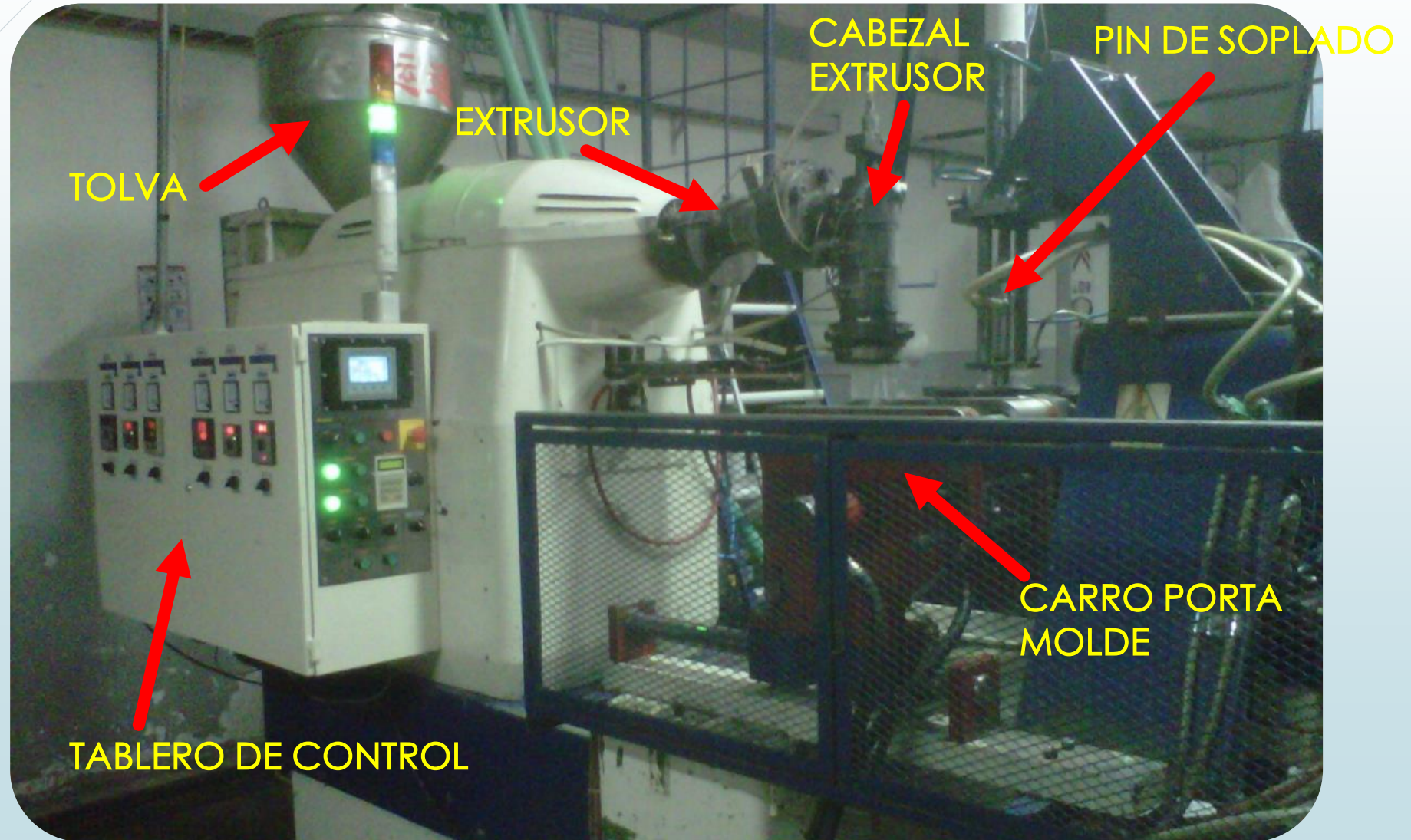
Objetivos Específicos

- ▶ Describir el funcionamiento de la máquina extrusora-sopladora.
- ▶ Realizar mantenimiento correctivo de los sistemas mecánicos, neumático e hidráulicos.
- ▶ Diseñar el sistema de potencia y control de la máquina, con sus respectivos elementos.
- ▶ Sustituir en control electromecánico obsoleto por el control centralizado mediante PLC.
- ▶ Diseñar el algoritmo de control que se implementara en el PLC
- ▶ Diseñar el interface grafica HMI que se implementara en el Panel De Visualización para la supervisión local en el nivel de campo.
- ▶ Implementar la supervisión remota vía internet.
- ▶ Realizar pruebas globales de funcionamiento de la máquina.

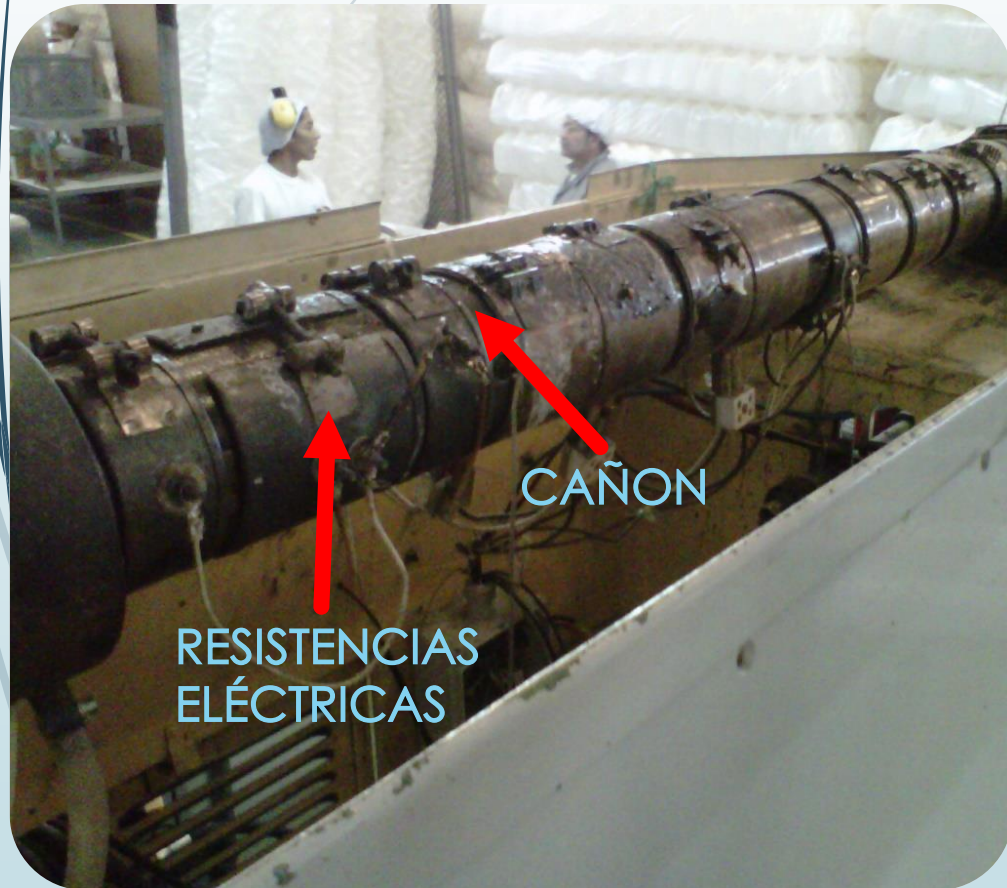
Proceso de extrusado y soplado de envases de polietileno



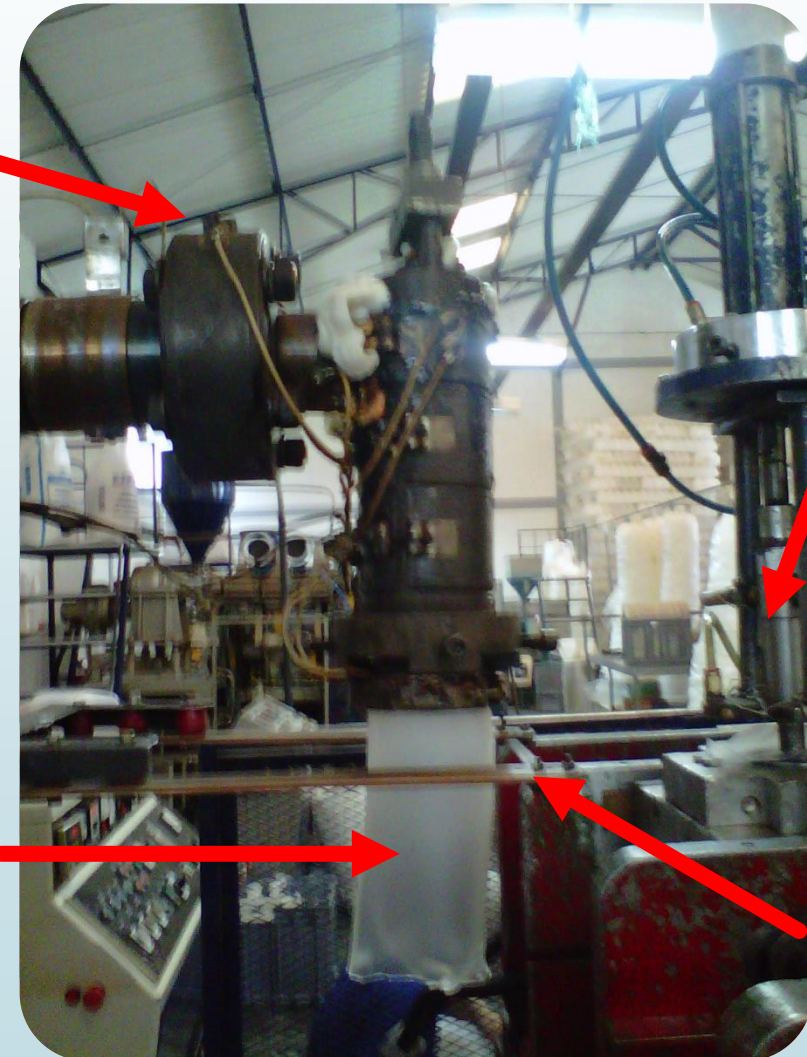
Descripción de las partes de una máquina extrusora-sopladora



Descripción de las partes de una máquina extrusora-sopladora



TERMOCUPLA



PIN DE SOPLADO

PARISON

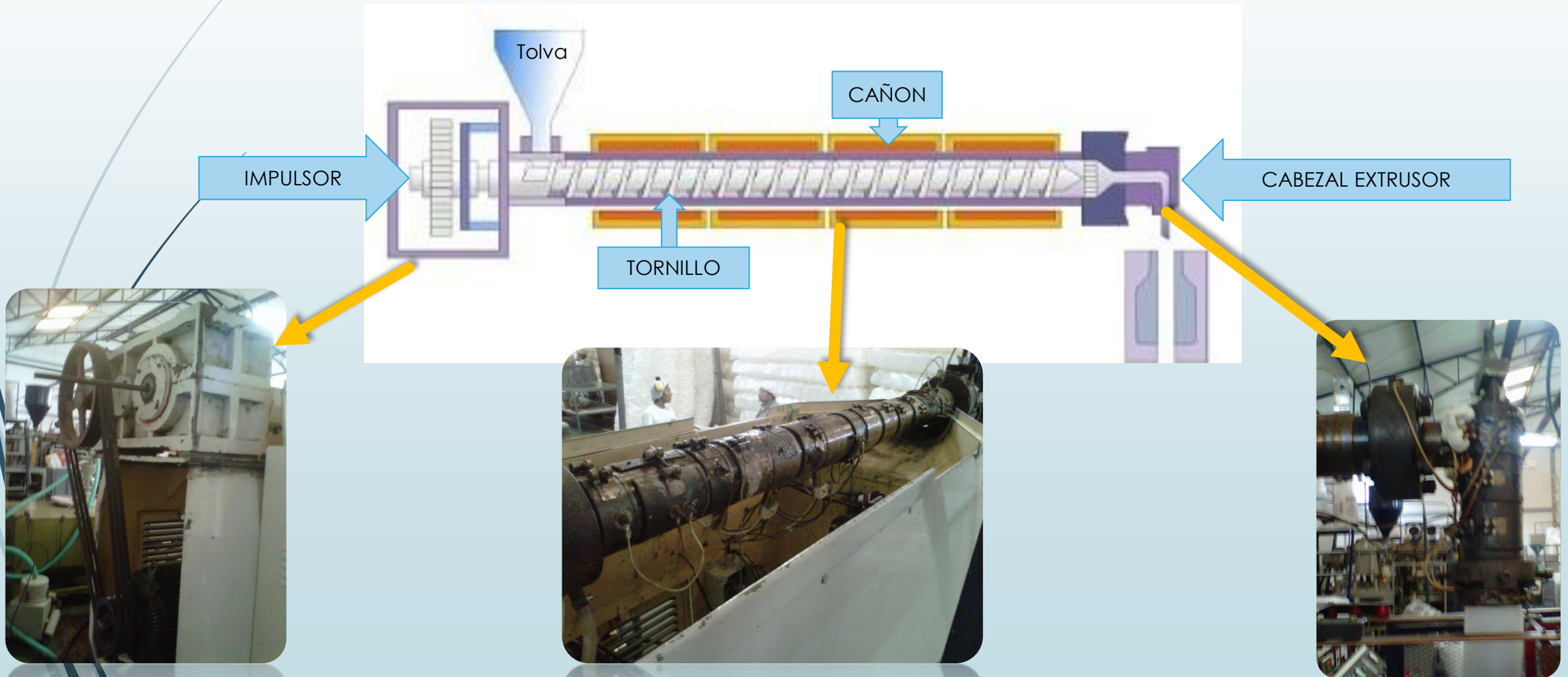
CUCHILLA DE CORTE

Descripción de las partes de una máquina extrusora-sopladora



EXTRUSOR

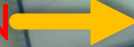
El extrusor transporta y plastifica el polímero (granos o pellets de resina) desde la tolva, a través de la cámara de calentamiento, hasta la boca de descarga, de forma continua, dicho elemento esta conformado básicamente por cuatro elementos principales:



Cabezal Extrusor

- Está conectado con la salida del cañón, el cual da la forma de tubo al parison y controla el grosor de la pared. Esta conformado por:

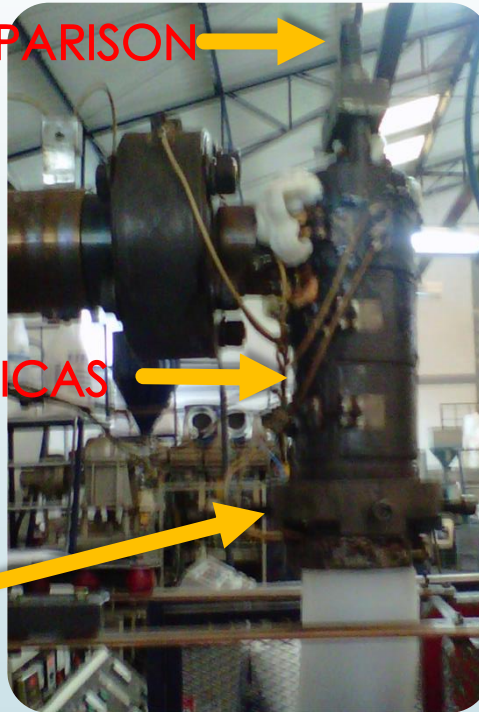
CONTROLADOR DEL PARISON



RESISTENCIAS ELÉCTRICAS



DADO

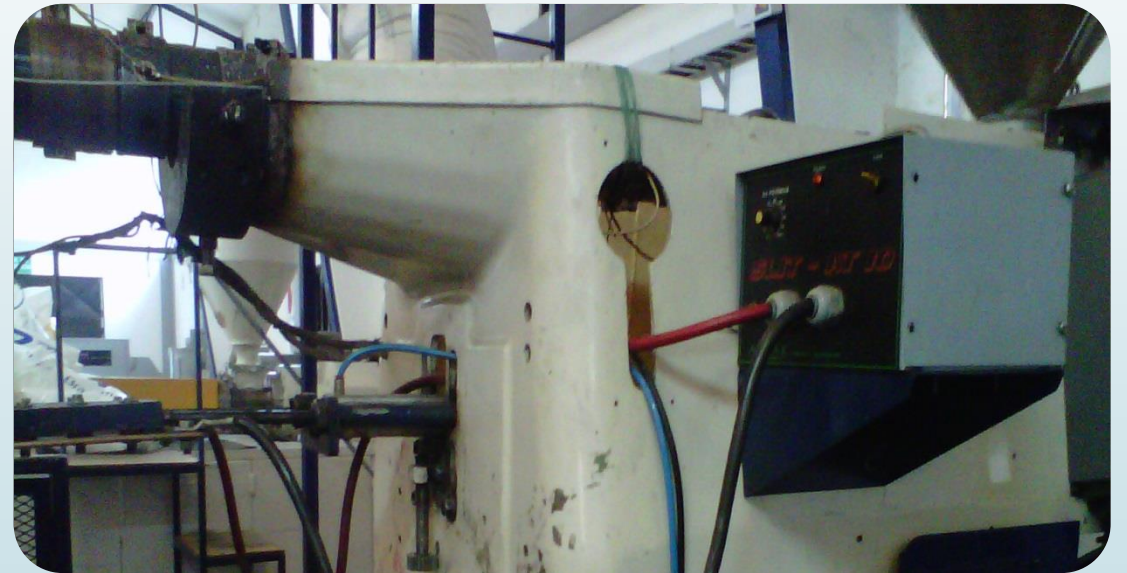


DIVERGENTE

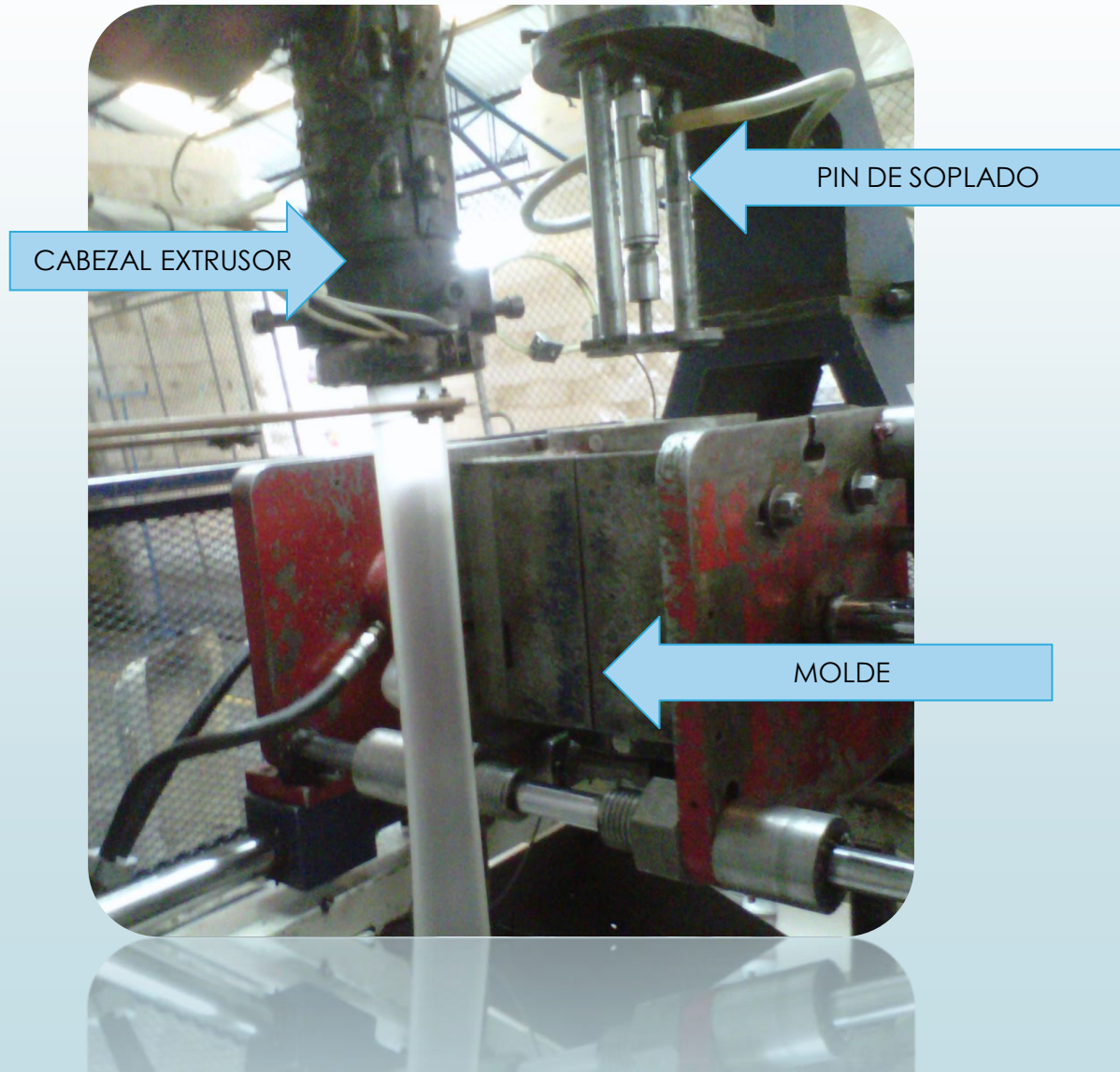
CONVERGENTE

CUCHILLA DE CORTE

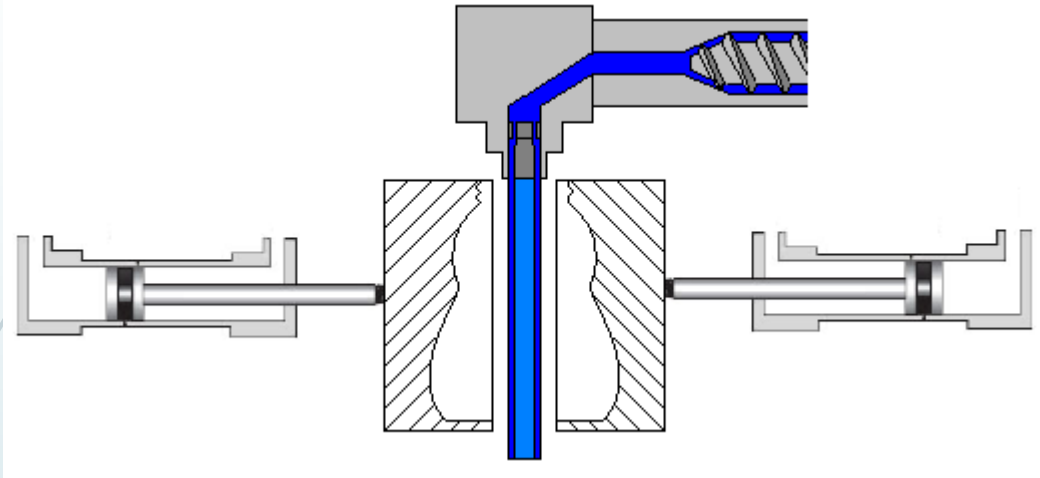
Es el elemento que corta al parison, ubica debajo del cabezal extrusor por debajo del dado.



Carro porta molde

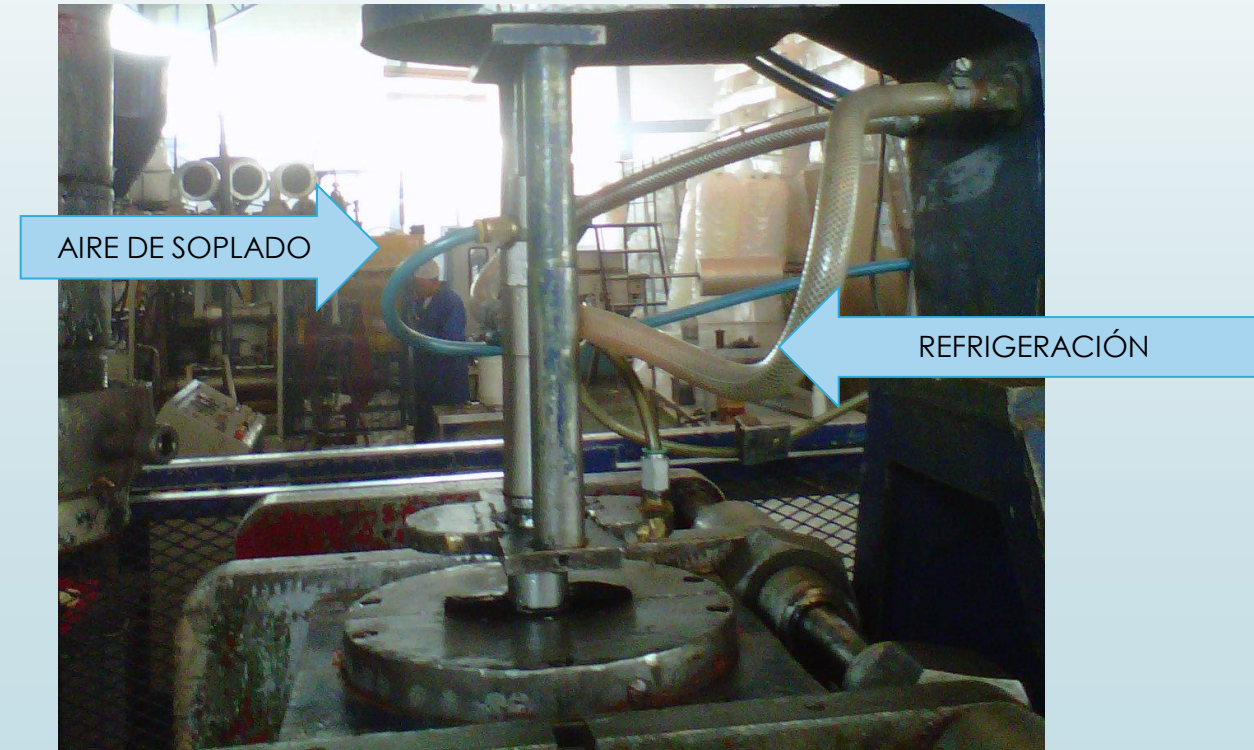
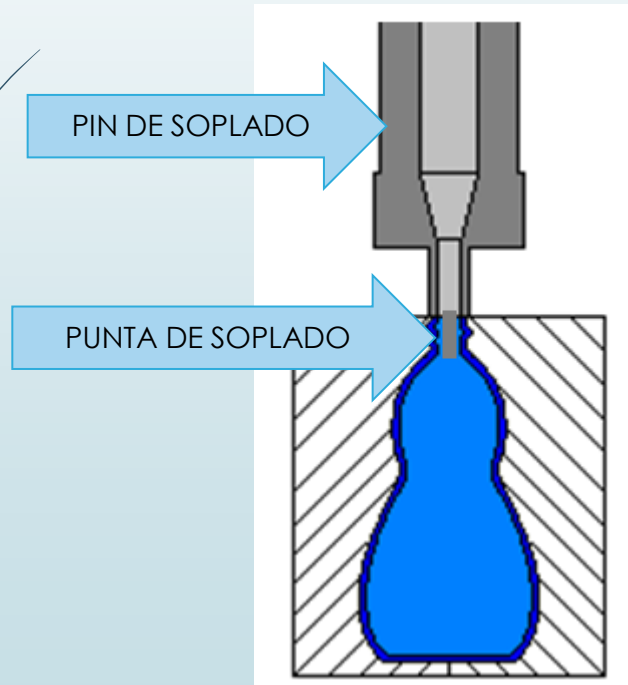


MECANISMO DE CIERRE



SISTEMA DE SOPLADO

- Sopla aire comprimido al interior del parison al parison que está metido dentro de las paredes del molde para que después tome la forma de éste.
- El sistema de soplado se compone de:





REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

- ▶ La máquina emplea para su control de sus elementos un PLC.
- ▶ La máquina opera en dos modos de trabajo como son:
 - ▶ Modo manual, en el cual controla los actuadores de la máquina desde botoneras ubicadas en el panel de operador; este modo es usado por el operador para la calibración de la máquina cuando se cambia de molde.
 - ▶ Modo automático, el sistema es capaz de controlar automáticamente el proceso de producción, según los tiempos necesarios y ya precargados en el PLC para cada tipo de envase.
- ▶ Además la máquina cuenta con la supervisión local del proceso mediante un HMI, donde el operador tiene acceso a los tiempos del proceso, registro de producción, tipos de envases, estado de los elementos de la máquina, tipo de corte y un registro de alarmas.
- ▶ Y para complementar su funcionalidad, la máquina cuenta con supervisión remota vía internet, el cual agrega el nivel de gestión, ya que el mismo permite tener acceso a las mismas funciones del HMI local sin la necesidad de estar físicamente frente a la máquina, facilitando soporte técnico por parte del personal de mantenimiento.

ELEMENTOS EXISTENTES

- La máquina cuenta con los siguientes elementos, los cuales se encuentran funcionando correctamente y cuyas características se detallan a continuación:
- Bomba Hidráulica.



Bomba Hidráulica	
Marca	EP
Voltaje	220 VAC
Corriente Nominal	31 A
Frecuencia	60 Hz
Potencia	12 HP/9 KW
Fases	3~

ELEMENTOS EXISTENTES

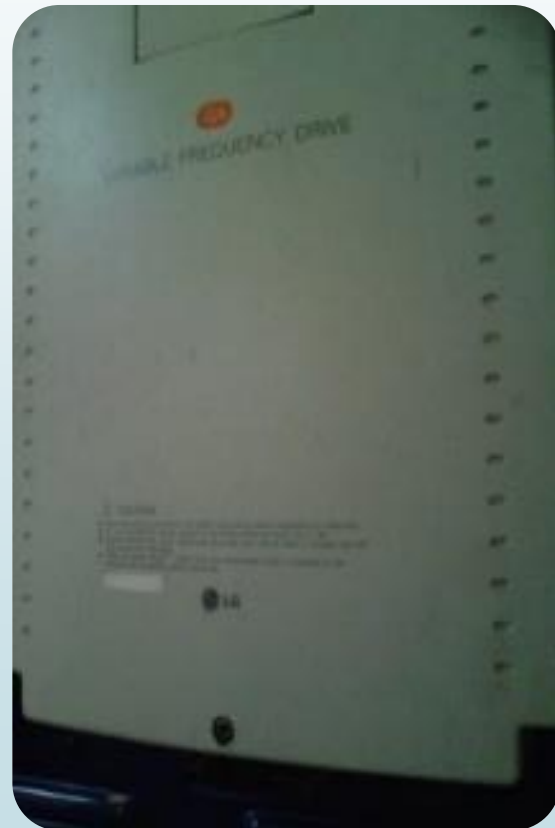
- Motor del tornillo extrusor.



Motor Eléctrico del Tornillo Extrusor	
Marca	US Electric Motors
Voltaje	230 VAC
Corriente Nominal	49.4 A
Frecuencia	60 Hz
Potencia	20 HP/ 15 KW
Fases	3~

ELEMENTOS EXISTENTES

- Variador de frecuencia del Motor del tornillo extrusor.



Variador de Frecuencia	
Marca	LG
Modelo	SV 150iS5 - 2NU
Potencia	20 HP / 15 KW
Voltaje de Entrada	200 - 230 VAC
Frecuencia de Entrada	50 – 60 Hz
Corriente de Salida	60 A
Frecuencia de Salida	0 – 400 Hz
Voltaje de Salida	200 - 230 VAC

ELEMENTOS EXISTENTES

- Resistencias eléctricas (Niquelinas).



Zonas	Numero de Niquelinas	Corriente de Niquelina	Potencia de Niquelina	Potencia Total
1	4	2.73 A	600 W	2400 W
2	4	2.73 A	600 W	2400 W
3	4	2.73 A	600 W	2400 W
4	4	2.73 A	600 W	2400 W
5	4	2.73 A	600 W	2400 W
6	1	2.73 A	600 W	600 W

ELEMENTOS EXISTENTES

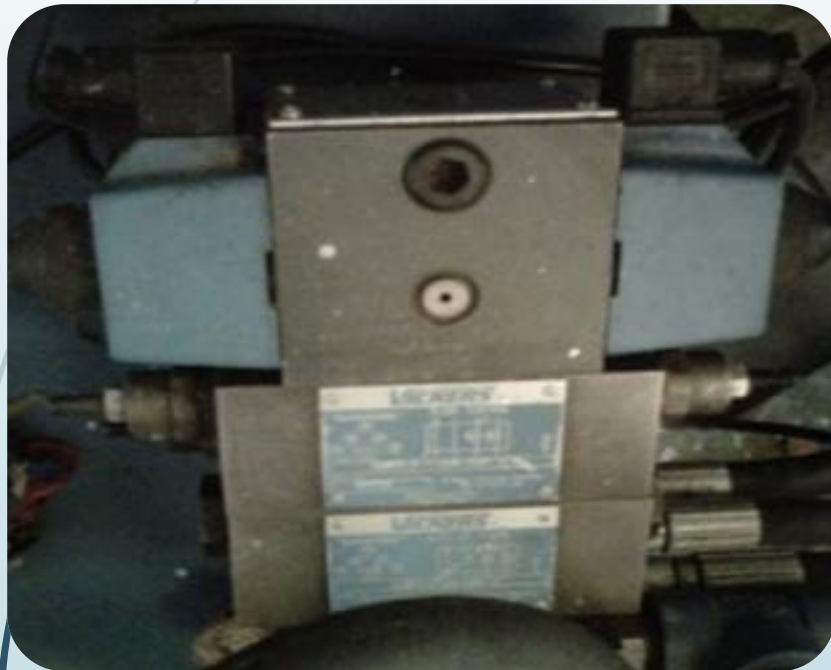
- ▶ Controladores de Temperatura (Pirómetros.)

Con un voltaje de alimentación de 220 VAC



ELEMENTOS EXISTENTES

► Electroválvulas Hidráulicas.



Función	Actuador	Marca	Características	Voltaje	Corriente	Frecuencia
Subir y bajar carro	Pistón doble efecto	Vickers	Válvula 4/3, con retorno por muelle, centro cerrado.	220 VAC	0.45 A	60 Hz
Abrir y cerrar molde	Pistón doble efecto	Vickers	Válvula 4/3, con retorno por muelle, centro cerrado.	220 VAC	0.45 A	60 Hz
Frenado carro arriba	Control de frenado del carro	Northman	Válvula 4/2, con retorno por muelle	220 VAC	0.45 A	60 Hz
Frenado carro abajo	Control de frenado del carro	Northman	Válvula 4/2, con retorno por muelle	220 VAC	0.45 A	60 Hz
Abrir y cerrar el paso de flujo al sistema Hidráulico	Alimenta de presión al sistema hidráulico	MPM	Solenoide de válvula	220 VAC	0.45 A	60 Hz

ELEMENTOS EXISTENTES

- Electroválvulas Neumáticas.



Función	Actuador	Marca	Características	Voltaje	Corriente	Frecuencia
Subir y bajar cuchilla de Corte	Pistón doble efecto.	Micro	Se utilizará una válvula 5/2 NA con retorno por muelle	220 VAC	25 mA	60 Hz
Subir y bajar pin de soplado	Pistón doble efecto.	Micro	Se utilizará una válvula 5/2 NA con retorno por muelle	220 VAC	25 mA	60 Hz
Soplado	Control ON/OFF de soplado.	Micro	Se utilizará una válvula 3/2 NC con retorno por muelle	220 VAC	25 mA	60 Hz

ELEMENTOS EXISTENTES

- ▶ Controlador de temperatura de la cuchilla de corte



Control de Temperatura de la Cuchilla de Corte	
Marca	ATTRAK
Voltaje	220 VAC
Corriente	0.83 A
Frecuencia	60 Hz

Dimensionamiento de protecciones

Se dimensiona las protecciones eléctricas que serán reemplazadas, para los elementos existentes en la máquina

- Interruptor termomagnético del motor del tornillo extrusor.

$$I_{n_{Motor\ 40M1}} = 49.4\ A$$

$$I_{Breaker(40\ QF1)} = 1.25 * I_{n_{Motor\ 40M1}}$$

$$I_{Breaker(40\ QF1)} = 1.25 * 49.4\ A = 61.75\ A$$

Por lo tanto se selecciona el siguiente interruptor termomagnético disponible en el mercado con las siguientes características:

Interruptor termomagnético.	
Marca	General Electric
Voltaje	230/240 VAC
Curva	C
In	63 A
Frecuencia	50/60 Hz
Fases	3

Dimensionamiento de protecciones

- Interruptor termomagnético las zonas de temperatura.

Zona 2, 3, 4, 5, 6.

La corriente es igual en dichas zonas, por lo tanto el interruptor termomagnético será igual:

$$I_{n_{zona\ 3}} = 10.92\ A$$

$$I_{Breaker\ (50\ QF1,\ 50\ QF2,\ 50\ QF3,\ 50\ QF4,\ 50\ QF5,)} = 1.25 * I_{n_{Zona\ 3}}$$

$$I_{Breaker\ (50\ QF1,\ 50\ QF2,\ 50\ QF3,\ 50\ QF4,\ 50\ QF5,)} = 1.25 * 10.92\ A$$

$$I_{Breaker\ (50\ QF1,\ 50\ QF2,\ 50\ QF3,\ 50\ QF4,\ 50\ QF5,)} = 13.65\ A$$

Interruptor termomagnético.	
Marca	Siemens
Voltaje	230/240 VAC
Curva	C
In	16 A
Frecuencia	50/60 Hz
Fases	3

Dimensionamiento de protecciones

- Interruptor termomagnético las zonas de temperatura.

Zona 1.

$$I_{n_{Zona\ 1}} = 2.73\ A$$

$$I_{Breaker(50\ QF6)} = 1.25 * I_{n_{Zona\ 1}}$$

$$I_{Breaker(50\ QF6)} = 1.25 * 2.73A$$

$$I_{Breaker(50\ QF6)} = 3.41A$$

Interruptor termomagnético.	
Marca	Siemens
Voltaje	230/240 VAC
Curva	C
In	10 A
Frecuencia	50/60 Hz
Fases	3

Dimensionamiento de protecciones

- Relé térmico de la bomba hidráulica

$$I_{n_{Bomba\ Hidráulica\ 30M1}} = 31\ A$$

$$I_{Rele\ Termico(30\ FR1)} = 1.25 * I_{n_{Bomba\ Hidráulica\ 30M1}}$$

$$I_{Rele\ Termico(30\ FR1)} = 1.25 * 31\ A$$

$$I_{Rele\ Termico(30\ FR1)} = 38,75\ A$$

RELÉ TÉRMICO.	
Marca	Siemens
Voltaje	690 VAC
Corriente	22-32 A
Potencia	15 KW
Frecuencia	50/60 Hz
Fases	3
Contactos	1 NC – 1NO

Dimensionamiento de Contactores

- Bomba del sistema hidráulico.

$$I_{n_{Bomba\ Hidráulica\ 30M1}} = 31\ A$$

$$I_{Contactor(30KM1)} = 1.25 * I_{n_{Bomba\ Hidráulica\ 30M1}}$$

$$I_{Contactor(30KM1)} = 1.25 * 31\ A$$

$$I_{Contactor(30KM1)} = 38,75\ A$$

CONTACTOR.	
Marca	Siemens
Modelo	3RT 1035-1A
Voltaje de Potencia	230 VAC – 60 Hz
Corriente Nominal	50 A
Fases	3
Potencia	15 Hp
Bobina	220 VAC – 60 Hz

Dimensionamiento de Contactores

- Zonas de temperatura.

Zona 2, 3, 4, 5, 6.

La corriente es igual en dichas zonas, por lo tanto el contactor será igual:

$$I_{n_{Zona\ 3}} = 10.92\ A$$

$$I_{Contactor\ (50KM1, 50\ KM2, 50\ KM3, 50KM4, 50\ KM5)} = 1.25 * I_{n_{Zona\ 3}}$$

$$I_{Contactor\ (50KM1, 50\ KM2, 50\ KM3, 50KM4, 50\ KM5)} = 1.25 * 10.92\ A$$

$$I_{Contactor\ (50KM1, 50\ KM2, 50\ KM3, 50KM4, 50\ KM5)} = 13.65\ A$$

CONTACTOR.	
Marca	LG
Modelo	GMC 32
Voltaje de Potencia	230 VAC – 60 Hz
Corriente Nominal	32 A
Fases	3
Potencia	7.5 KW
Bobina	220 VAC – 60 Hz

Dimensionamiento de Contactores

- Zonas de temperatura.

Zona 1

$$I_{n_{Zona\ 1}} = 2.73\ A$$

$$I_{Contactor(50KM6)} = 1.25 * I_{n_{Zona\ 1}}$$

$$I_{Contactor(50KM6)} = 1.25 * 2.73\ A$$

$$I_{Contactor(50KM6)} = 3.41\ A$$

CONTACTOR.	
Marca	Telemecanique
Modelo	LC1D1810
Voltaje de Potencia	230 VAC – 60 Hz
Corriente Nominal	32 A
Fases	3
Potencia	7.5 Hp
Bobina	220 VAC – 60 Hz

Dimensionamiento del cable conductor y código de colores.

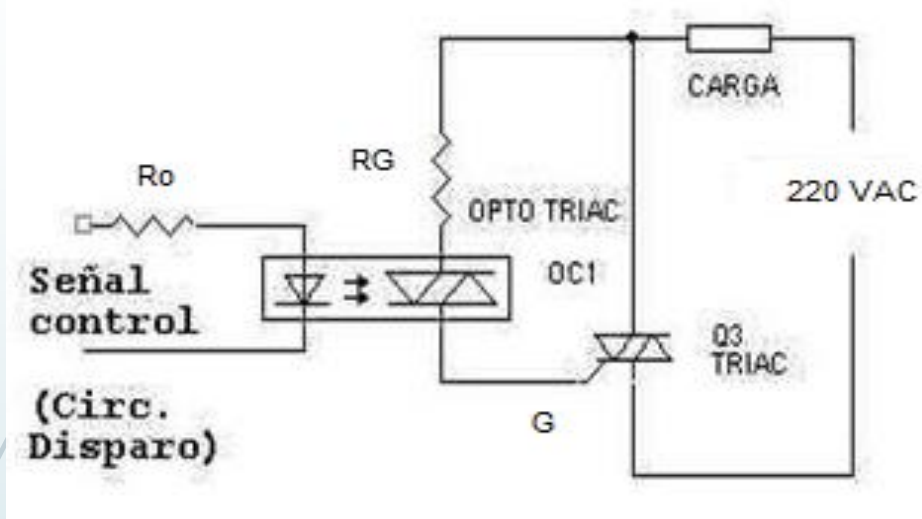
Elemento	Corriente	Calibre (AWG)
Bomba Hidráulica	40 A	8
Motor del extrusor	70 A	4
Zonas de temperatura	15 A	14
Control	5 A	18

POTENCIA 220 VAC	
R	Rojo Oscuro
S	Negro
T	Blanco
CONTROL	
220 VAC	Plomo
24 VDC	Verde
ALIMENTACIÓN 24 VDC	
Positivo	Rojo Claro
Negativo	Azul

Selección de los elementos del Circuito de control

PARAMETROS	OPTOACOPLADORES	RELES
Resistencia y fiabilidad	7	3
Alimentación	6	4
Costo	5	5
Tiempo de respuesta	7	3
Ruido Generado	9	1
Espacio Físico	6	4
PUNTUACIÓN	40	20

Diseño de la tarjeta de control



$$R_{G_{max}} = \frac{\sqrt{2} * V_{in} - V_{TM} - V_{GT}}{I_{GT_{max}}} = \frac{\sqrt{2} * 220V - 3V - 1.3V}{50mA} = 6.14 K\Omega$$

$$R_{G_{min}} = \frac{\sqrt{2} * V_{in} - V_{TM} - V_{GT}}{I_{GT_{min}}} = \frac{\sqrt{2} * 220V - 3V - 1.3V}{25mA} = 12.27 K\Omega$$

Se escoge el valor de 10 K Ω

$$R_o = \frac{V_C - V_F}{I_{FT}}$$

$$R_o = \frac{24V - 1.5V}{10mA}$$

$$R_o = 2.2 K\Omega$$

Se escoge la resistencia de 2 K Ω que se encuentra disponible en el mercado, para obtener la corriente de trabajo del led.

Selección de sensores de temperatura

Tipo	Ventaja	Desventaja	Rango
Termistor	Dos alambres para medir ohmios. Económico. Muy sensible a pequeños cambios de temperatura.	No es lineal. Rango limitado. Frágil. Requiere fuente de corriente.	-50 a 20°C
RTD	Muy estable y preciso. Muy lineal que la termocupla. Medición de temperatura más estable.	Caro. Requiere fuente de corriente. Tiempo de respuesta lento. Frágiles, no utilizables en lugares donde haya mucha vibración	-200 a 600°C
Termocupla	No hay problemas de resistencia del cable. Respuesta más rápida. Simple y resistente. Económico. Alta temperatura de operación.	No es lineal. Bajo voltaje de salida. Menos estable y repetible. Baja sensibilidad.	-200 a 1700 °C

Selección del tipo de termocupla

SIMBOLO	TIPO DE METALES	Rango
T	Cobre / Cobre Níquel	-200°C a +350 °C
J	Hierro / Cobre Níquel	-40°C a +750 °C
E	Níquel Cromo / Cobre Níquel	-200°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

Este tipo de sensor tiene un amplio rango de medición de temperatura, es más robusto, resistente y económico. Está constituida por dos alambres metálicos diferentes que unidos, desarrollan una diferencia de potencial eléctrico.

Se selecciona la tipo K por su amplio rango de temperatura que va desde -150°C a +1100°C y es la más usado en el proceso de extrusado-soplado.

Selección del controlador lógico programable PLC.

- ▶ Para la automatización del proceso, la CPU de PLC debe cubrir los siguientes requerimientos:
 - ▶ Alimentación de 220 VAC.
 - ▶ Memoria de trabajo mayor o igual a 50 Kb.
 - ▶ Módulos de comunicación.
 - ▶ Módulos de expansión de entradas y salidas discretas.
 - ▶ Tipo de salida a relé.
 - ▶ Entradas de 24 VDC.
 - ▶ Entradas digitales igual o mayor a 24.
 - ▶ Salidas digitales igual o mayor a 19.

Selección del controlador lógico programable PLC.

- ▶ En base a los parámetros mencionados y a la robustez que se necesita para la máquina se selecciona el PLC S7-1200 CPU 1212C de la marca Siemens; el mismo que es un PLC compacto.
- ▶ Cabe recalcar que el número de entradas y salidas es muy reducido por lo que se implementará un módulo de señales I/O para cubrir el total de entradas y salidas que necesita el proceso.

CPU	1212C	1214C	1215C
Versión	AC/DC/Relé	AC/DC/Relé	AC/DC/Relé
Alimentación	110/220VAC	110/220VAC	110/220VAC
Memoria de trabajo	50 KB	75 KB	100 KB
ENTRADAS/SALIDAS INTEGRADAS			
Entrada digitales (DI)	8DI a 24 VDC	14DI a 24 VDC	14DI a 24 VDC
Salidas digitales (DO)	6 DO tipo relé	10 DO tipo relé	10 DO tipo relé
Entradas analógicas	2AI (voltaje)	2AI (voltaje)	2AI (voltaje)
Salidas analógicas	0	0	0
CAPACIDAD DE AMPLIACIÓN			
Signal board	1	1	1
Módulos de señales	2	8	8
Módulos de comunicación	3	3	3
Comunicación			
Profinet	1 Puerto integrado	1 Puerto integrado	2 Puerto integrado

Selección de módulo de señales de I/O.

Módulos de señales: Entradas/salidas digitales			
6ES7223-1BL30-0XB0	SM1223	16 DI a 24 VDC	16 DO a 24 VDC
6ES7223-1PL30-0XB0	SM1223	16 DI a 24 VDC	16 DO tipo relé
6ES7223-1QH30-0XB0	SM1223	8 DI a 24 VDC	8 DO tipo relé

- Se selecciona el módulo 6ES7223-1PL30-0XB0, el cual posee 16 entradas digitales a 24 VD y 16 salidas digitales a relé, que en conjunto con las entradas y salidas del PLC se tiene un total de:
 - Entradas digitales 24.
 - Salidas digitales 22.
- De forma que cubre los requerimientos para el proceso de la máquina.

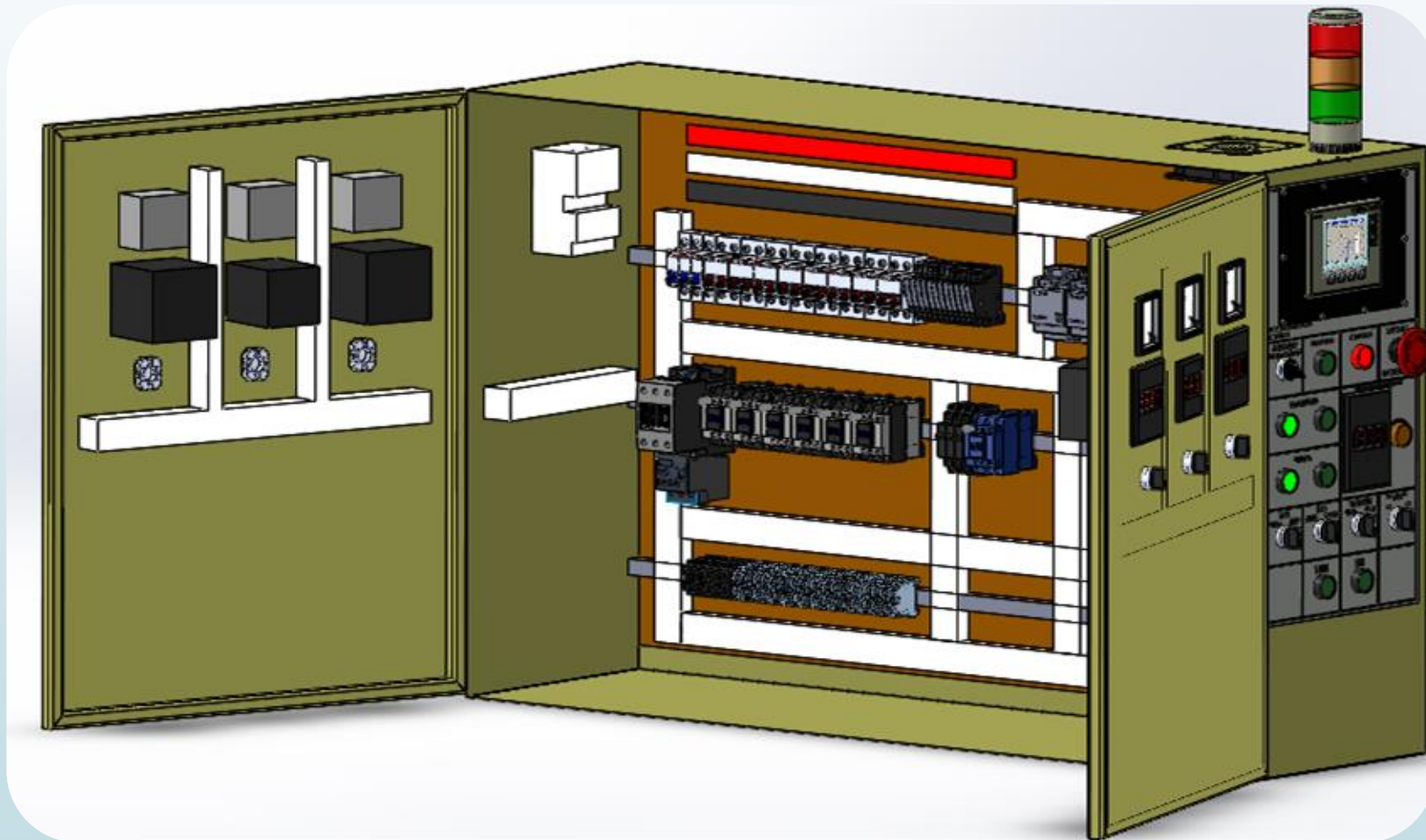
Selección del panel de visualización.

- En la serie del PLC S7-1200 dispone de varios modelos de paneles de visualización compatibles, ya que el proceso no implica un proceso grande, se emplea la serie Basic Panel con el panel KTP 400 Color PN, en el cual permite desarrollar el HMI del supervisor local.

KTP 400 Color PN	
Display	5.7 pulgadas / 256 colores
Resolución	320 x 240 px
Elementos de control	Touch screen / 6 Function keys
Memoria de usuario	512 KB
Interface	1 x RJ 45 Ethernet for PROFINET
Variables	500
Imágenes de proceso	50
Avisos	200

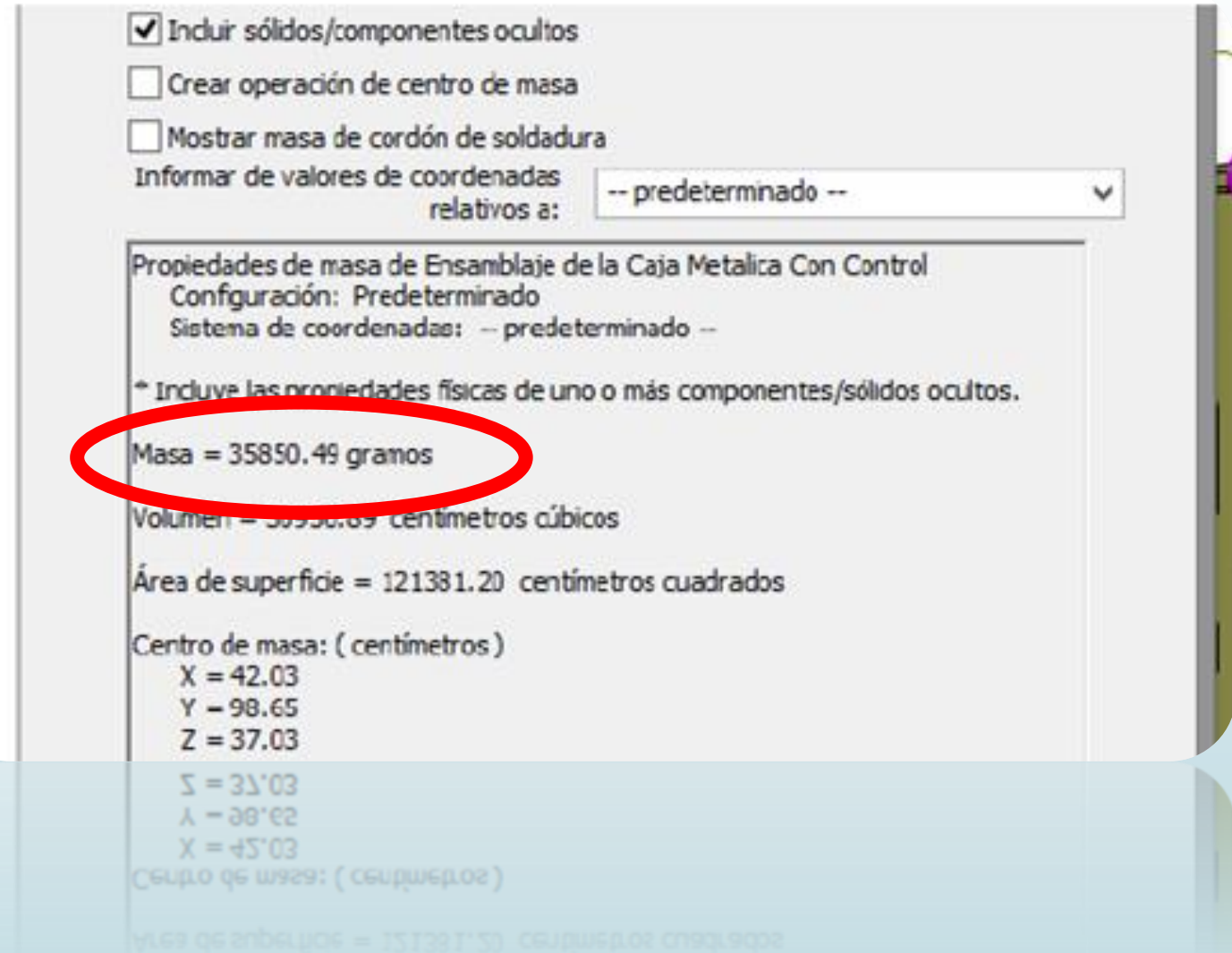
Diseño del Tablero

- Se diseño con la ayuda del software SolidWorks, permitiendo dimensionar en escala real tanto el armario donde irán todos los elementos de control, como el panel de operador donde irán los mando de control y el panel de visualización.



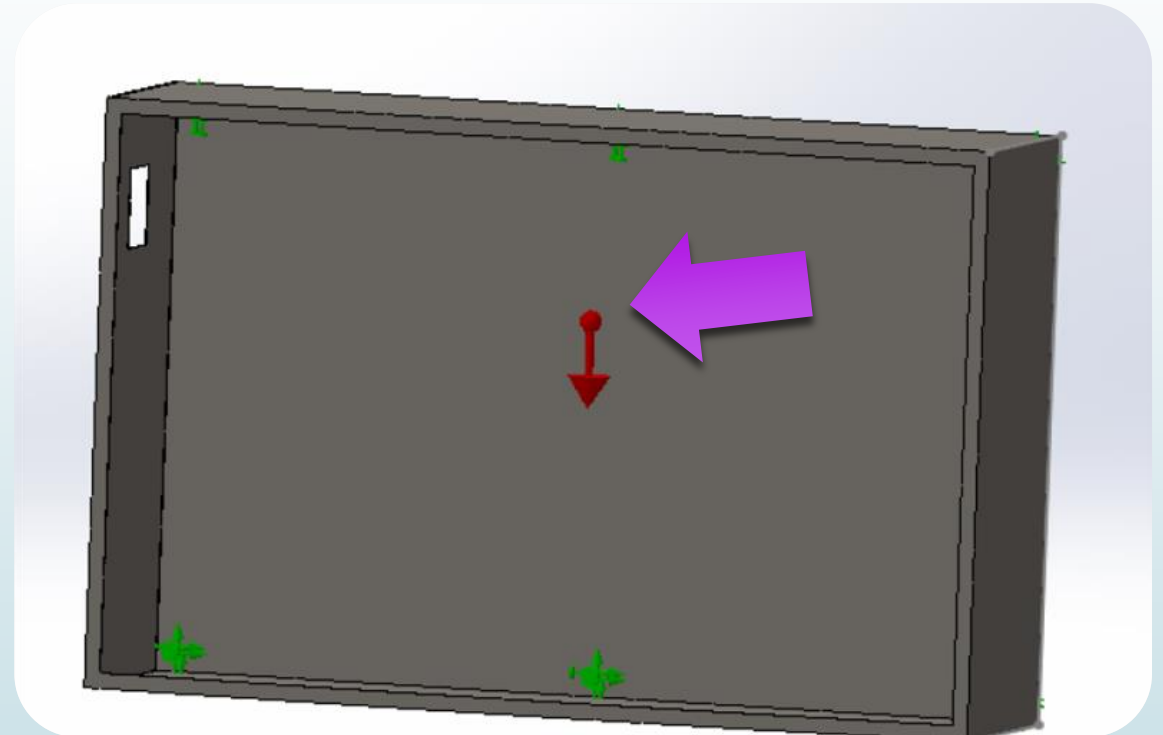
Análisis estático del tablero eléctrico.

- Se realiza el análisis en el software SolidWorks para verificar que el diseño sea capaz de soportar el peso de todos los componentes eléctricos, asignando a la estructura el acero ASTM A36 y poder validar el diseño con este material después de haber analizado las tensiones de Von Mises y el factor de seguridad.
- El peso total de los elementos eléctricos que van el tablero eléctrico es de 36 Kg (Dato de las elementos que se han tomado de las propiedades físicas del programa SolidWorks y sus respectivos pesos), como se muestra en la figura.



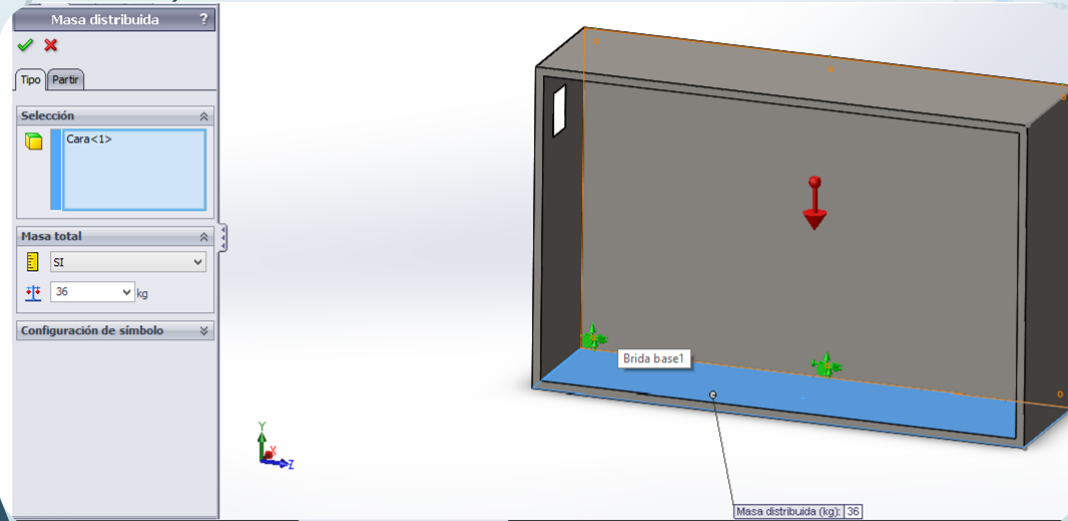
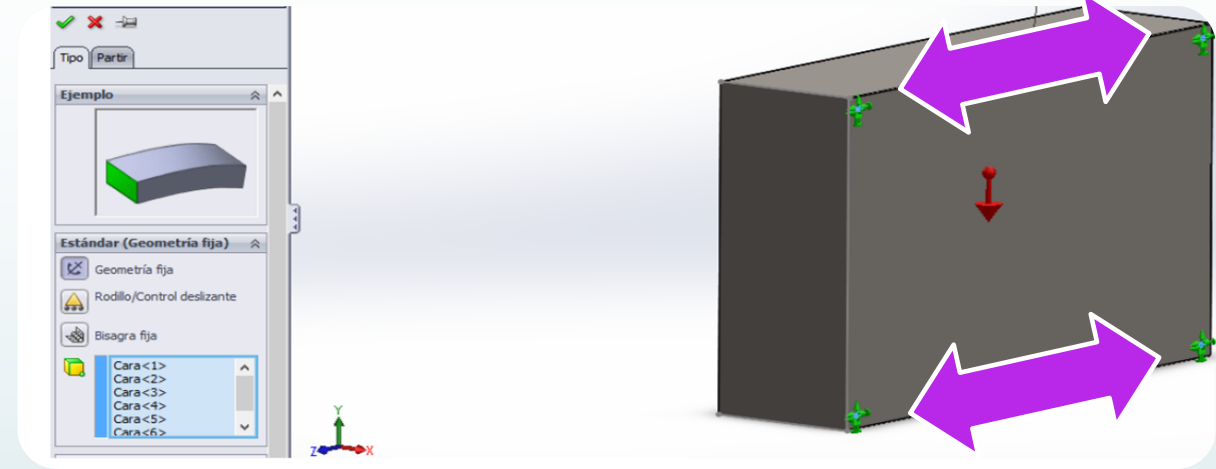
Análisis estático del tablero eléctrico.

- Se crea un nuevo estudio estático en el paquete de SolidWorks Simulation, se ingresa el valor del vector gravedad para que tenga influencia el peso del tablero al momento de realizar los cálculos, la dirección de este vector automáticamente se fija en el centro de masa del armario como muestra la figura



Análisis estático del tablero eléctrico.

- Se simula que el armario está sujeto en 4 puntos a la carcasa de la máquina, para esto se crea una sujeción de geometría fija y se seleccionan los puntos de apoyo como indica la figura.

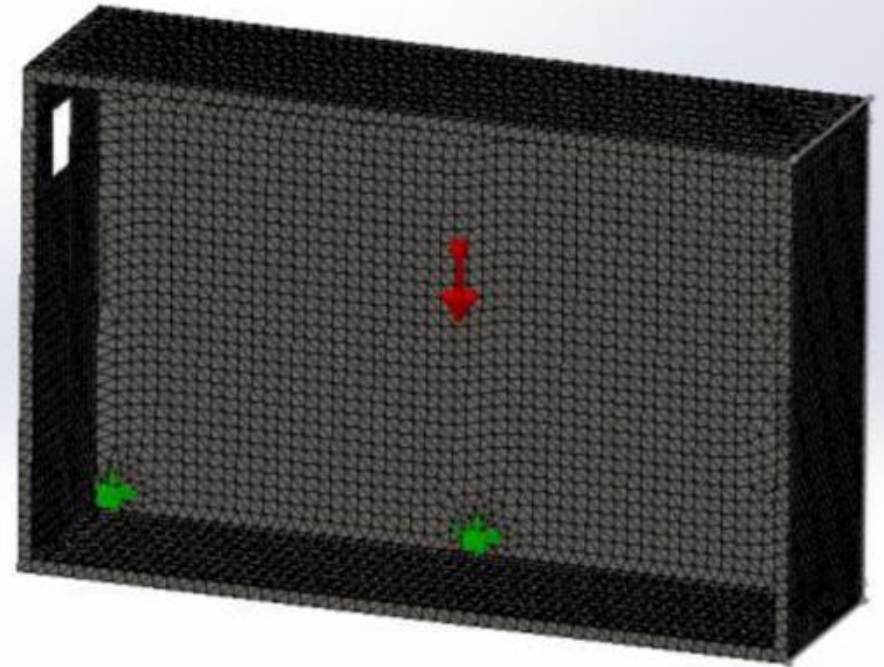


- Se aplica las carga a las que esta sometido el tablero, seleccionando masa distribuida para simular la masa de los elementos eléctricos, que es de 36 Kg obtenidas de las propiedades físicas del programa SolidWorks, se elige la cara inferior donde se aplica dicha fuerza, como indica la figura.

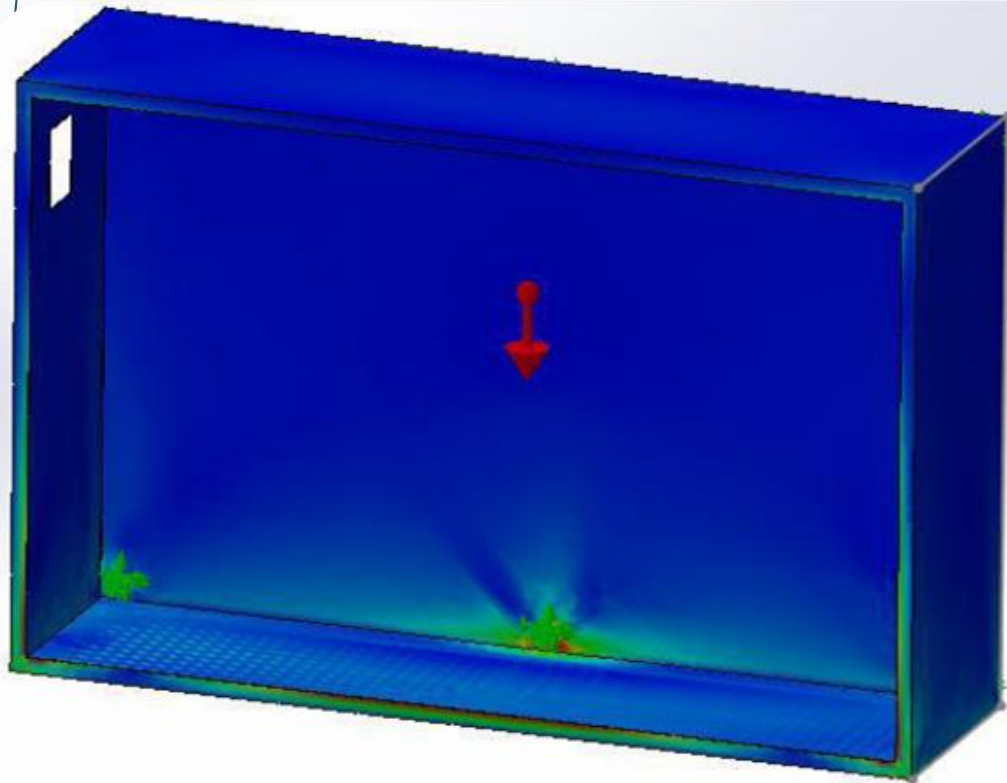
Análisis estático del tablero eléctrico.

- Se crea la malla para el análisis de elementos finitos, la cual mientras más fina mejores resultados se obtendrán, pero depende mucho de la geometría de la estructura, para este proyecto se ocupa una malla fina debido a que el diseño son chapas metálicas de 1mm de espeso y la geometría de la misma no es compleja se emplea dicha malla, como se muestra en la figura.

Nombre de modelo: Analisis de esfuerzos Caja Metalica para hacer
Nombre de estudio: Estudio_de_SimulationXpress
Tipo de malla: Malla de sólido



Análisis estático del tablero eléctrico.



- Al realizar el análisis estático, la teoría de Von Mises expone que un material dúctil (material que si se aplica una fuerza, puede deformarse sosteniblemente sin romperse a diferencia de los materiales frágiles) no cede en una ubicación cuando la tensión de Von Mises es menor al límite elástico.

$$\sigma_{VonMises} < \sigma_{LimiteElastico}$$

- En la Figura se observa el valor máximo de la tensión de Von Mises que esta aplicada el armario, este valor es de 70.82 [MPa], el cual es inferior al valor del límite elástico de 250 [MPa] y por lo tanto no existe fallo en el material.

$$\sigma_{VonMises} < \sigma_{LimiteElastico}$$

$$70.82[MPa] < 250[MPa]$$

Análisis estático del tablero eléctrico.

- Se considera que el esfuerzo de diseño tiene que ser mayor al esfuerzo máximo que soporta la estructura para que no exista fallo en la misma.

$$\sigma_d \geq \sigma'$$

$$124[\text{MPa}] \geq 70.82[\text{MPa}]$$

Dónde:

σ_d : Esfuerzo de diseño.

σ' : Esfuerzo soportado por el armario.

- A su vez el esfuerzo de diseño es:

$$\sigma_d = \frac{S_y}{N}$$

$$\frac{S_y}{N} = \sigma_d$$

$$\frac{248[\text{MPa}]}{2} = 124 [\text{MPa}]$$

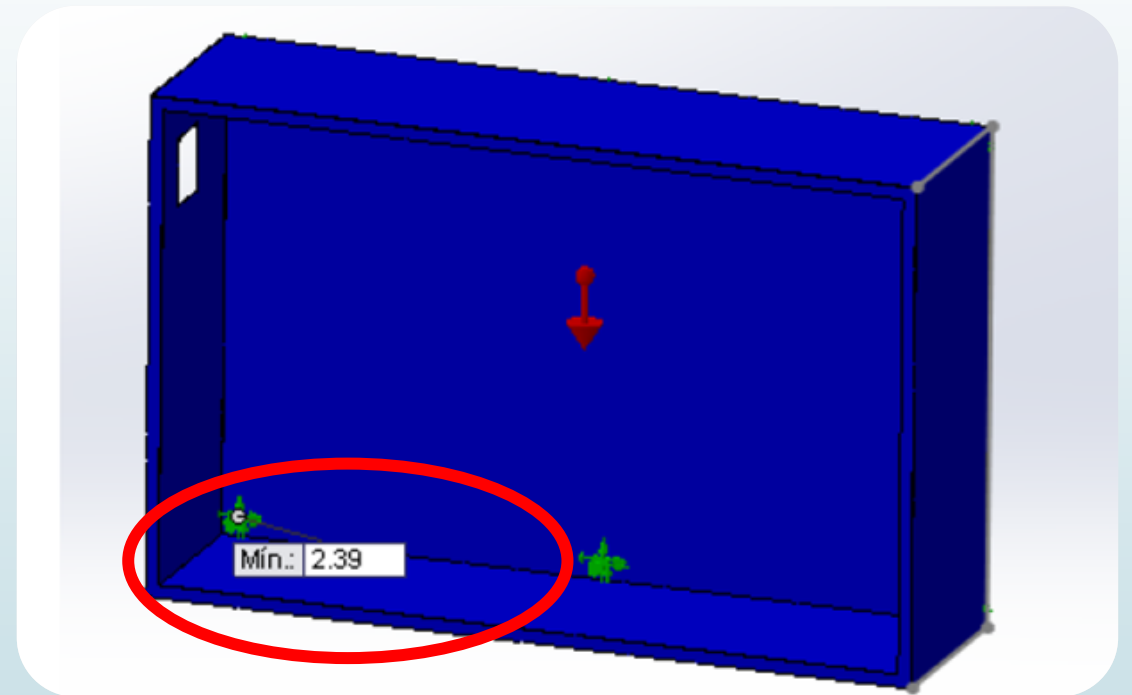
Dónde:

S_y : Resistencia a la flexión.

N : Factor de seguridad

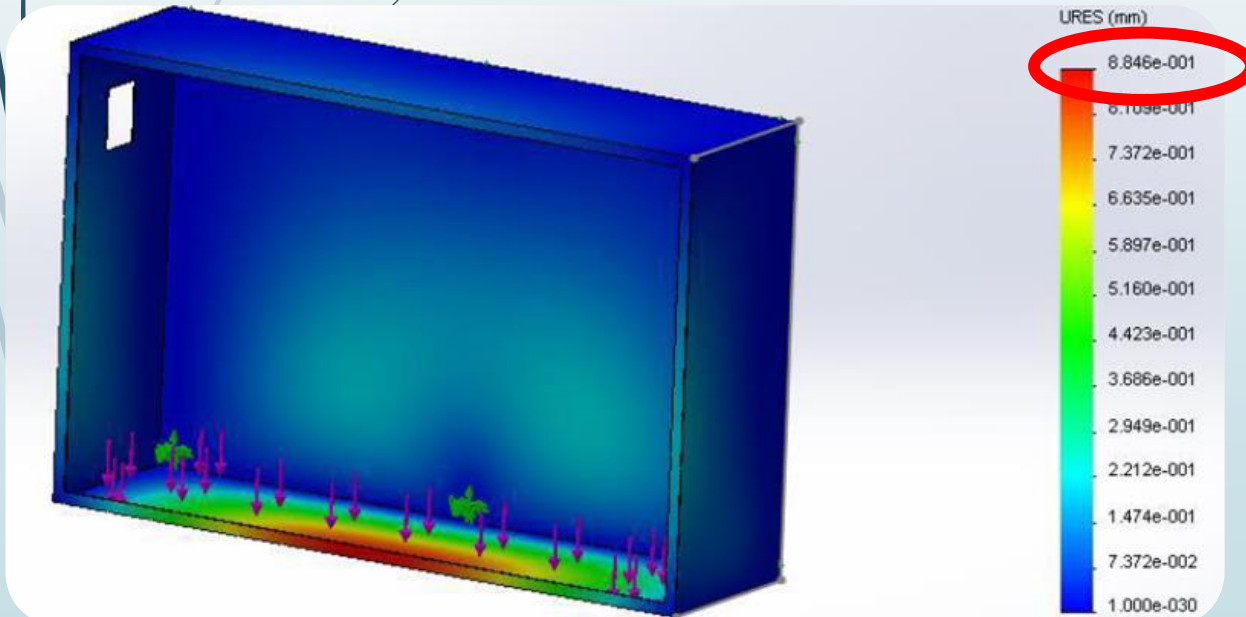
- Se considera un factor de seguridad de 2 y la resistencia a la flexión de 248 [MPa] (Tabla A-16 – Mott 2009).

- Al analizar el gráfico del factor de seguridad mostrado en la figura se comprueba que el valor mínimo es de 2.39 siendo un valor óptimo para el diseño.



Análisis estático del tablero eléctrico.

- Se realiza el análisis de la deformación que experimentara el tablero mediante el análisis de deformación en el software Solid Works. La mayor deformación dimensional se produce en el centro inferior del tablero que es de 0.8846 mm como se muestra en la figura.



- Se calcula el desplazamiento máximo mediante la ecuación 2.20.

$$y_{m\acute{a}x} = \frac{L}{360}$$

Dónde:

L = Longitud de la plancha donde existe deformación.

- Por lo que de desplazamiento máximo es:

$$y_{m\acute{a}x} = \frac{1180mm}{360} = 3.27 mm$$

- Para considerar que el diseño está correcto, el desplazamiento obtenido debe ser menor a la deformación máxima.

$$\mu < y_{m\acute{a}x}$$

$$0.8846mm < 3.27mm$$

- Finalmente en base a los resultados obtenidos en este análisis estático se concluye que el armario resiste y no tiene fallos de seguridad con el material asignado.

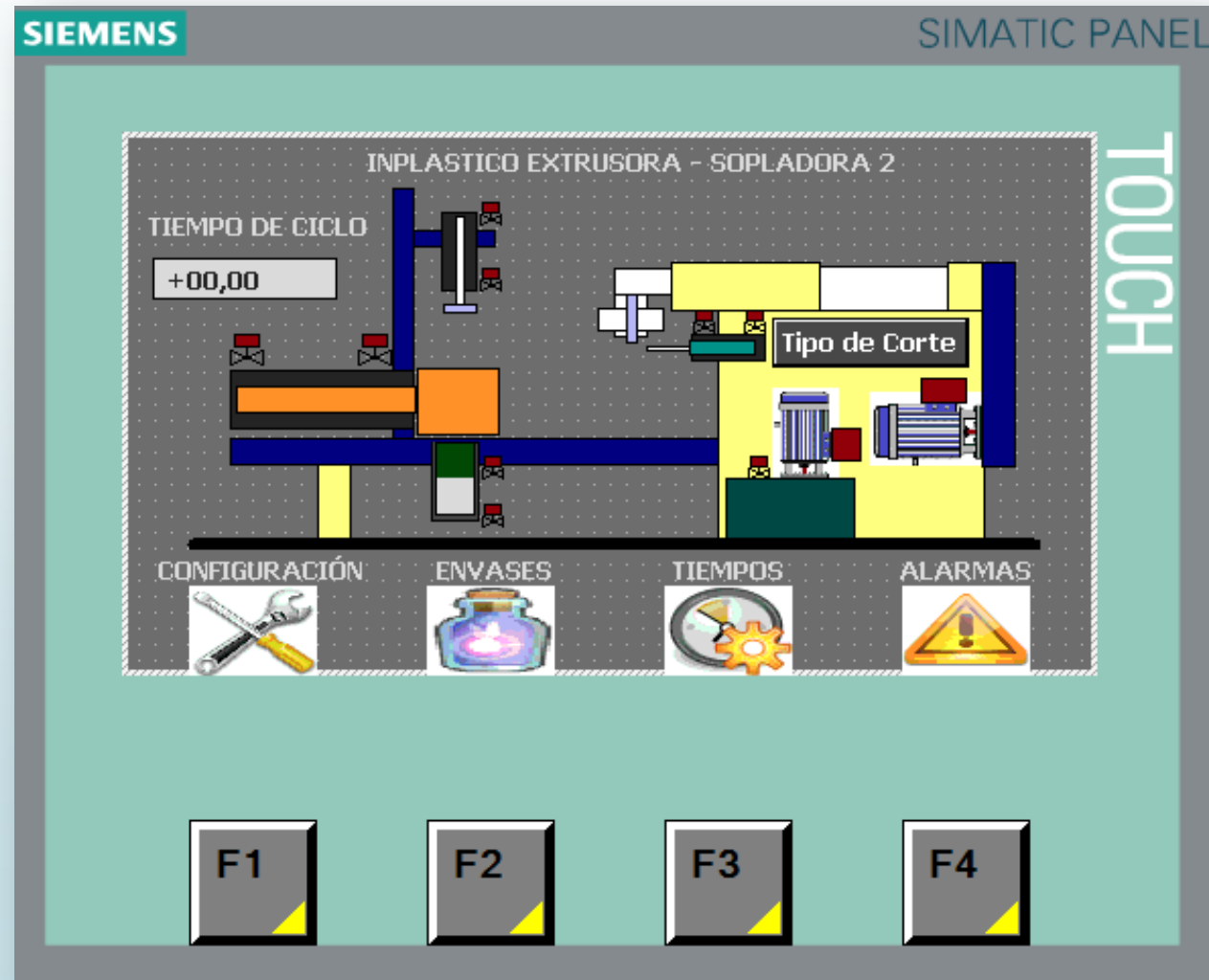


Diseño de las funcionalidades del sistema supervisor local de campo.

- Para el diseño del HMI local se emplea WinCC, el cual ya viene incluido en el paquete TIA PORTAL, permitiendo programar tanto el algoritmo de control para el PLC S7 1200 , como el HMI para la panel view KTP 400 color.
- Para el control y monitoreo del proceso de una manera rápida y sencilla, el HMI se divide en las siguientes ventanas:

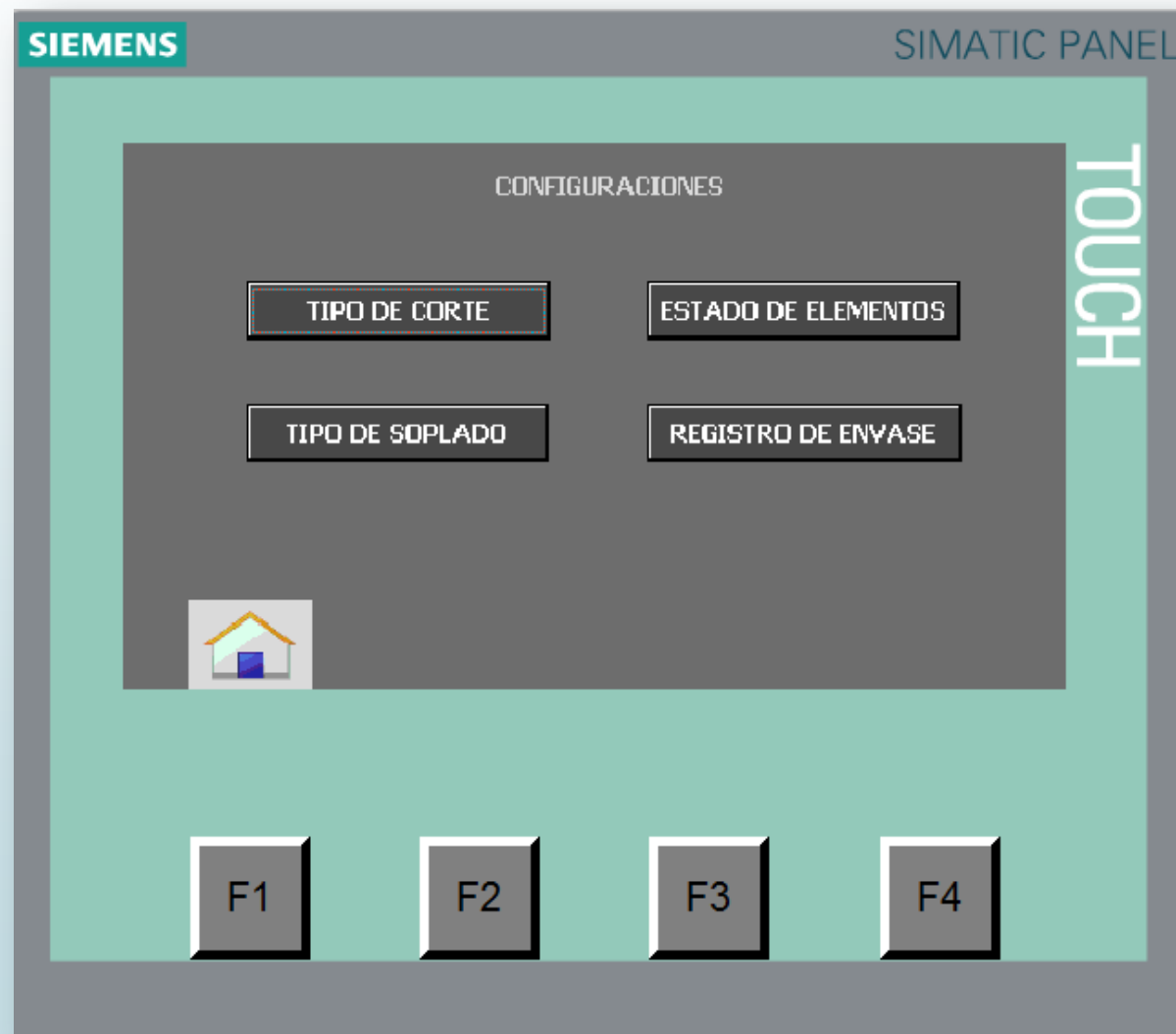
Diseño de las funcionalidades del sistema supervisor local de campo.

- Ventana del Proceso



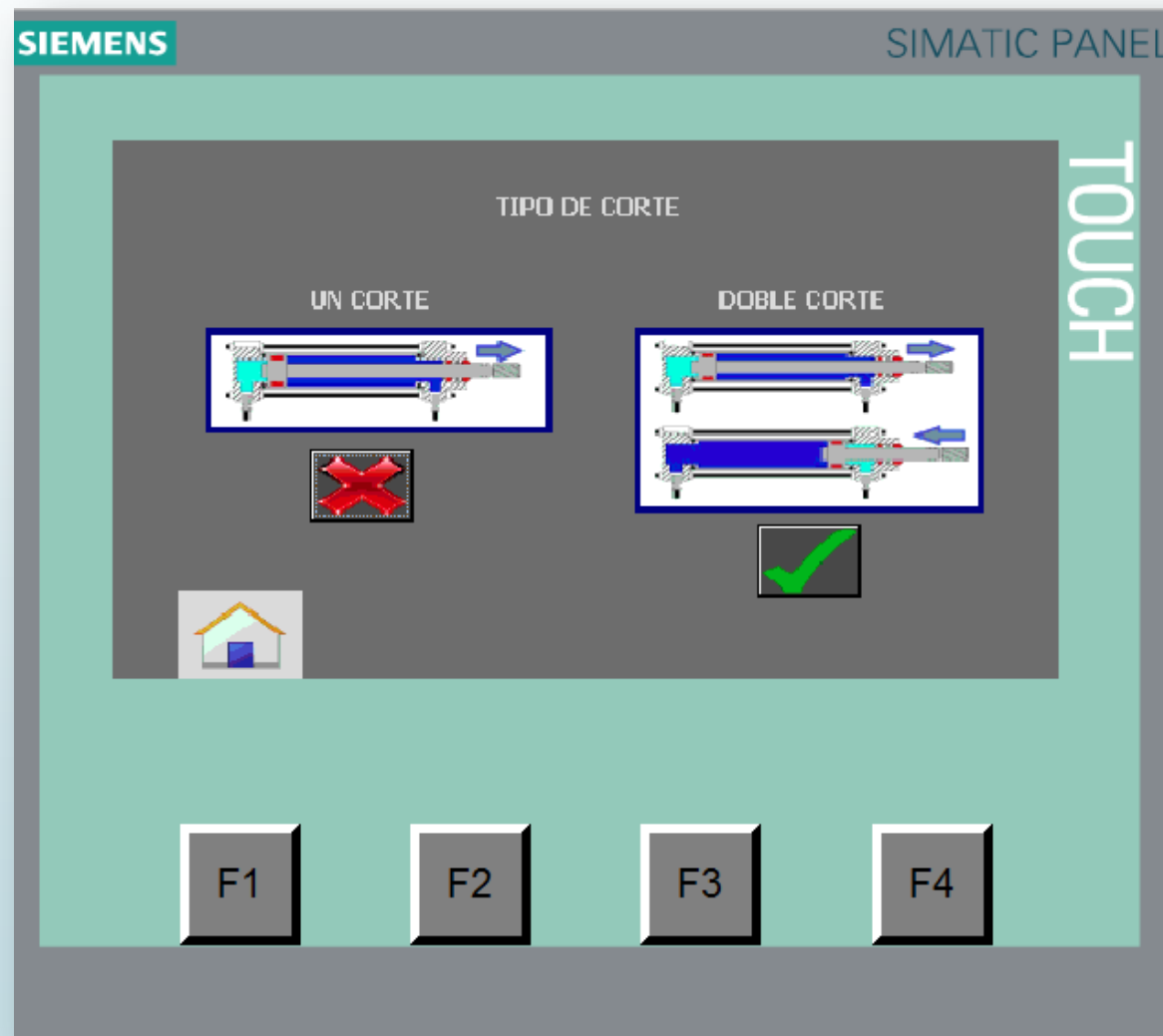
Diseño de las funcionalidades del sistema supervisor local de campo.

► Ventana del Configuraciones



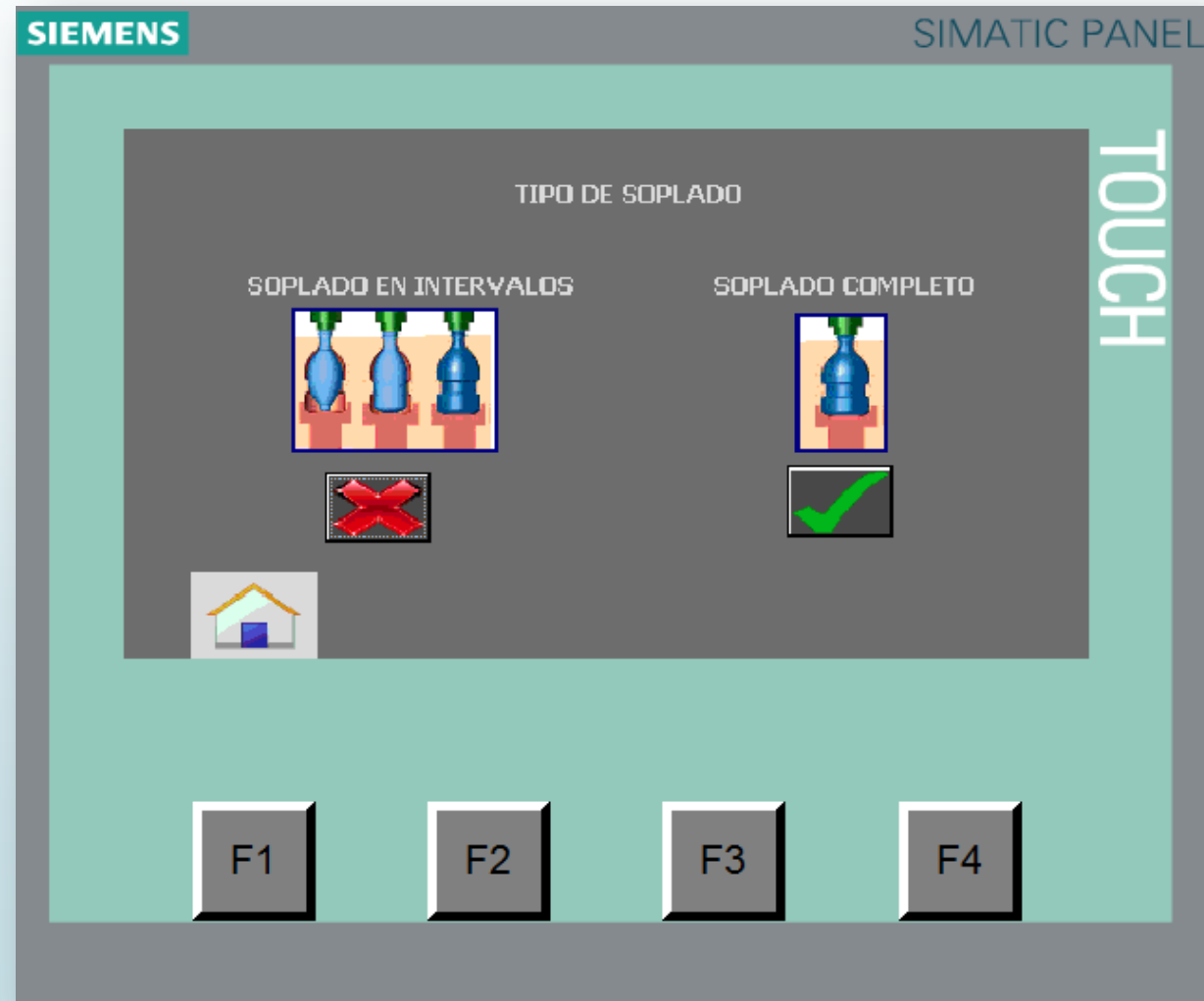
Diseño de las funcionalidades del sistema supervisor local de campo.

- ▶ Ventana de Tipo de Corte



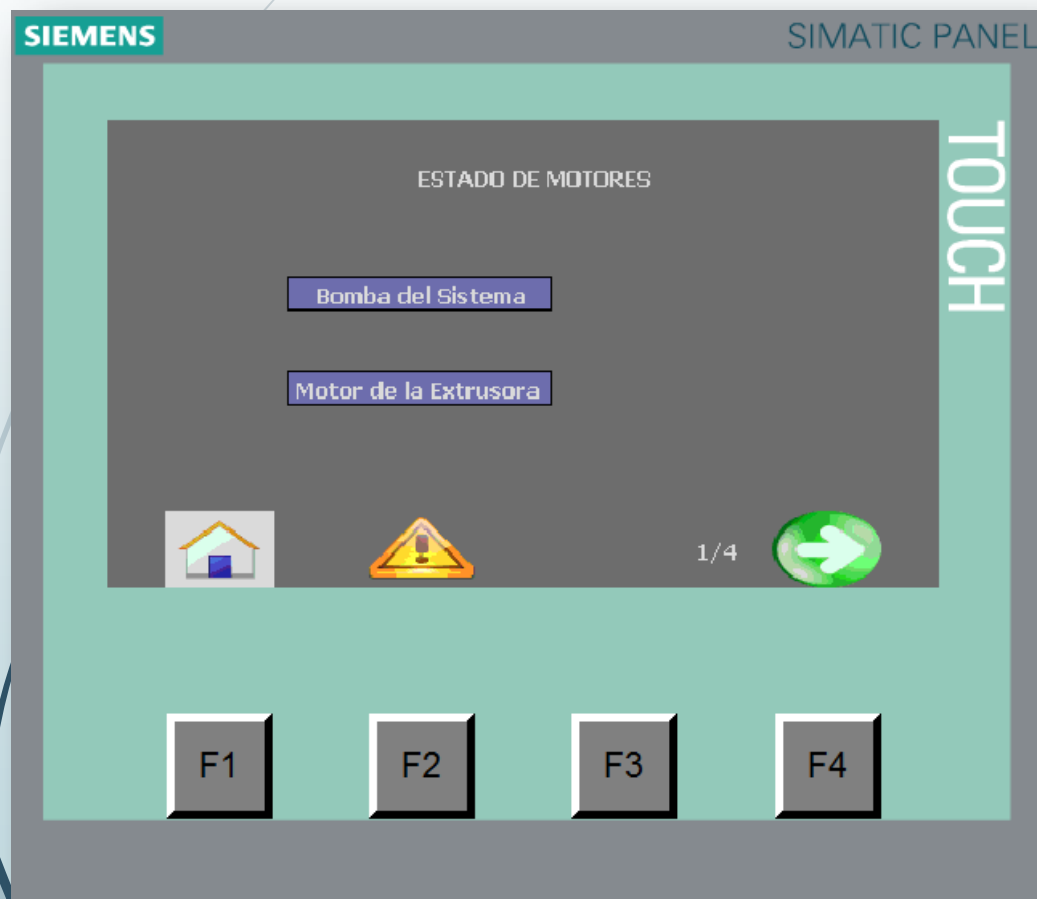
Diseño de las funcionalidades del sistema supervisor local de campo.

- ▶ Ventana de Tipo de Soplado



Diseño de las funcionalidades del sistema supervisor local de campo.

► Ventana de Estado de Motores

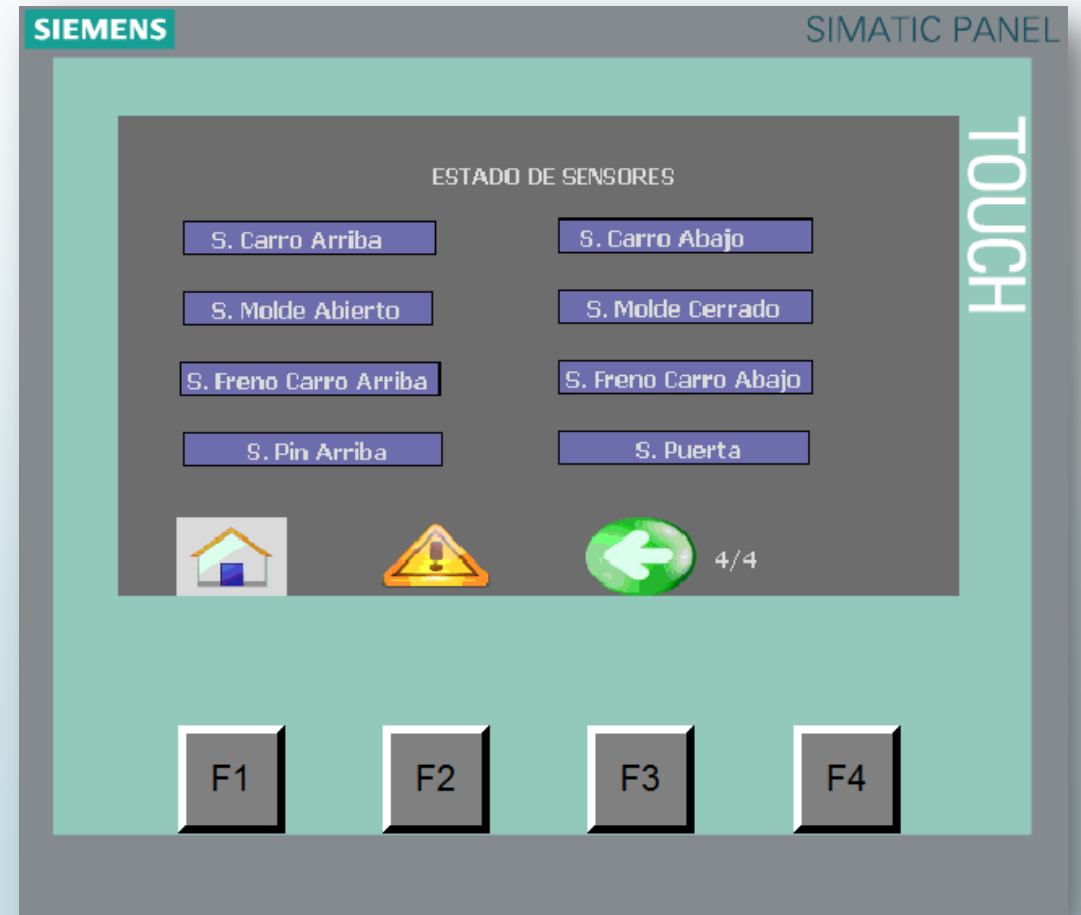
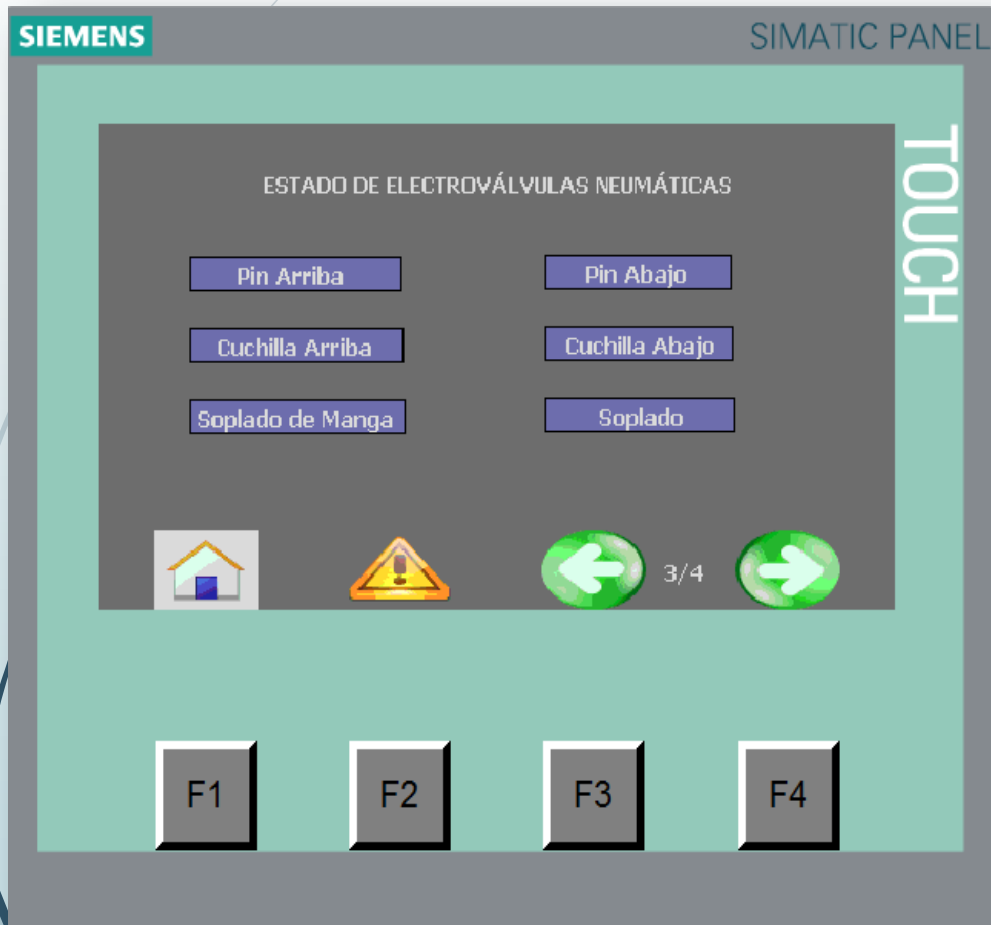


► Ventana de Estado Electroválvulas Hidráulicas



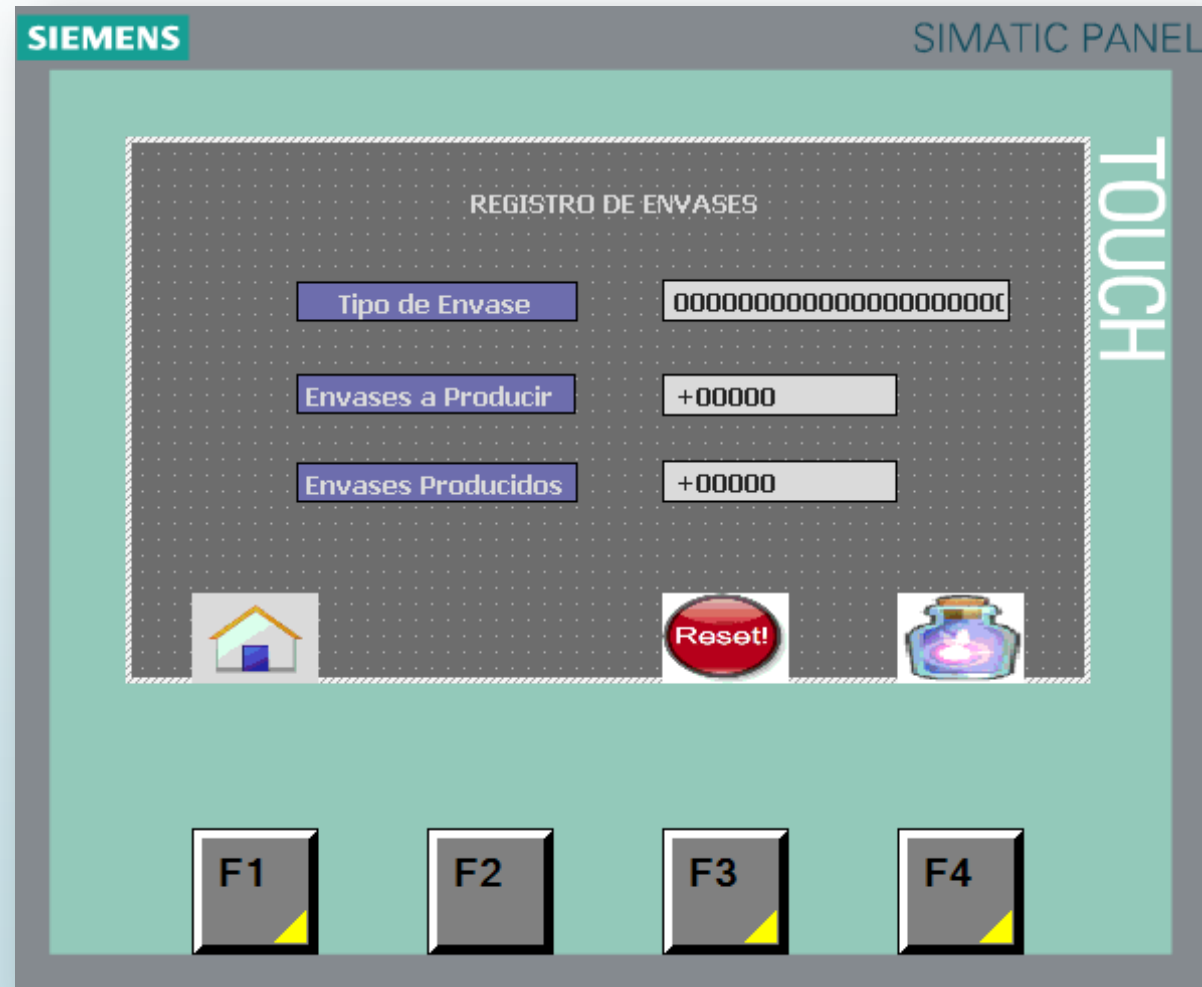
Diseño de las funcionalidades del sistema supervisor local de campo.

- ▶ Ventana de Estado de Electroválvulas Neumáticas
- ▶ Ventana de Estado de Sensores



Diseño de las funcionalidades del sistema supervisor local de campo.

- ▶ Ventana de Registro de Envases



Diseño de las funcionalidades del sistema supervisor local de campo.

► Ventana de Envases



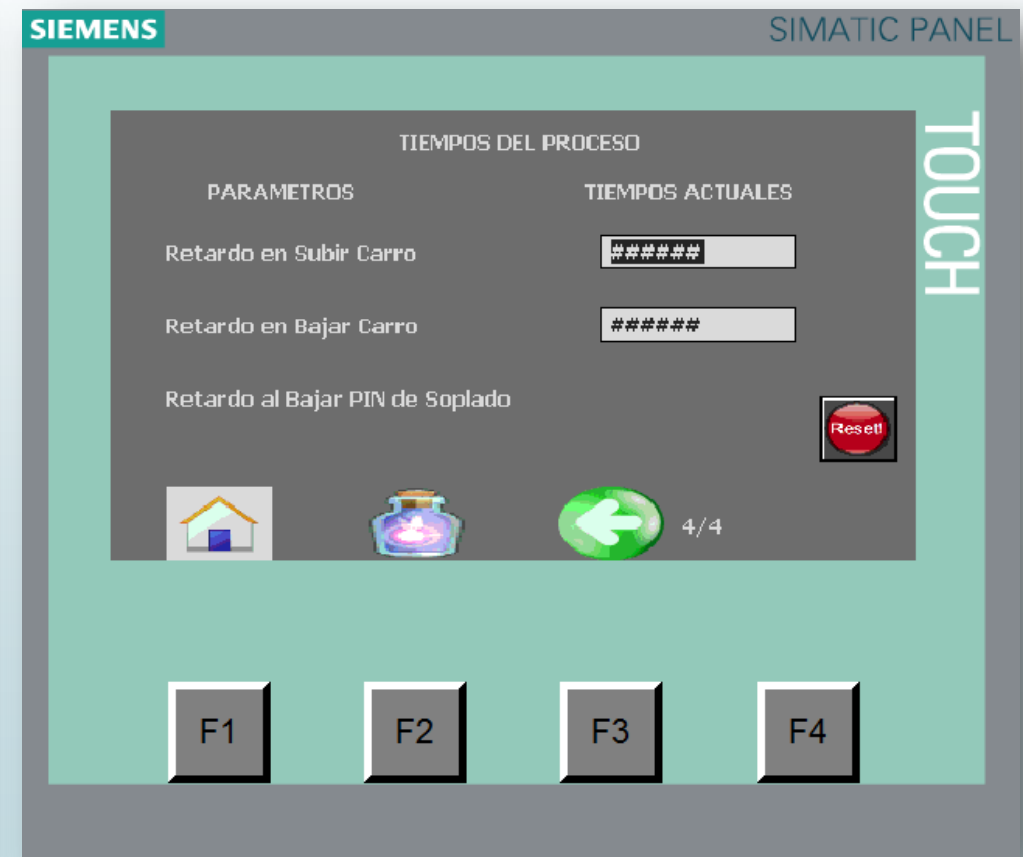
Diseño de las funcionalidades del sistema supervisor local de campo.

► Ventana de Tiempos



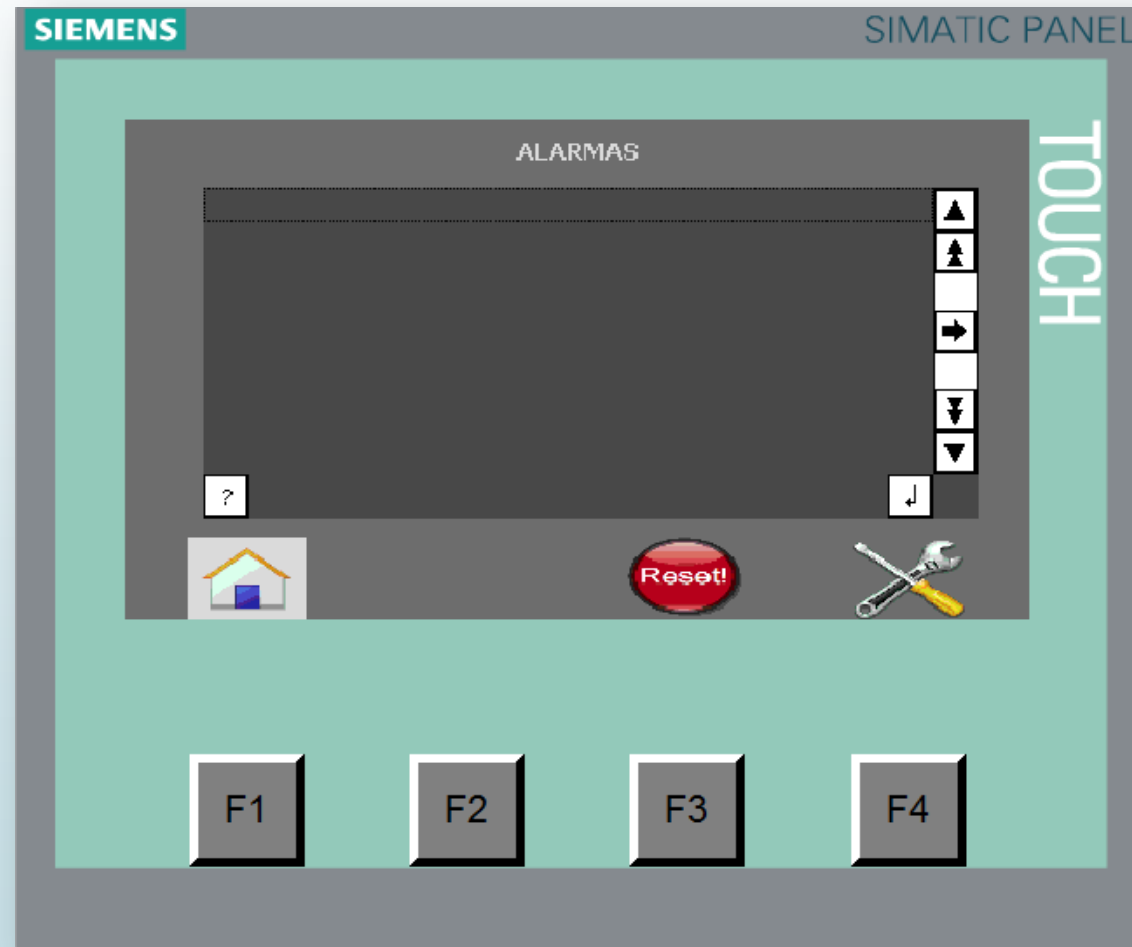
Diseño de las funcionalidades del sistema supervisor local de campo.

► Ventana de Tiempos

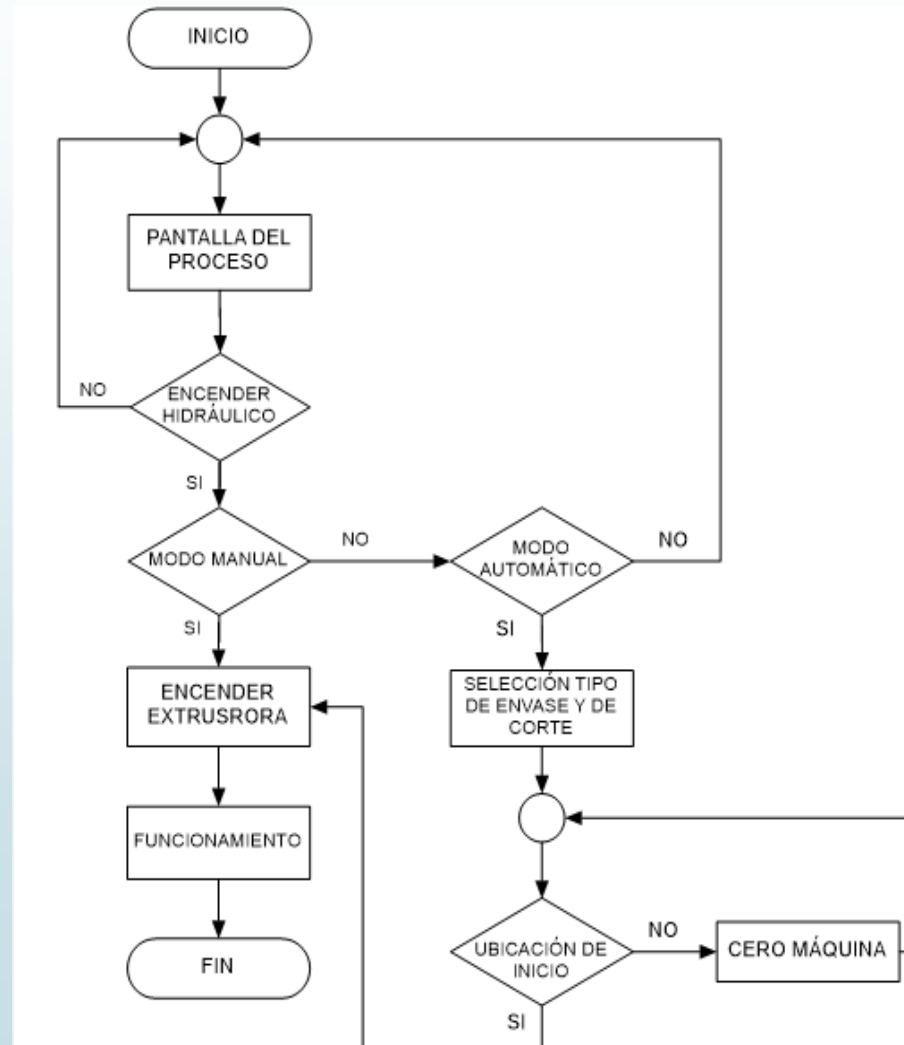


Diseño de las funcionalidades del sistema supervisor local de campo.

► Ventana de Alarmas

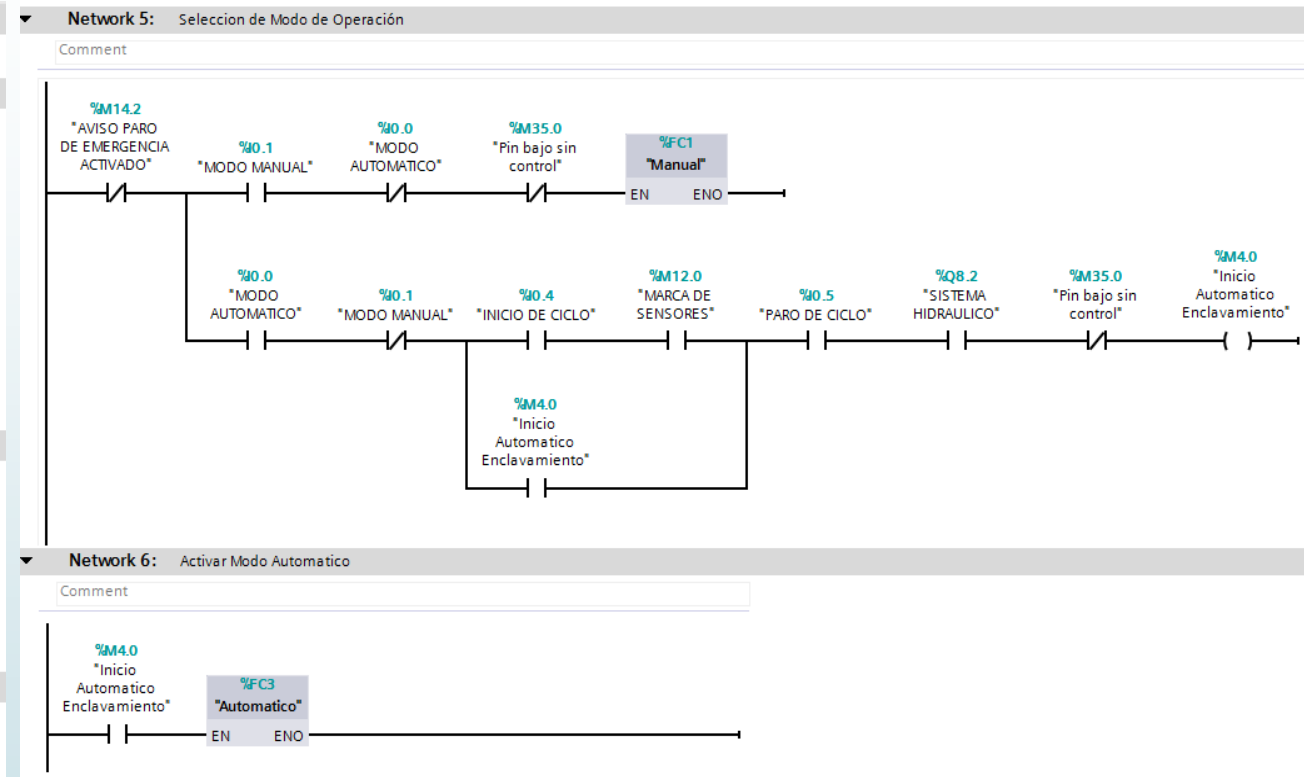
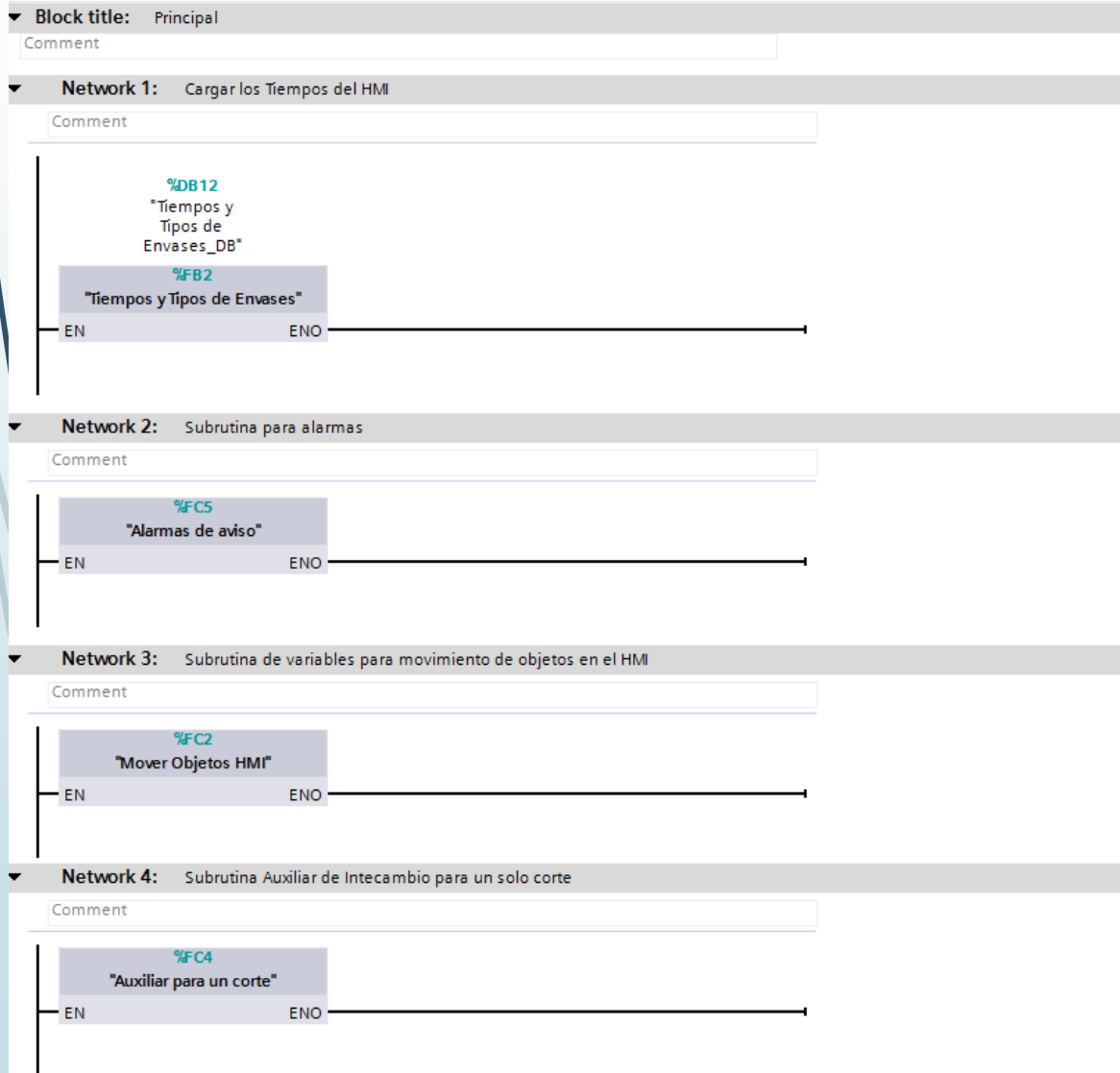


Diseño del algoritmo de control del PLC.



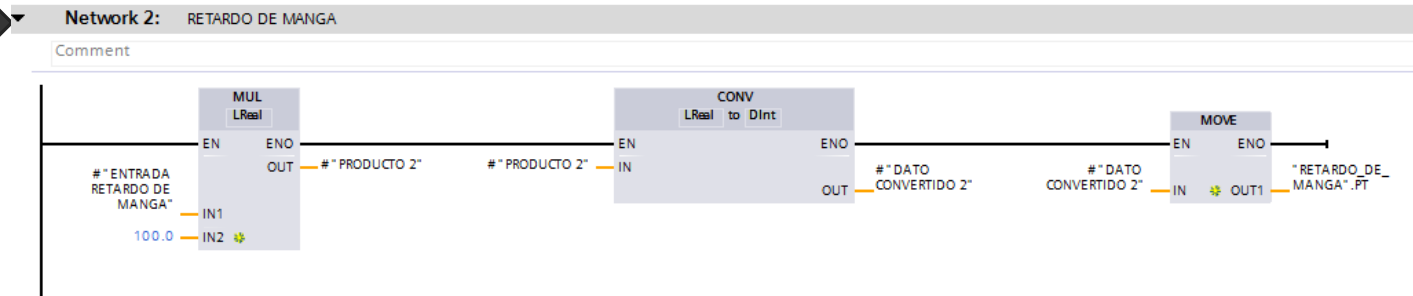
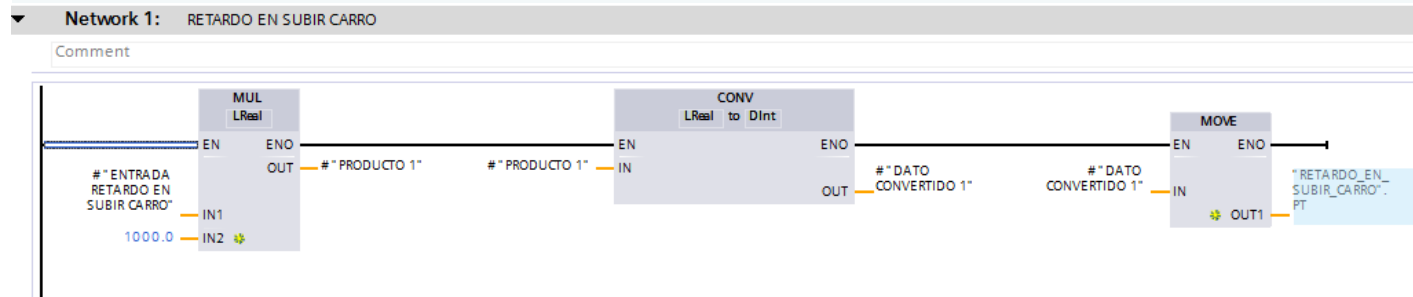
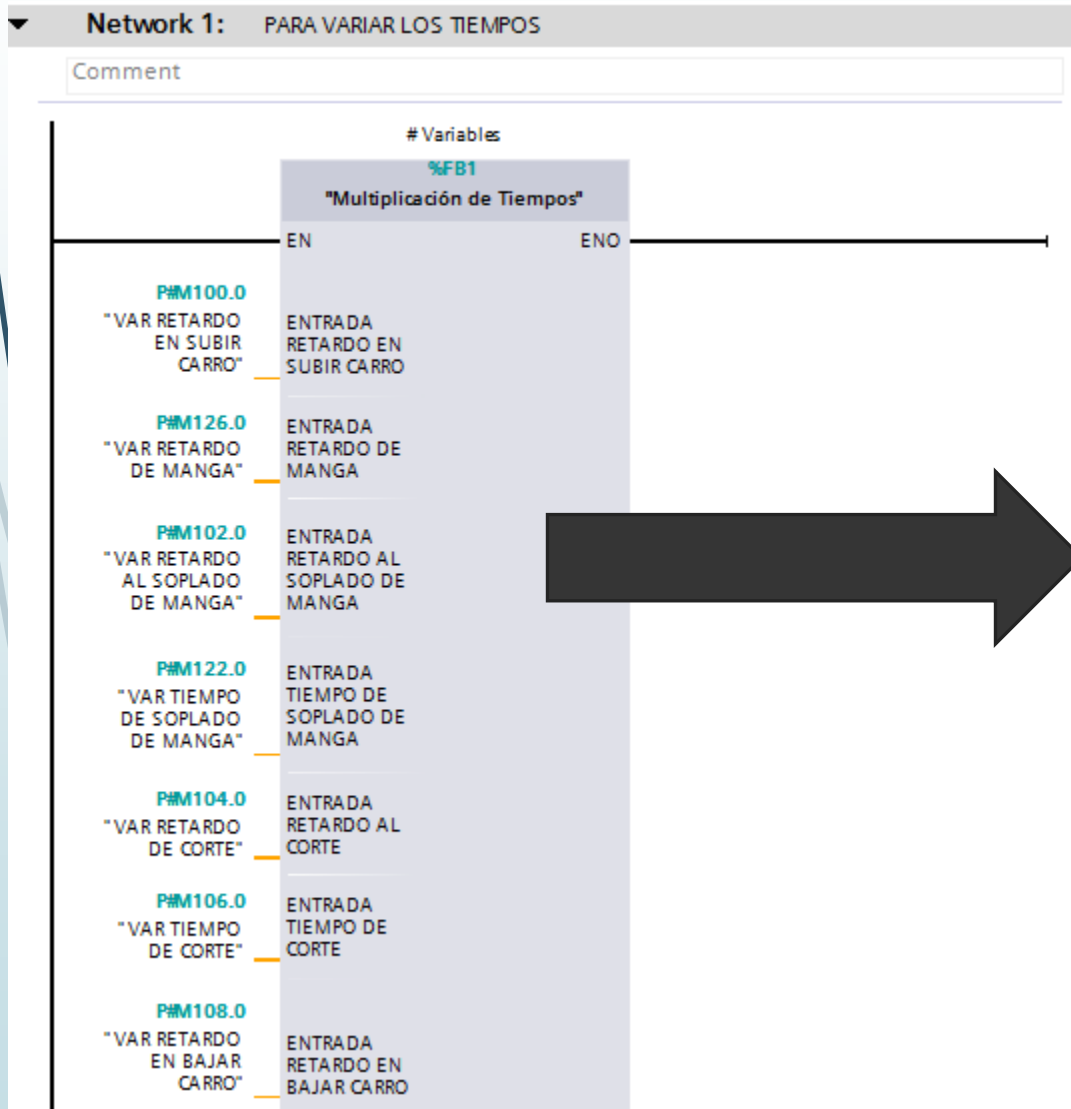
Diseño del algoritmo de control del PLC.

Programa Principal (MAIN).



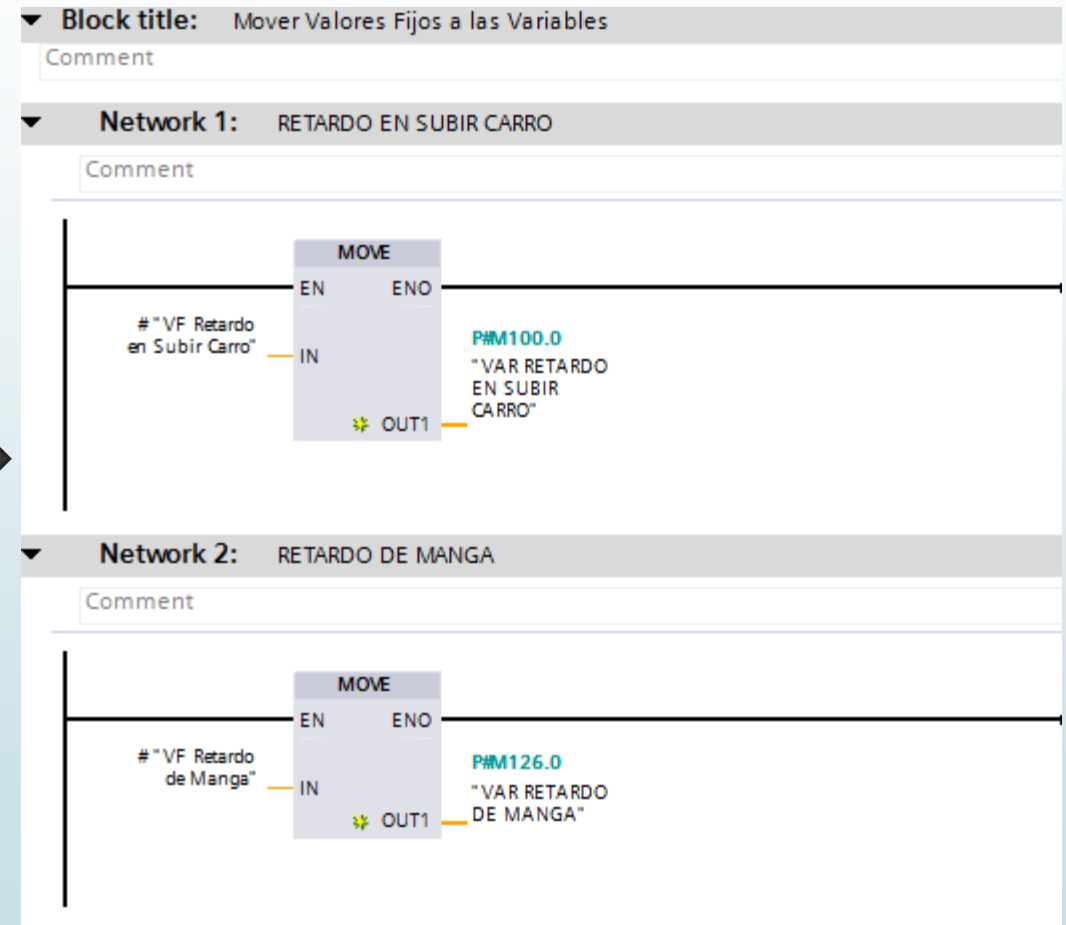
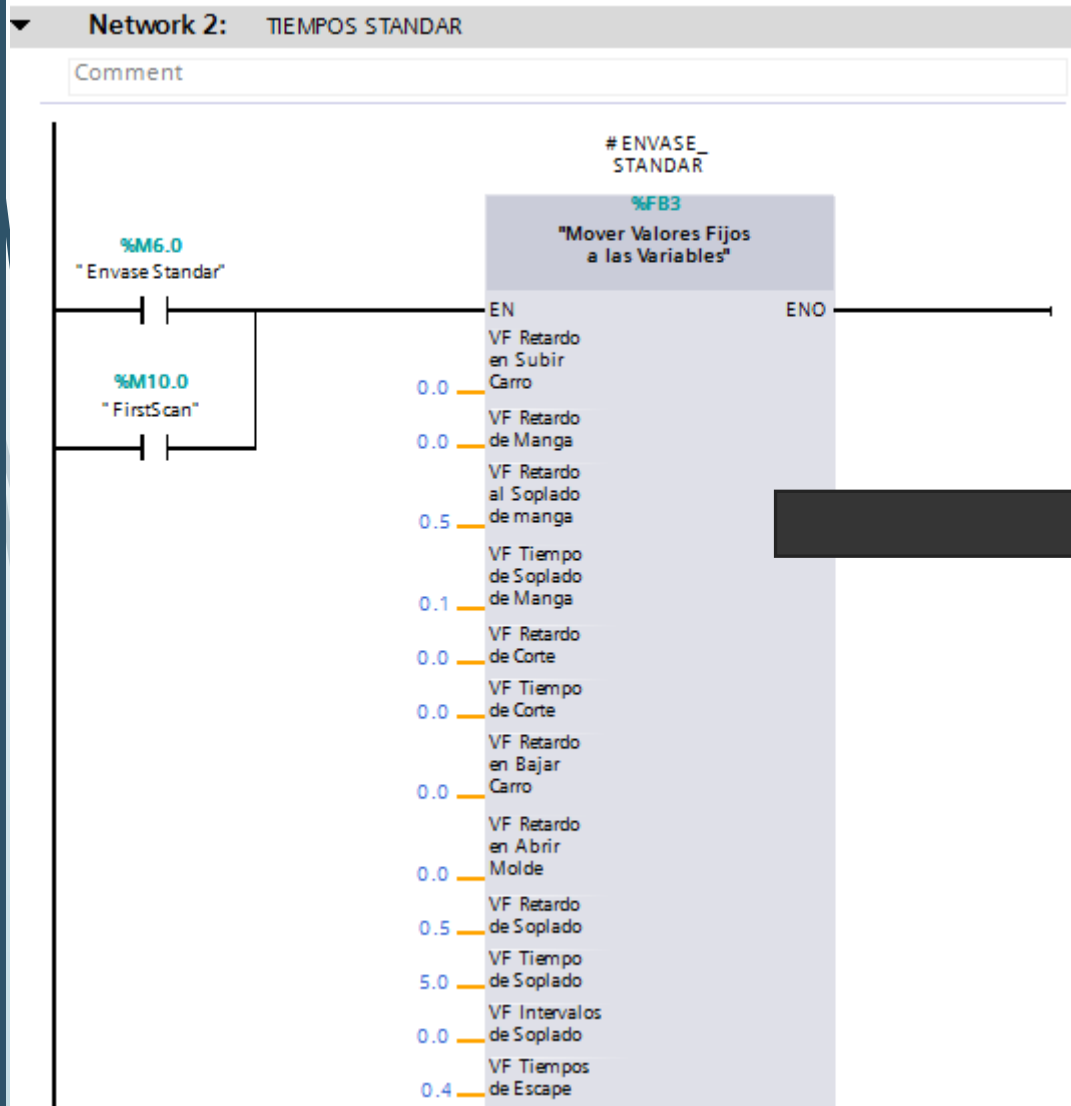
Diseño del algoritmo de control del PLC.

- Subrutina tiempo y tipos de envases.



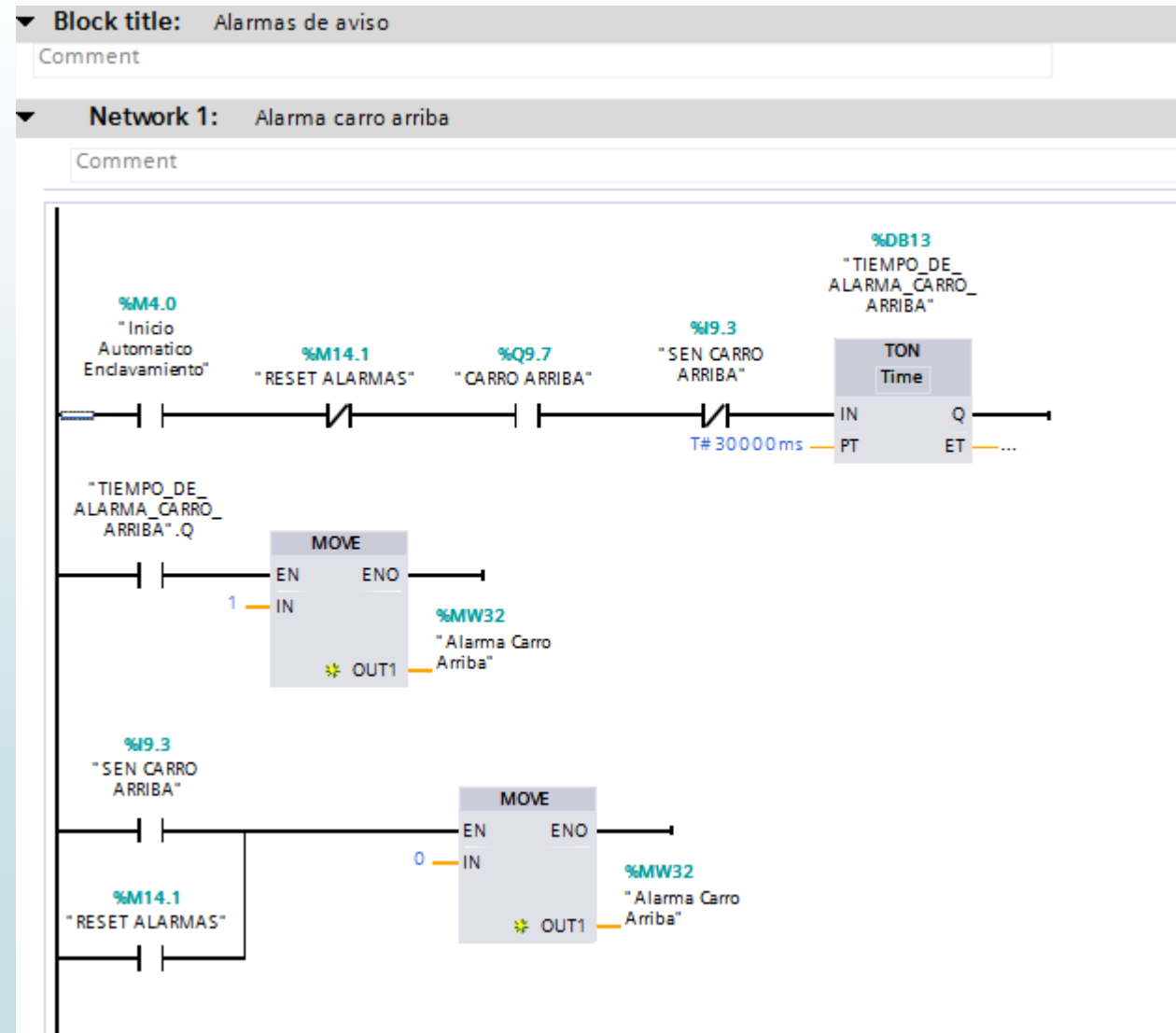
Diseño del algoritmo de control del PLC.

- Subrutina tiempo y tipos de envases.



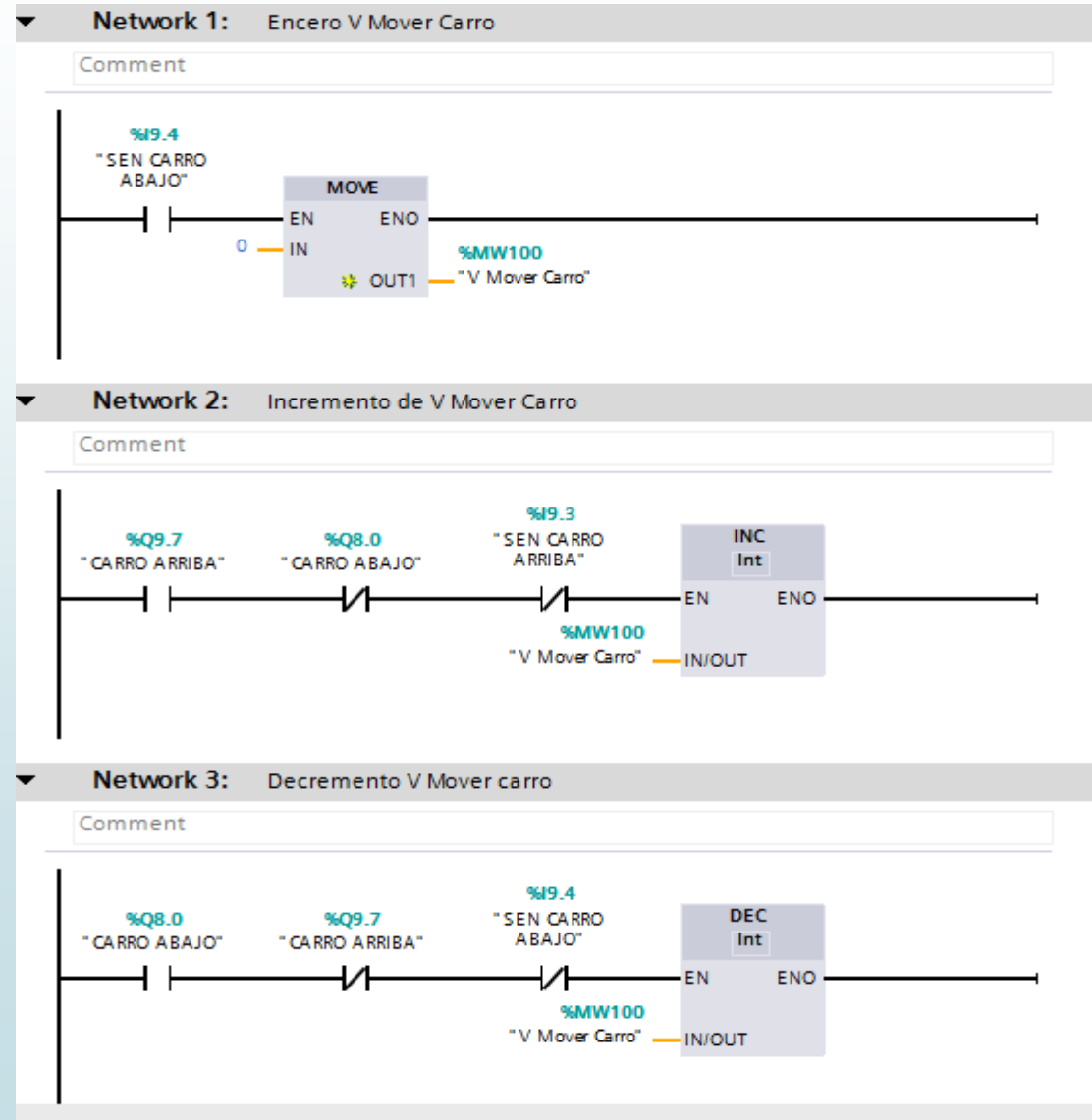
Diseño del algoritmo de control del PLC.

- Subrutina de alarmas.



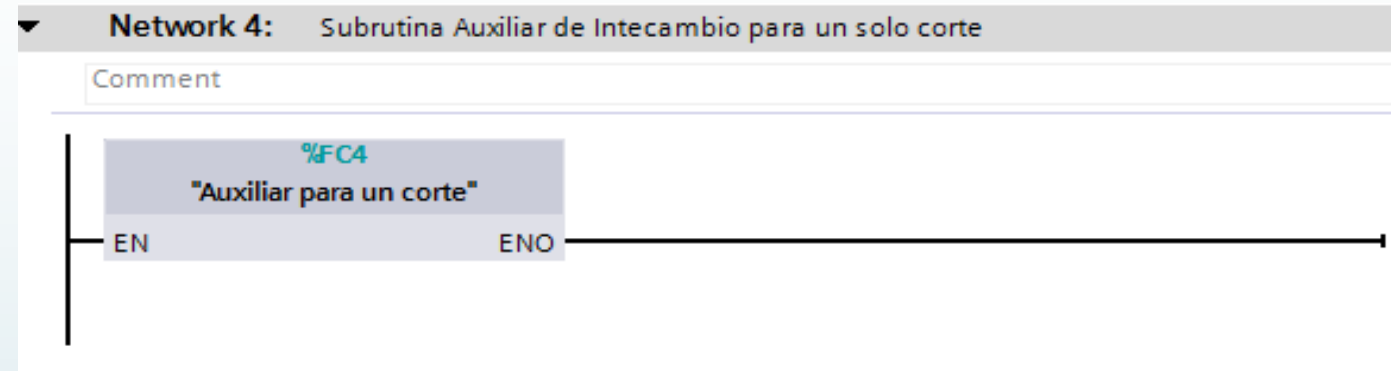
Diseño del algoritmo de control del PLC.

- Subrutina de variables para movimiento de objetos en el HMI

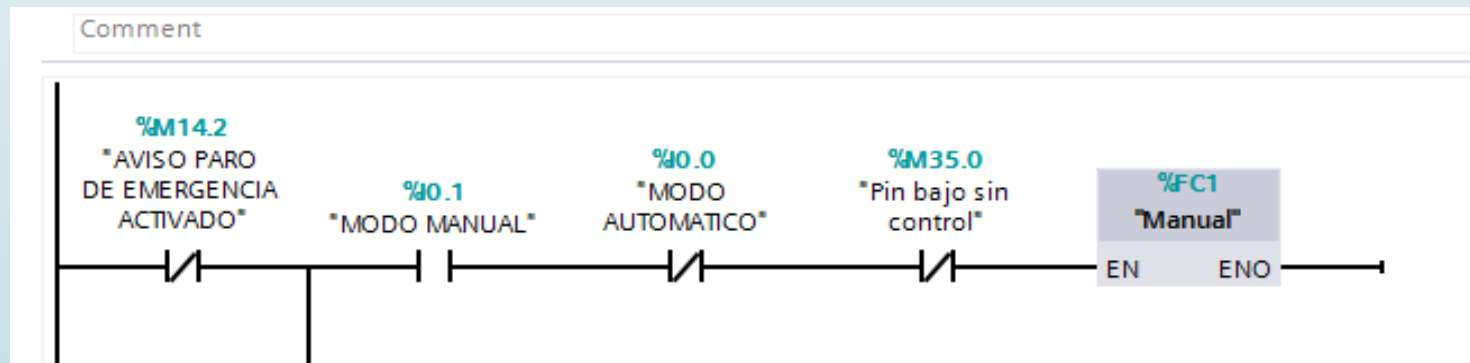


Diseño del algoritmo de control del PLC.

- Subrutina auxiliar de intercambio para un solo corte.

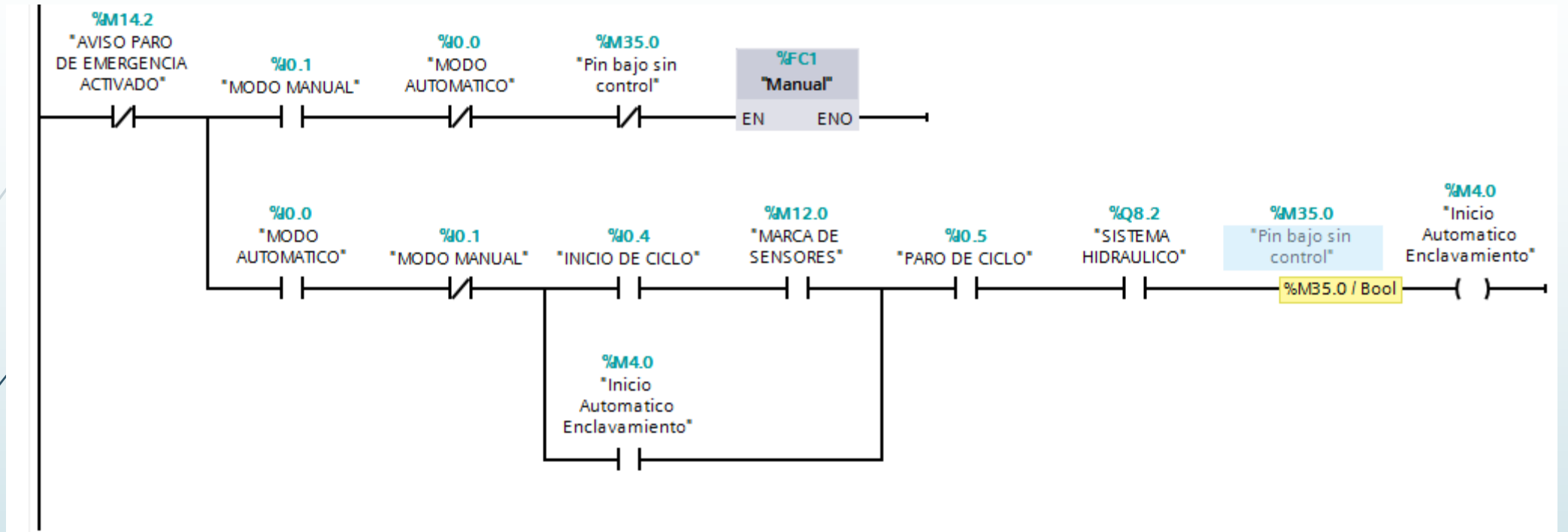


- Subrutina manual.



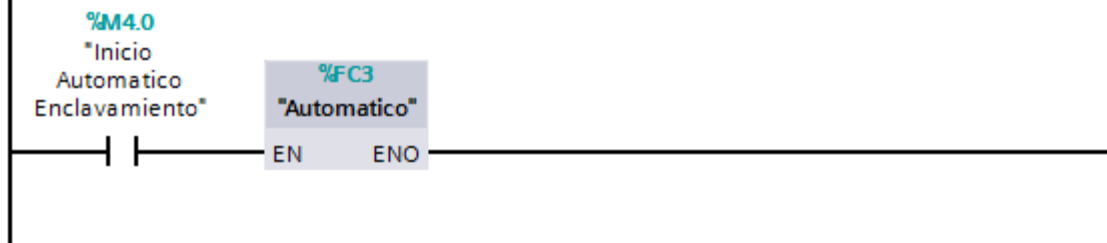
Diseño del algoritmo de control del PLC.

► Subrutina automático.



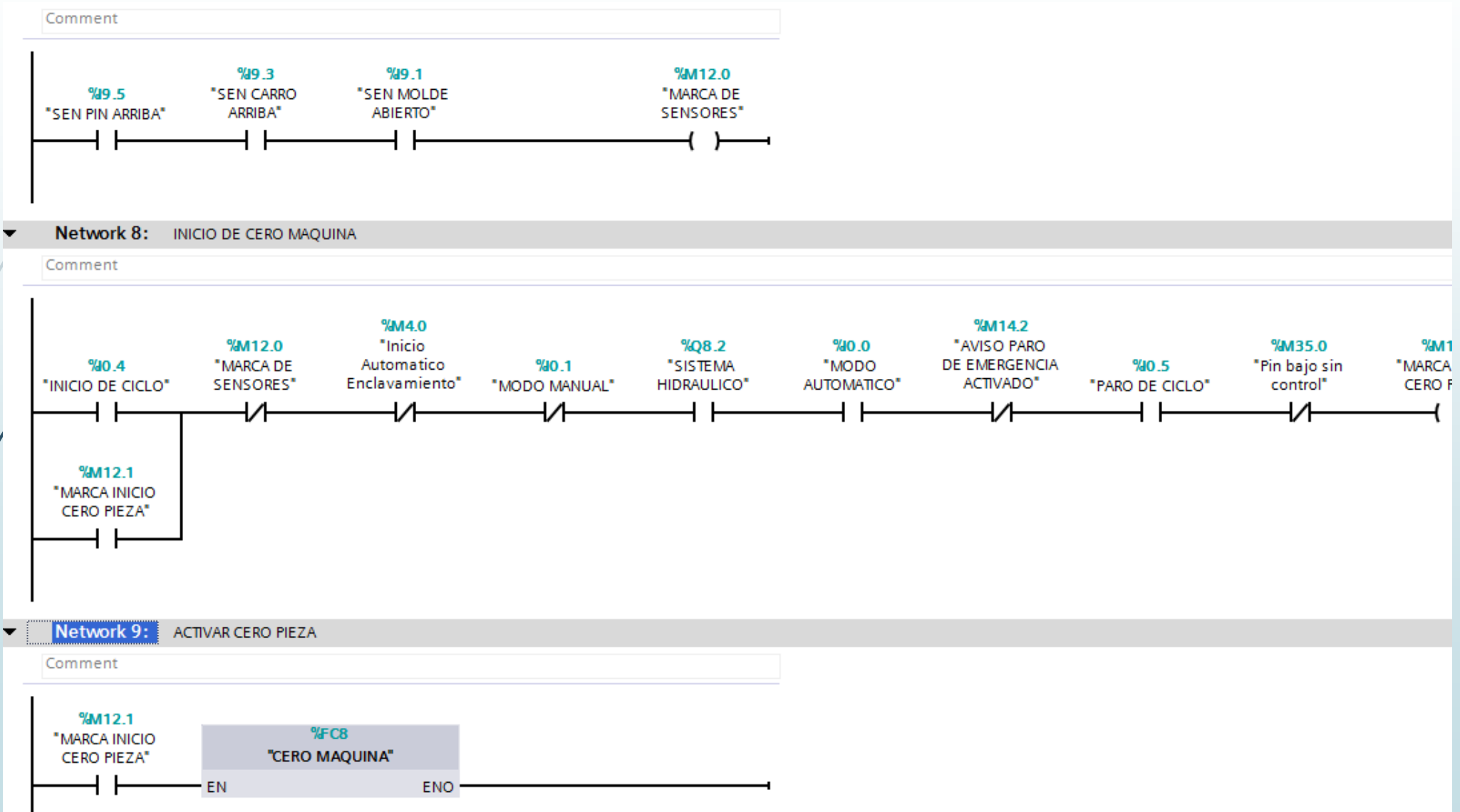
Network 6: Activar Modo Automatico

Comment



Diseño del algoritmo de control del PLC.

- Subrutina cero máquina.





Diseño del sistema supervisor remoto vía internet.

Selección de elementos para la supervisión remota vía internet.

- **WinCC Run Time Advanced.**

Es el software donde se desarrolla el escalamiento del HMI de la KTP 400 al Run Time en una PC, que permite realizar la supervisión remota. Dicho software se incluye en el paquete de programación TIA PORTAL, permitiendo el desarrollo del Run Time, empleando directamente las variables del PLC y si es necesario emplear imágenes ya desarrolladas en panel de visualización.

Diseño del sistema supervisor remoto vía internet.

Selección de elementos para la supervisión remota vía internet.

► Dispositivo adicional del PLC S7-1200.

Se emplea un Switch Industrial Ethernet propio para la serie S7-1200 de Siemens, debido a que el CPU 1212C, solo posee un puerto profinet integrado el cual solo permite la comunicación entre PC-PLC o PLC-KTP400, por lo tanto para una supervisión remota vía internet, se necesita crear una subred entre PC – PLC – HMI cada una con su dirección IP.

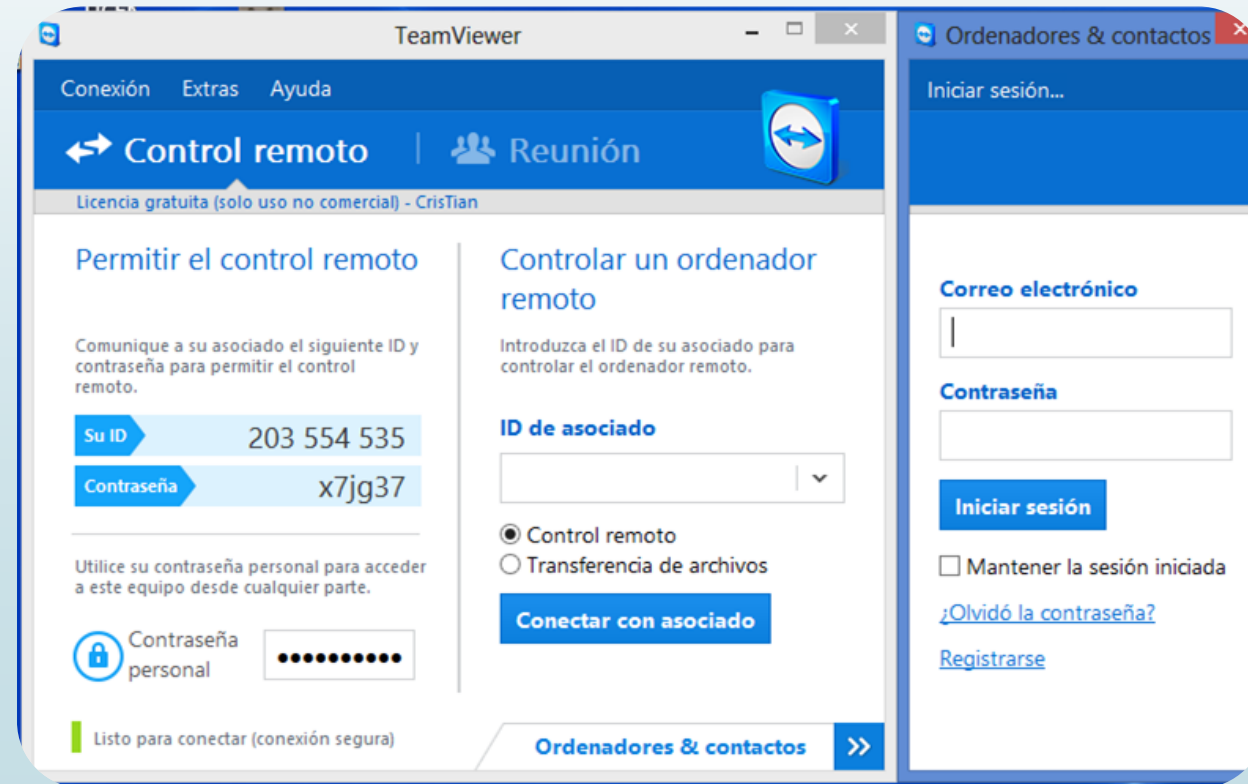


Diseño del sistema supervisor remoto vía internet.

Selección de elementos para la supervisión remota vía internet.

- Software específico de control remoto.

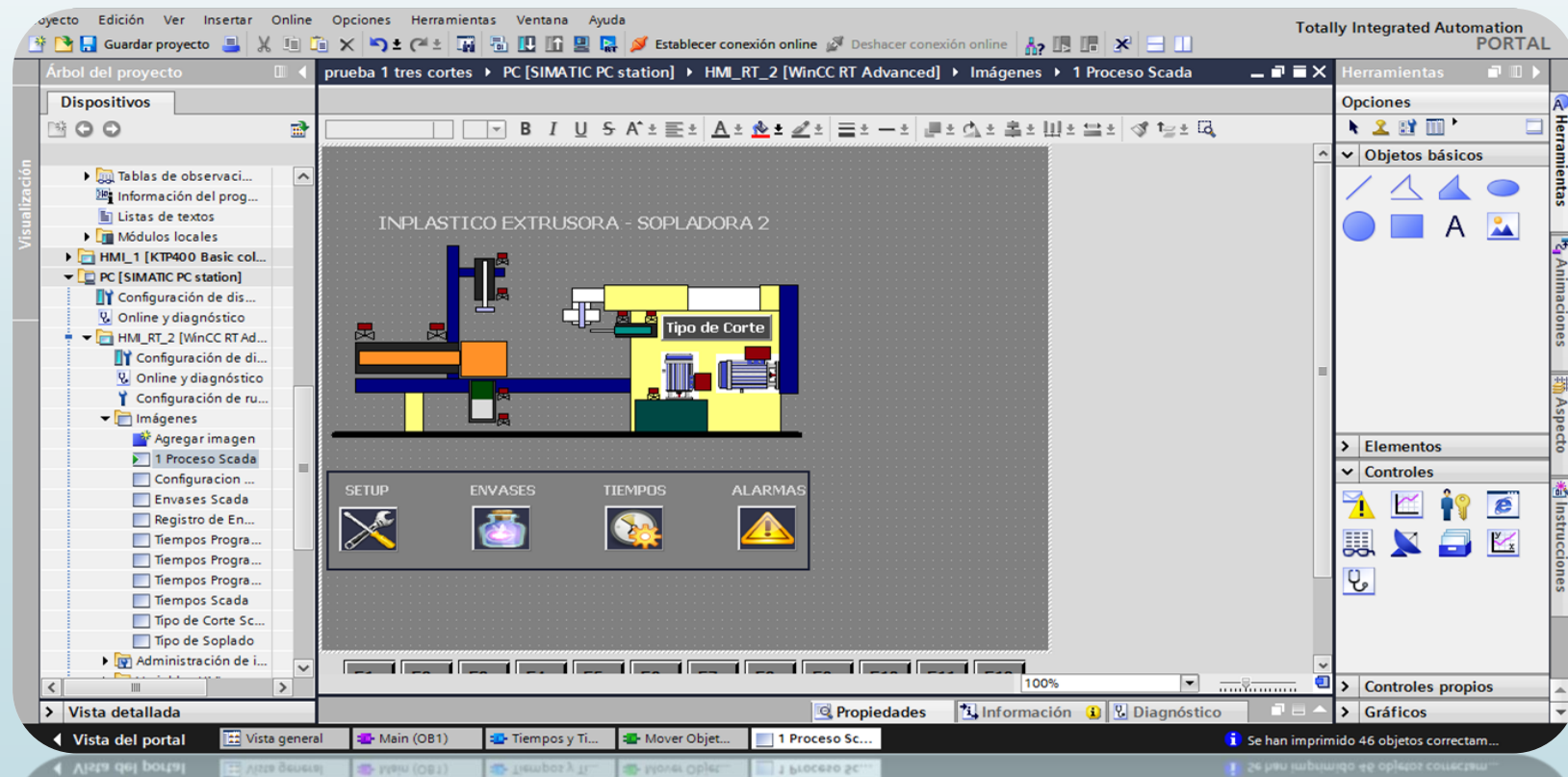
Es un programa para ordenador cuya función es conectarse remotamente a otro equipo para el control remoto del mismo.



Diseño del sistema supervisor remoto vía internet.

Diseño del scada.

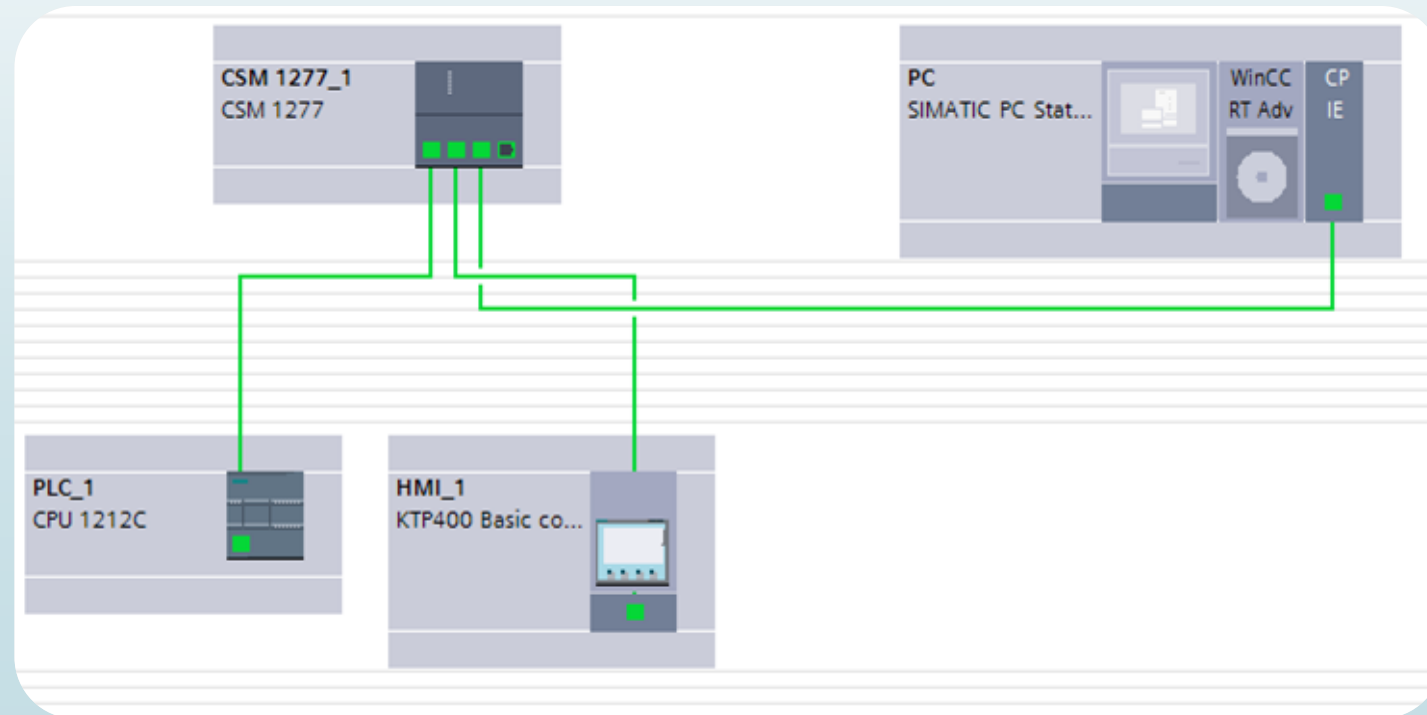
- Se diseña en el “Run Time Advanced” que viene incluido en el paquete TIA PORTAL, utilizando una PC donde correrá dicho Run Time, para lo cual se emplea las mismas imágenes desarrolladas para la KTP 400, con la diferencia, que hay que volver a direccionar las variables del PLC, obteniendo un sistema supervisor remoto igual al sistema supervisor local.



Diseño del sistema supervisor remoto vía internet.

Diseño de la red de comunicación.

- Mediante el módulo Switch CSM 1277 se realiza una red de topología estrella entre el PLC S7 – 1200, la KTP 400 y la PC en donde se corre el Run Time; es decir los tres elementos que componen la red se conectan al módulo Switch CSM 1277, como se muestra en la figura:



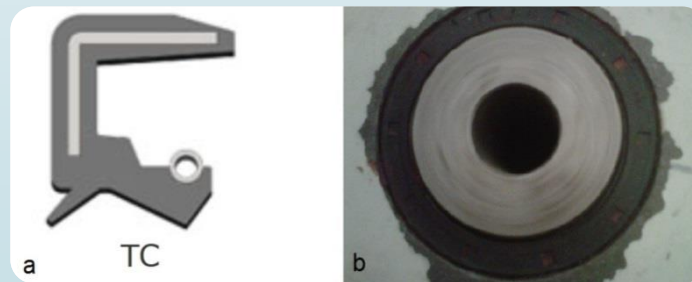
Construcción e implementación

Mantenimiento correctivo y preventivo de los sistemas mecánicos.

- El mantenimiento que se lo realizó a la máquina extrusora–sopladora, fue en mínimos elementos ya que los sistemas mecánicos, neumáticos e hidráulicos están funcionando en perfectas condiciones, debido a que la máquina está en producción, pero se realizó las siguientes mantenimientos:

Cambio de retenedor de aceite del reductor de velocidad del tornillo extrusor.

- EL retenedor de aceite del reductor de velocidad se encontraba ya desgastado, razón por la cual fugaba aceite entre el eje del reductor y el interior del retenedor, por lo que se procedió al cambio del mismo.



Construcción e implementación

Reparación del pin de soplado y cambio del pin de la cuchilla de corte.

- Se detectó que por los retornos de la electroválvula de control del pin neumático de soplado, existía una fuga de aire cuando el pin subía y bajaba, por lo que se revisó el correcto funcionamiento de la electroválvula con otro pistón, obteniendo un correcto funcionamiento de la misma.
- El pin neumático de la cuchilla de corte, se encontraba completamente dañado, ya que en el mismo existía fugas de aire por la punta del embolo, además se detectó que el vástago se encontraba doblado y existía dificultad para que la cuchilla corte; por estos inconvenientes se cambió dicho pin por uno nuevo doble efecto de 2800mm de carrera y 32mm de diámetro merca FESTO, dispone en la bodega de la fábrica, como se muestra en la figura.



Construcción e implementación

Cambio de sentido de la bandeja de descarga del envase.

- ▶ Cuando la máquina está en producción, el operario tiene que supervisar el producto que sale ya procesado por la bandeja de descarga y los parámetros de control mediante el tablero de mando.
- ▶ En las condiciones que trabajaba anteriormente la máquina, la bandeja de descarga liberaba el producto por el lado izquierdo de la máquina y el tablero nuevo de control se ubica en el lado derecho de la misma, razón por la cual el operario se le complica dicha tarea, por lo tanto dicha bandeja de descarga se cambió de sentido al lado derecho.



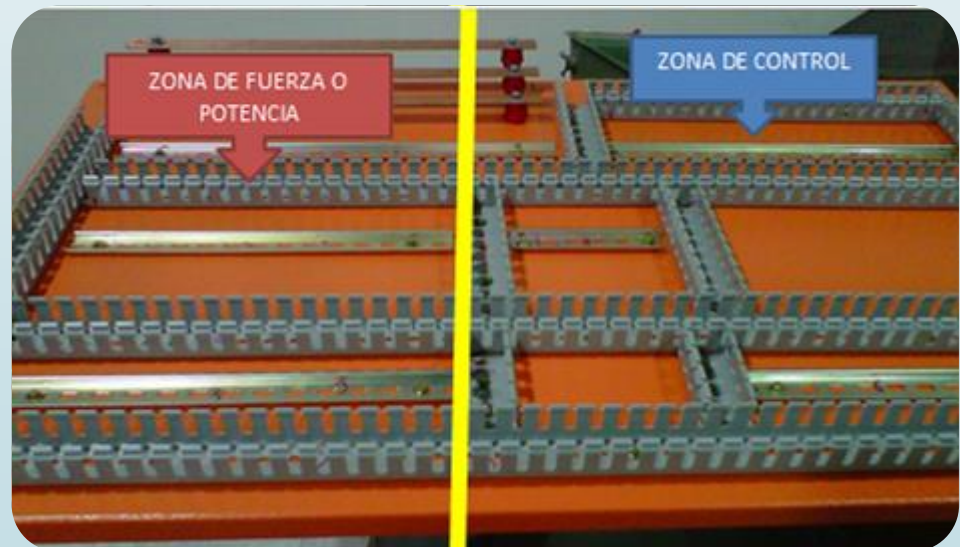
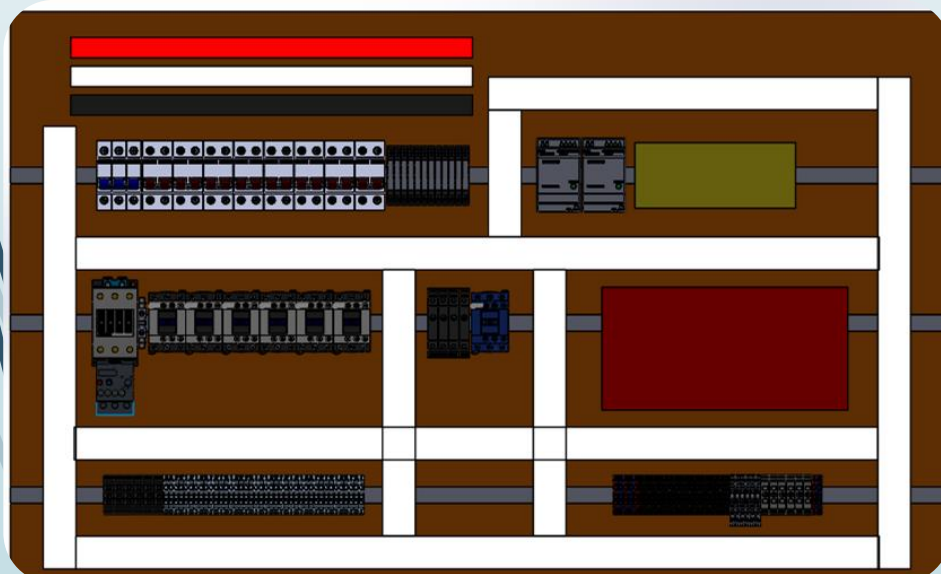
Construcción e implementación

Montaje e instalación de los equipos.

- El montaje de los elementos de fuerza, control y mando en del tablero, se los realizo en lugar fuera de la máquina, y una vez armado y probado el tablero se procedió al montaje del mismo sobre la máquina.

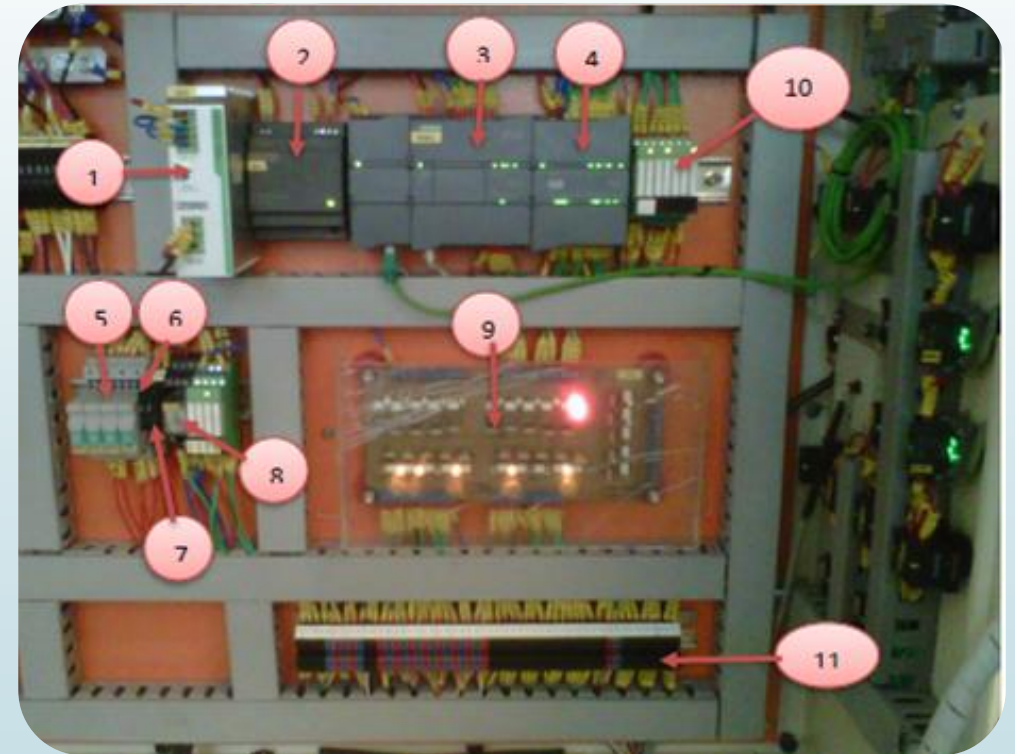
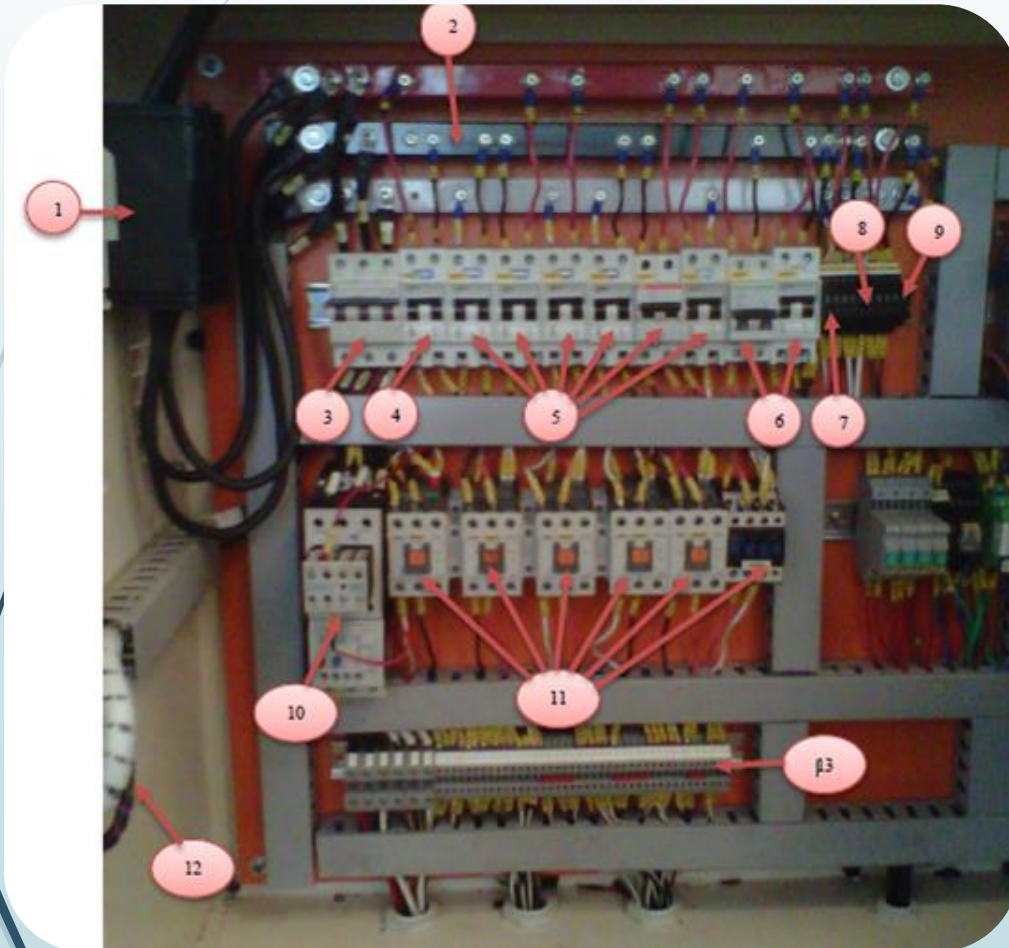
Montaje de los elementos de fuerza y control.

- Se colocó las rieles din NS 35 (35 mm), y las canaletas (40 x 40 / 20 X 40), donde se ubican todos los equipos y cables respectivamente; tomando de referencia el modelo que se realizó en SolidWorks.
- Una vez colocados los rieles din y las canaletas para el montaje de los elementos de control y fuerza, el armario se dividió en dos zonas, como se muestra en el figura:
 - Zona de fuerza o potencia, en el lado izquierdo.
 - Zona de control, en el lado derecho.



Construcción e implementación

Montaje de los elementos de fuerza y control.



Construcción e implementación

Montaje del panel de operador.

- Para el panel de operador se montó la placa grabada en acero inoxidable sobre un costado del armario de control, y los elementos de control tal como, botones, selectores, luces piloto y el panel de visualización, como se muestra en la siguiente figura:



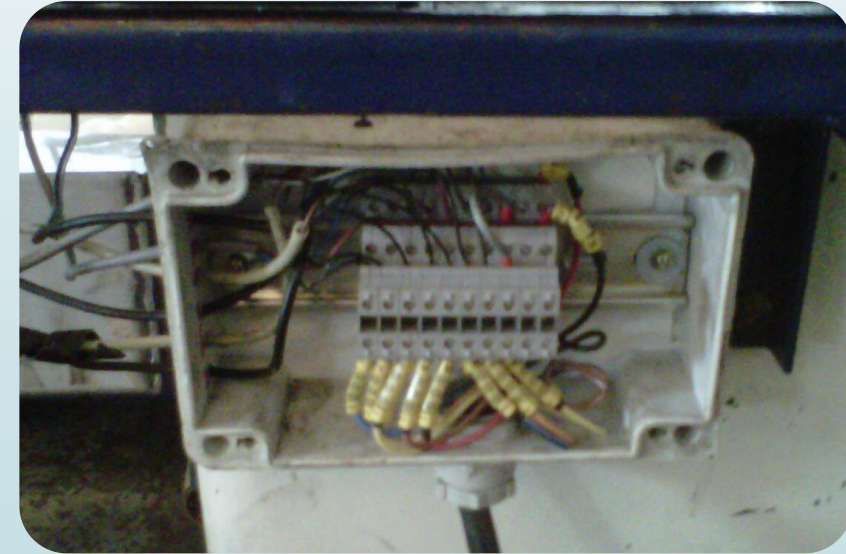
- Igualmente en las puertas del tablero se montó los controladores de temperatura con su respectivo amperímetro e interruptor para cada zona, como se muestra en la figura:



Construcción e implementación

Cableado del sistema eléctrico de fuerza y control.

- Una vez montado todos los elementos tanto de control como de fuerza sobre el tablero de control se realizó el cableado del mismo, según el esquema eléctrico diseñado, con sus respectivas marcillas y respetando la codificación de colores establecida, dicho cableado.



Construcción e implementación

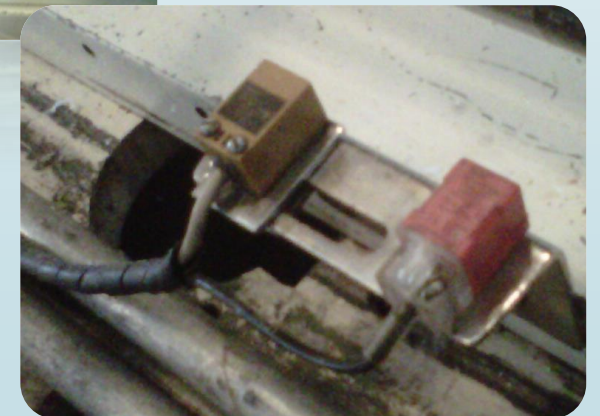
Montaje del tablero de control en la máquina extrusora – sopladora.

- Una vez armado el tablero de control, se montó y sujeto el mismo sobre la carcasa de la máquina extrusora del lado de derecho.



Montaje de sensores.

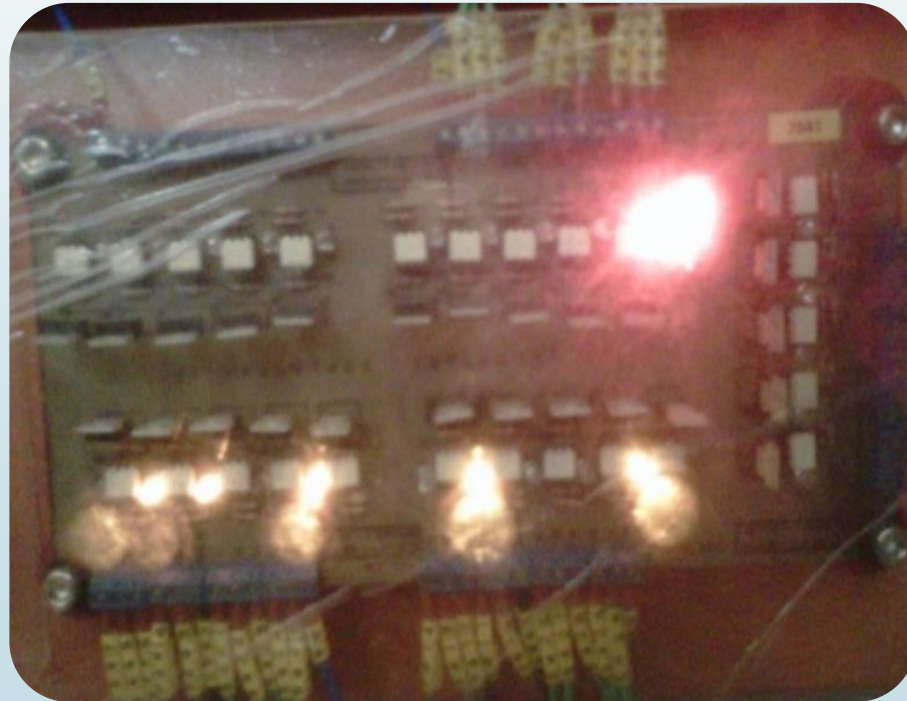
- Se colocó los sensores de temperatura del tornillo extrusor y de posicionamiento de los mecanismos de la máquina.



PRUEBAS Y RESULTADOS

Pruebas del sistema hidráulico y neumático.

- Se verifico que en los dos sistemas no existan fugas en acoples, émbolos y electroválvulas, además se activos manualmente dichas electroválvulas desde la tarjeta de control, dándole pulsos eléctricos simulando los pulsos de control del PLC.





PRUEBAS Y RESULTADOS

Pruebas del funcionamiento del PLC.

- Para las pruebas de funcionamiento del PLC, se verifico que no exista ningún tipo de fallo eléctrico tanto en la alimentación, entradas y salidas y se comprueba el arranque del PLC, el mismo que se coloca en modo RUN como se muestra en la figura.

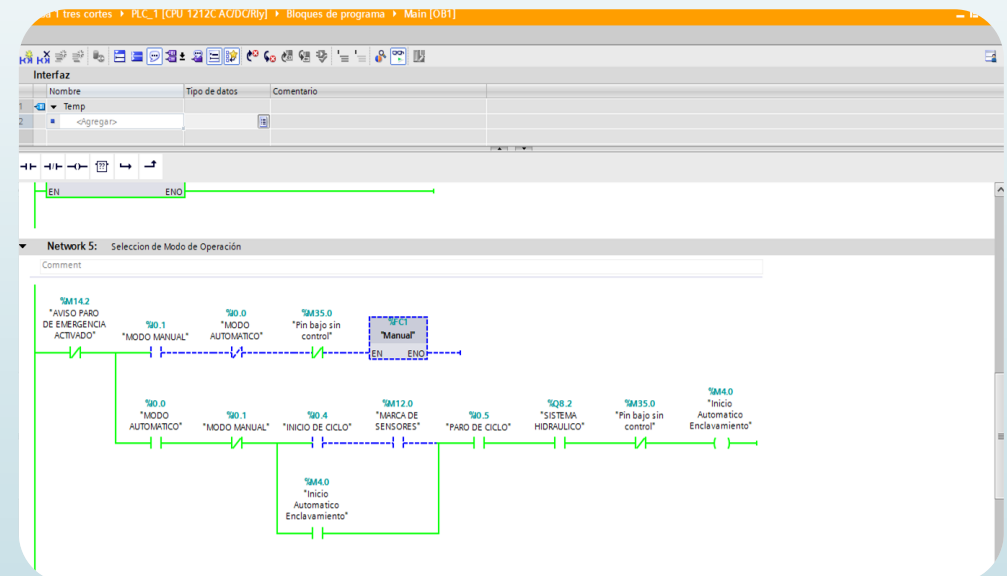
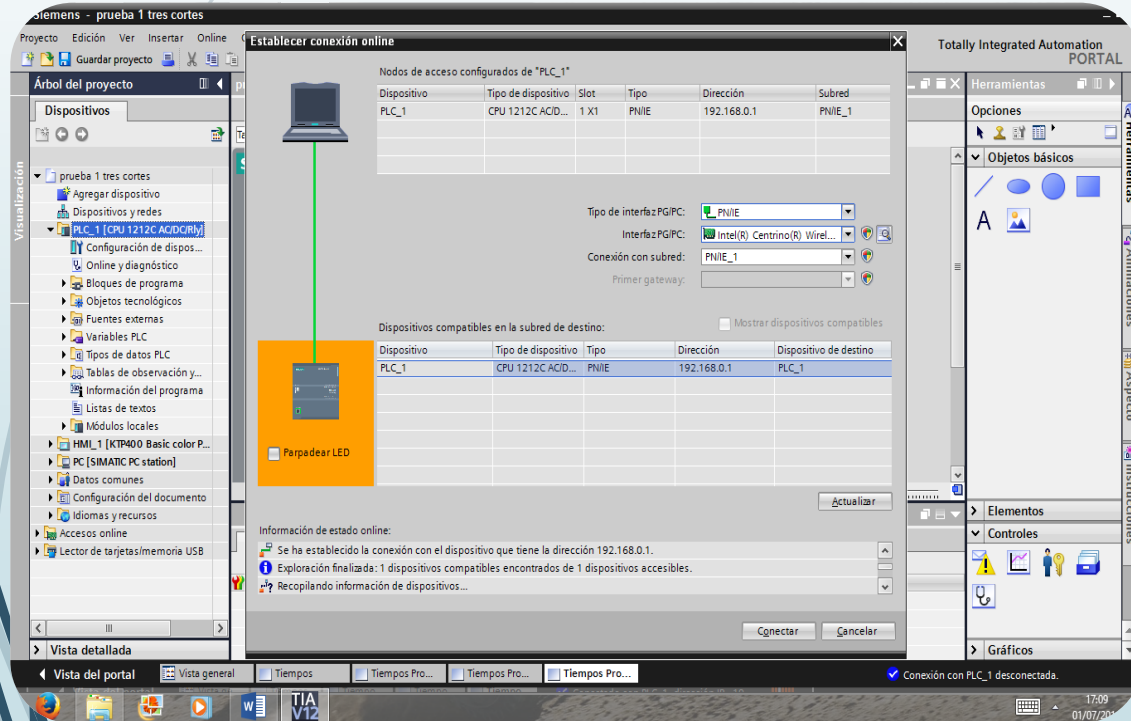


	RUN
	STOP
	ARRANQUE
	PARADA
	AVERIA

PRUEBAS Y RESULTADOS

Pruebas del funcionamiento del PLC.

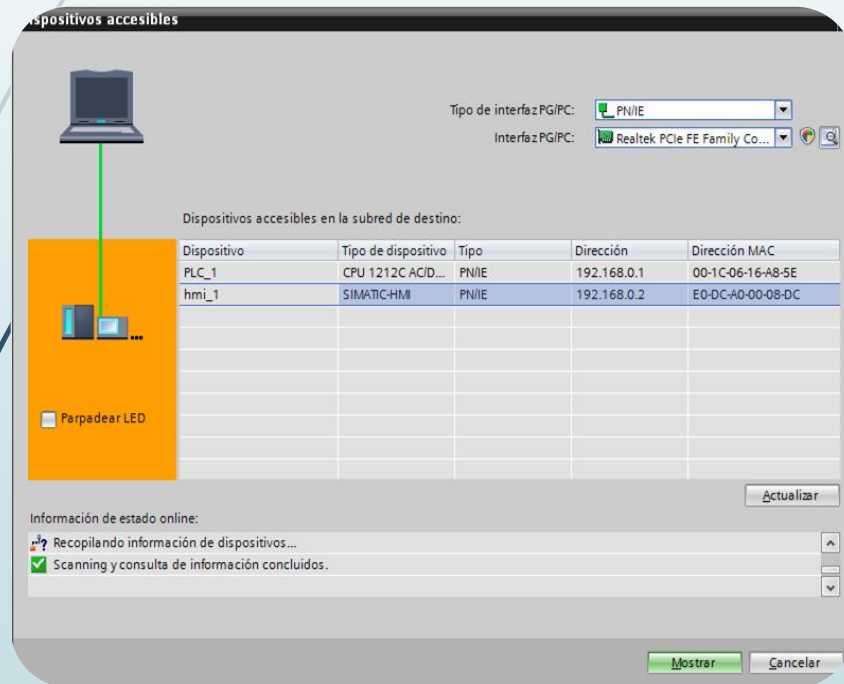
- Posteriormente se establece la comunicación del PLC con la PC, para descargar el algoritmo de control y verificar en funcionamiento del mismo.



PRUEBAS Y RESULTADOS

Pruebas de funcionamiento del sistema HMI en Panel De Visualización.

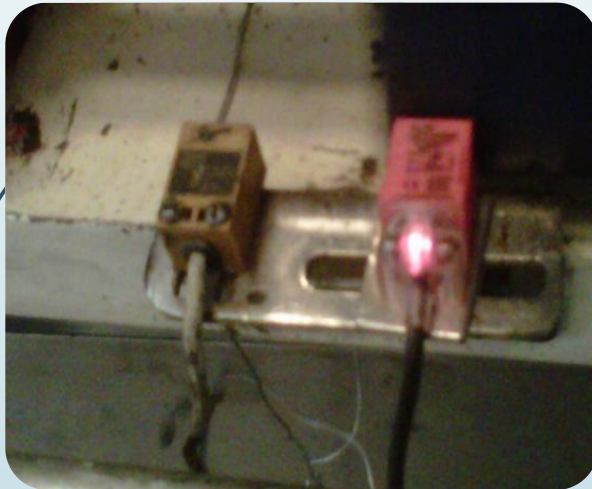
- Se estableció la comunicación entre la PC y la KTP 400, como se muestra en la figura y se descargó en ella el HMI desarrollado, por lo que se constató el funcionamiento de las diferentes pantallas que posee el interface HMI, en los modos de operación de la máquina sin que exista pérdida de datos.











PRUEBAS Y RESULTADOS

Pruebas de sensores y actuadores.

- Una vez conectado los sensores se verifica que la señal de los mismos esté llegando al PLC, para lo cual primero se constata de la señal de activación de cada uno de ellos, como se muestra en la figura.



16	 SEN MOLDE ABIERTO	Bool	%I9.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> FALSE
17	 SEN MOLDE CERRADO	Bool	%I9.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> TRUE
18	 SEN CARRO ARRIBA	Bool	%I9.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> FALSE
19	 SEN CARRO ABAJO	Bool	%I9.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> TRUE
20	 SEN PIN ARRIBA	Bool	%I9.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> FALSE
21	 SEN PUERTA	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> TRUE
22	 SEN FRENO CARRO ARRIBA	Bool	%I9.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> FALSE
23	 SEN FRENO CARRO ABAJO	Bool	%I9.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> TRUE

PRUEBAS Y RESULTADOS

Pruebas Generales de operatividad de la máquina.

- Se realizaron pruebas operativas, empezando primero con el modo manual, activando desde el panel de operación los sistemas de la máquina; parámetros controlados desde el panel de visualización y movimientos de los sistemas mecánicos de dicha máquina.
- Posteriormente se procedió a cargar los tiempos establecidos para el galón lechero que se muestra en la tabla, para colocar la máquina en modo automático y producir dicho envase, el cual fue soplado con éxito así mismo el automatismo funcionó correctamente.

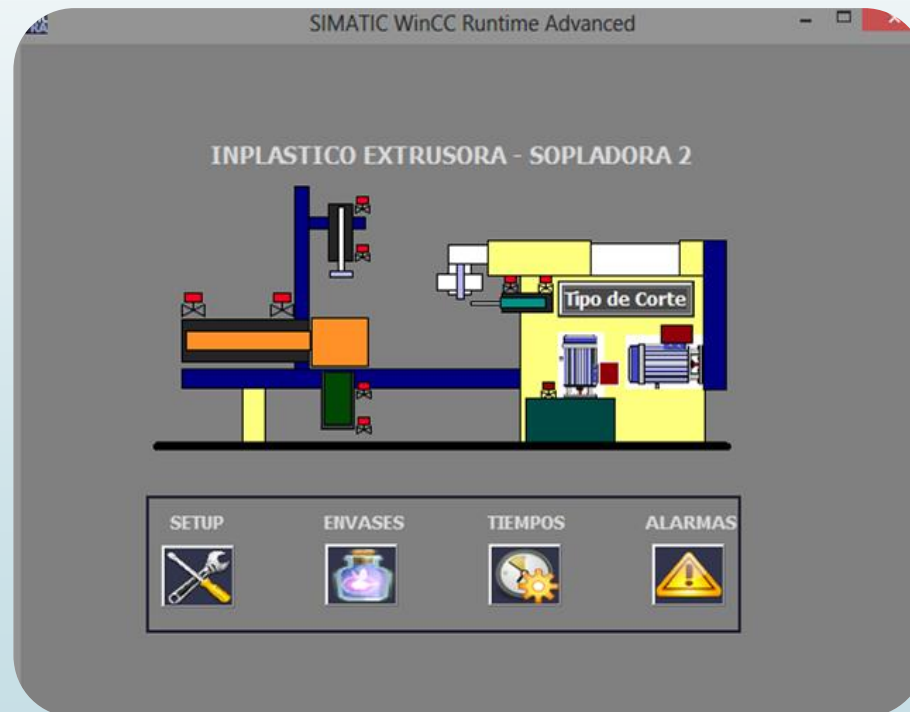
Parámetro	Tiempo
Retardo de soplado	0,5 s
Tiempo de soplado	12 s
Tiempo de escape	0,6 s
Retardo en abrir molde	0 s
Retardo en subir molde	0 s
Retardo de manga	0 s
Retardo de corte	0 s
Tiempo de corte (doble corte)	0 s
Retardo en bajar carro	0,1 s
Retardo de soplado de manga	0,5 s
Tiempo de soplado de manga	1 s



PRUEBAS Y RESULTADOS

Pruebas del control remoto vía internet.

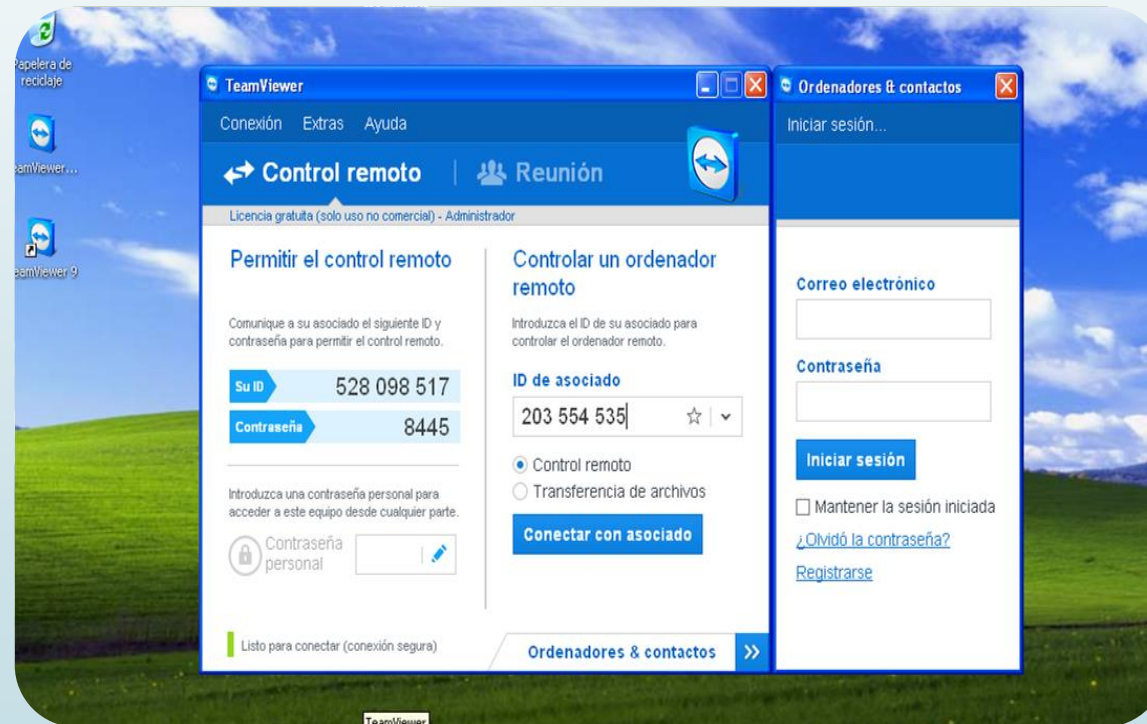
- Una vez comprobado su funcionalidad, se pone en operación el Run Time del proceso en la PC conectada a la red de comunicación entre PC, PLC S7-1200 y TKP 400 color, para que el Run Time supervise las variables del algoritmo de control del PLC y las mismas también se actualice en el panel view.



PRUEBAS Y RESULTADOS

Pruebas del control remoto vía internet.

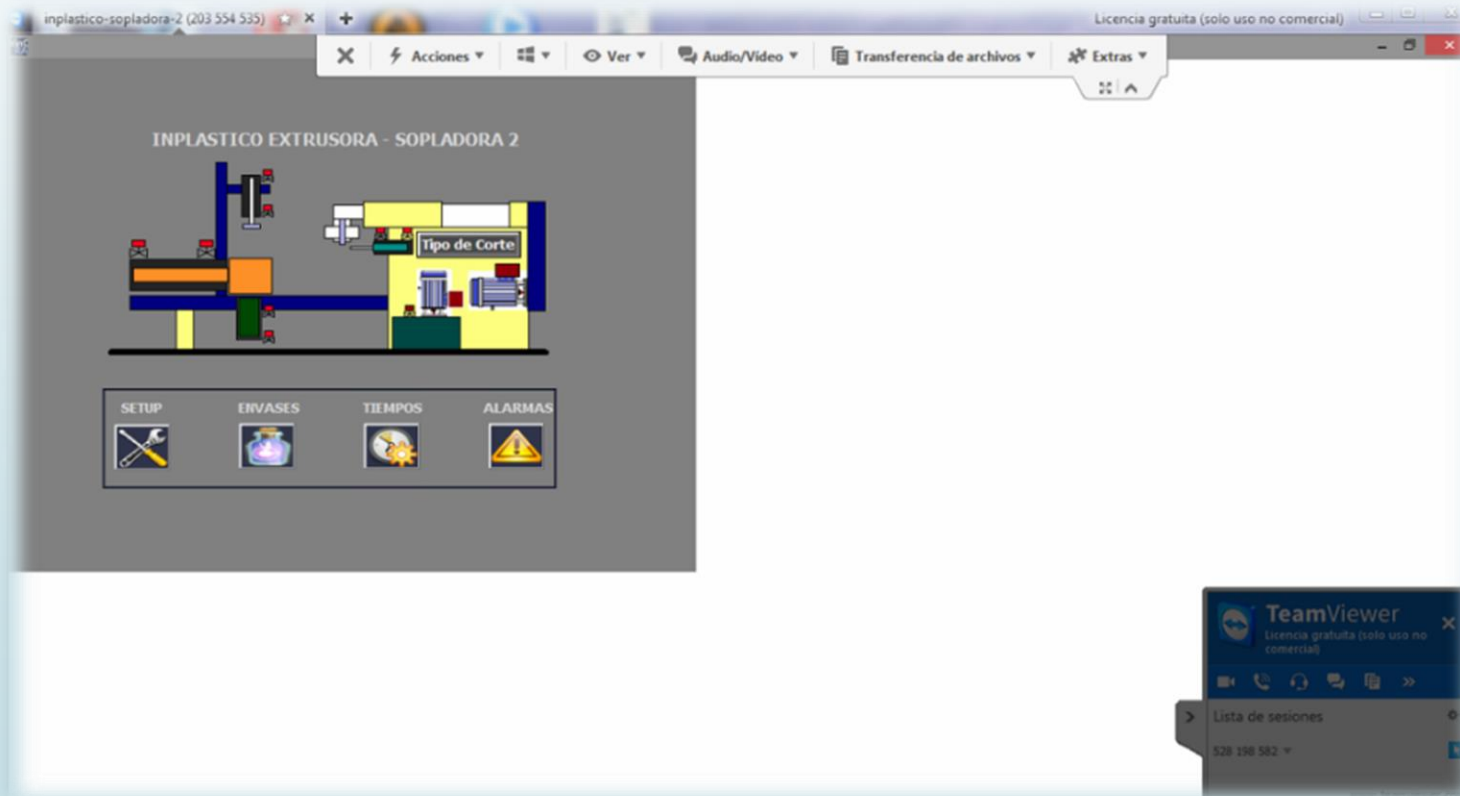
- Comprobado el funcionamiento del Run Time desde la PC conectada a la red de comunicación con los equipos de control e instalado el software TeamViewer; se realiza la prueba de control remoto desde otra PC con acceso internet y también instalado el software de control remoto, para lo cual desde la PC en la que se desea tener el control de proceso se ejecuta el TeamViewer y se ingresa el ID y la contraseña de PC donde se está corriendo el Run Time del proceso.



PRUEBAS Y RESULTADOS

Pruebas del control remoto vía internet.

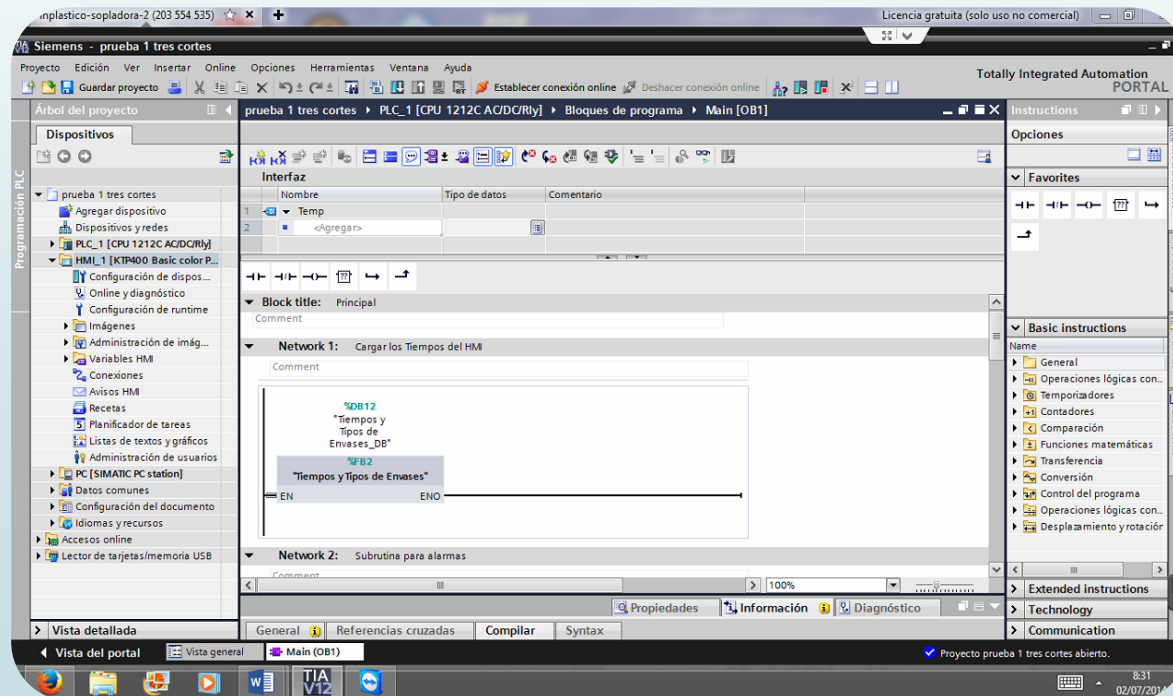
- Establecido el control remoto desde otra PC, muestra en la pantalla de la misma, el Run Time de la PC conectada a la red de comunicación con los otros dispositivos, permitiéndome supervisar el proceso remotamente, como se muestra en la figura.



PRUEBAS Y RESULTADOS

Pruebas del control remoto vía internet.

- Además dicho control remoto me permite modificar el algoritmo de control del PLC, ya que se puede acceder al programa TIA PORTAL realizar cualquier cambio y volverlo a cargar al PLC y de igual forma con el diseño del HMI de la KTP 400 si estar presente el proceso, facilitando tareas de mantenimiento.



PRUEBAS Y RESULTADOS

Análisis Técnico- Económico.

- Se realiza una evaluación financiera del presente proyecto con la finalidad de conocer que tal rentable fue este proyecto, para lo cual nos valemos de dos herramientas financieras como lo son el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR).

GASTOS EN LA PRODUCCIÓN	
ITEM	Valor
Materia Prima	\$ 613.200,00
Mano de Obra	\$ 4.800,00
Energía	\$ 1.000,00
Mantenimiento	\$ 1.000,00
Total de Costo	\$ 620.000,00
PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN	
Tiempo de ciclo (segundos)	20
Envases por hora	180
Envase por día	4320
Déficit de producción	5%
Envases por año	1497960
Precio del envase	\$ 0,45
Ventas de los Envases	\$ 674.082,00
Valor Neto	\$ 54.082,00

Costos de producción anteriores

GASTOS EN LA PRODUCCIÓN	
ITEM	Valor
Materia Prima	\$ 638.750,00
Mano de Obra	\$ 4.800,00
Energía	\$ 9.000,00
Mantenimiento	\$ 500,00
Total de Costo	\$ 653.050,00
PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN	
Tiempo de ciclo (segundos)	19
Envases por hora	189,4736842
Envase por día	4547,368421
Déficit de producción	5%
Envases por año	1576800
Precio del envase	\$ 0,45
Ventas de los Envases	\$ 709.560,00
Valor Neto	\$ 56.510,00

Costos de producción, culminado el proyecto.

Producción anterior	\$ 54.082,00
Producción nueva	\$ 56.510,00
Ganancia adicional	\$ 2.428,00

PRUEBAS Y RESULTADOS

Análisis Técnico- Económico.

- Para el cálculo del VAN, se proyecta los cálculos para 5 años con una tasa de inflación de 10% anual, como se muestra en la siguiente tabla:

n	0	1	2	3	4	5
Io	\$ 3.959,38					
Vtc		\$ 56.510,00	\$ 62.161,00	\$ 68.377,10	\$ 75.214,81	\$ 82.736,29
i	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
$(1+i)^{\wedge}t$	\$ 1,00	\$ 1,10	\$ 1,21	\$ 1,33	\$ 1,46	\$ 1,61
Flujo de caja proyecto		\$ 51.372,73	\$ 51.372,73	\$ 51.372,73	\$ 51.372,73	\$ 51.372,73
VAN	\$ 252904,26					

Como muestra en la tabla, el VAN es mayor que la inversión inicial, por lo que va producir ganancia y por lo tanto el proyecto fue beneficioso.

PRUEBAS Y RESULTADOS

Análisis Técnico- Económico.

- TIR puede utilizarse como indicador de la rentabilidad de un proyecto: a mayor TIR, mayor rentabilidad.

$$-I_{INI} + \sum_{t=1}^n \frac{V_{tc}}{(1+i)^t} = 0$$

- En la misma de muestra la tasa interna de retorno para el presente proyecto, como se muestra en la siguiente tabla:

n	0	1	2	3	4	5
Io	\$ 3.959,38					
Vtc		\$ 56.510,00	\$ 62.161,00	\$ 68.377,10	\$ 75.214,81	\$ 82.736,29
i	1437,24%	1437,24%	1437,24%	1437,24%	1437,24%	1437,24%
(1+i) ^t	\$ 1,00	\$ 1,10	\$ 1,21	\$ 1,33	\$ 1,46	\$ 1,61
Flujo de caja proyecto	-\$ 3.959,38	\$ 51.372,73	\$ 51.372,73	\$ 51.372,73	\$ 51.372,73	\$ 51.372,73
VAN	0,00					

Se aprecia que el TIR es de alto mayor que la tasa de asumida, por lo que el proyecto es rentable.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- ▶ La repotenciación de la máquina sopladora, mediante la implementación de un PLC, un panel view y el control remoto del proceso desde internet, cumplió los objetivos de obtener un mejor control de los sistemas neumáticos e hidráulicos que posee la misma, incrementando más tiempos en las etapas del proceso, los cuales ayudan a mejorar la calidad del envase, estos se encuentran pre-cargados en una lista de los envases, que se tiene acceso de forma local o remota, aumentando la productividad e la máquina.
- ▶ Se determinó los ciclos que garantizan la fiabilidad, los cuales son: el calentamiento del polipropileno, la fundición, la extrusión, el corte, el soplado, el moldeado, el enfriamiento del material y finalmente la liberación del envase.
- ▶ El mantenimiento correctivo realizado en los elementos que presentaban daños significativos, reduce tiempos muertos en paradas no programadas por concepto de fallos de los mismos, dichos daños fueron: el cambio de retén del reductor de velocidad, arreglo de fugas en el sistema neumático, cambio de pistón de la cuchilla de corte, reparación de fugas de aire en el pistón de soplado y engrasamiento periódico de los elementos móviles.
- ▶ Un nuevo sistema de potencia y control, brindaba las seguridades necesarias tanto para el operario como para la máquina, diseñando una tarjeta de control para comandar la bomba hidráulica, los actuadores neumáticos e hidráulicos; las zonas de temperatura están comandadas por contactores; además un variador de velocidad para el motor del tornillo extrusor; cabe mencionar que cada elemento tiene su respectiva protección y que en el montaje de los elementos del sistema eléctrico se separó lo que es potencia y control.
- ▶ Se sustituyó el control por relés que tenía la máquina el cual generaba problema y no era tan seguro por mucha manipulación en ellos, por un PLC S7-1200 CPU 1212, el cual simplifica su control, garantiza el normal funcionamiento del ciclo, es flexible ante cambios en el proceso de funcionamiento y permite implementar un panel de visualización KTP 400 color, donde permite acceder a los parámetros de control del PLC de manera sencilla y amigable con el operador.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- El algoritmo de control, el cual controla a los actuadores del proceso, optimiza tiempos en las diferentes etapas del proceso aumentando la calidad del envase, precarga tiempos para cada tipo de envases que produce la máquina, proporciona un sistema de alarmas que avisa al operador de fallas que se está generando, y brinda seguridades que garantiza el bienestar del operario y de la máquina.
- Un interface gráfica HMI diseñado, amigable y de fácil uso para el operario, muestra el estado actual de los elementos de la máquina, visualiza mensajes de alarmas, y tipo de envase a producir de forma que carga los tiempos de ciclo en el PLC, los mismos que se visualizan en la pantalla y son modificables, con la finalidad de reduciendo tiempos muertos en calibrar dichos parámetros según el envase a producir.
- Las pruebas funcionamiento realizadas del PLC, panel de visualización, sistemas neumáticos e hidráulicos, garantizan el normal funcionamiento de la máquina.
- La supervisión remota del proceso se implementó con la ayuda del Run Time del software TIA PORTAL V12 en donde se diseñó el scada del proceso, el mismo que es controlado remotamente vía internet desde otro computador, mediante el software TeamViewer.
- Con la supervisión remota vía internet, el proceso obtiene un nivel más en la pirámide de la automatización, que ayuda en tareas de supervisión, control y soporte técnico sin la necesidad de que el personal de mantenimiento esté presente en la máquina, minimizando tiempos muertos y la puesta en marcha de forma inmediata.
- Se puede acceder a la supervisión remota del proceso desde cualquier PC o inclusive desde un dispositivo móvil Android, iPhone, iPod touch, iPad, para Windows Phone 8, debido a que la aplicación TeamViewer se encuentra disponibles para dichos dispositivos.
- En la supervisión remota no solo se puede interactuar con el HMI del proceso y sus parámetros, sino que también permite ingresar al software de programación del PLC y panel de visualización "TIA PORTAL", pudiendo reprogramar a dichos elementos sin estar conectados directamente a ellos.

Conclusiones y Recomendaciones

Recomendaciones

- Se recomienda que para operar la máquina se siga las instrucciones de operación que indica el manual de usuario.
- Cuando se arranque la máquina, primero se prendan la zonas de calentamiento del tornillo extrusor y en los controles de temperatura (Pirómetros) de cada uno de ellos, se suba la temperatura hasta unos 175 °C, con la finalidad de que el cañón extrusor este lo suficientemente caliente cuando el material pase por el mismo; y ya una vez que el material empezó a circular, las temperaturas se las baje a un promedio de 150 °C, excepto la zona de la punta que se le deja en un promedio de 140 °C, para evitar que la manga se pegue después del corte.
- Al momento de encender la extrusor, primero verificar en los controles de temperatura de cada zona y en el cañón que la temperatura haya alcanzado la temperatura de arranque, y que la velocidad del extrusor este en 0, para ir aumentando progresivamente y evitar que el tornillo se esfuerce y la corriente suba en exceso.
- Para realizar mantenimiento en el algoritmo de control, verificar que la configuración de la IP de la PC a ser conectada a la red, este el mismo IP de la red.
- Al momento de realizar mantenimiento o cambio de molde, cerrar la llave de paso de aire para evitar cualquier accidente con los pines neumáticos.
- Para tener una regulación del espesor de manga (Parison) para cada envase de forma automática, se recomienda colocar un servomotor acoplado al controlador de parison, con la finalidad de mejorar la calidad del envase, eliminar tiempos muertos debido a la calibración manual por parte del operador.