



E S P E
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA
EXTENSIÓN LATACUNGA

**ESCUELA
POLITÉCNICA DEL
EJÉRCITO
EXTENSIÓN
LATACUNGA**

**Departamento de
Eléctrica y Electrónica**

Carrera: Ingeniería Electromecánica



E S P E

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA
EXTENSIÓN LATACUNGA

**“AUTOMATIZACIÓN DE UNA SOPLADORA
DE POLIETILENO MARCA MAGIC MP
MODELO MGL5 ND DE LA EMPRESA N.S.
INDUSTRIAS, PARA OPTIMIZAR LOS
PROCESOS, Y REDUCIR TIEMPOS DE
PRODUCCION”**

Realizado por:

**ACOSTA ACOSTA DIEGO ARMANDO
IZA MOLINA OSCAR PAÚL**



ESPE

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA
EXTENSIÓN LATACUNGA

OBJETIVO GENERAL

- AUTOMATIZAR LA SOPLADORA DE POLIETILENO MARCA MAGIC MP MODELO MGL5 ND DE LA EMPRESA N.S. INDUSTRIAS, PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS Y REDUCIR TIEMPOS DE PRODUCCIÓN



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Seleccionar el controlador adecuado para la automatización de la máquina.
- Seleccionar el Panel de visualización adecuado para la automatización de la máquina.
- Migrar el programa de control del PLC Siemens S5 hacia el nuevo controlador.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Acoplar el Software-Hardware mediante un HMI entre Panel de visualización y controlador.
- Controlar la máquina Sopladora de plástico en forma automática mediante un Panel de visualización.
- Realizar pruebas de funcionamiento en forma manual y automática de la máquina Sopladora de plástico.



INTRODUCCIÓN

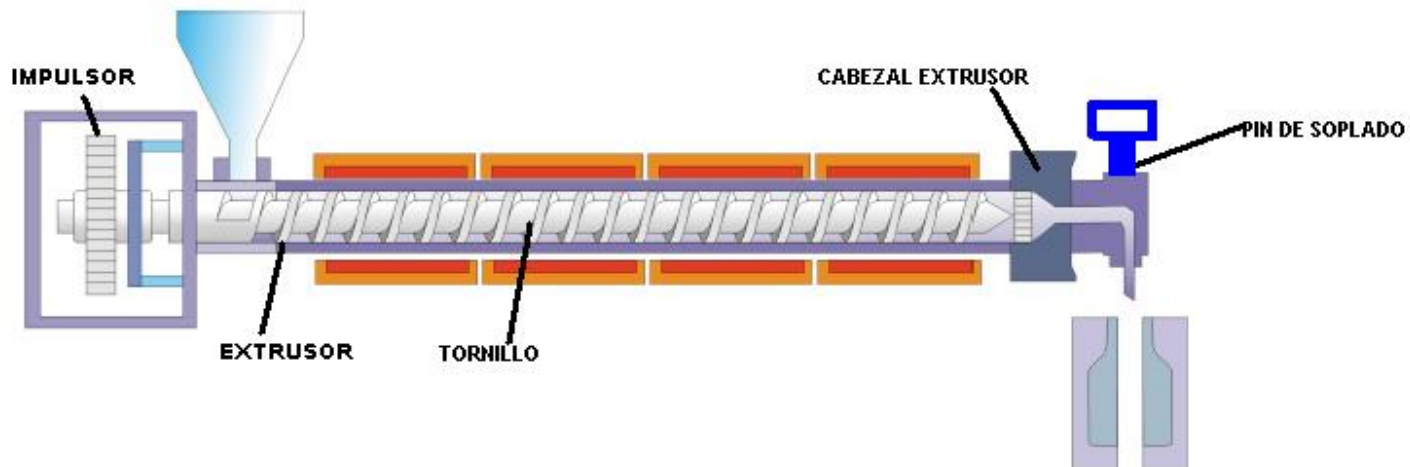
- En la última década la industria del plástico ha desarrollado un notable crecimiento, el mismo que ha ido a la par de un desarrollo tecnológico bastante acelerado, por consecuencia, reemplazando los equipos de operaciones manuales por equipos automáticos, en los cuales su proceso se lo realiza de manera altamente confiable, estas máquinas automáticas han desarrollado una industria en donde se ha podido establecer la creación de un producto de alta calidad, además permitiendo su producción en un corto tiempo, y por tanto logrando una alta producción.



ESP E

ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA
EXTENSIÓN LATACUNGA

PARTES PRINCIPALES

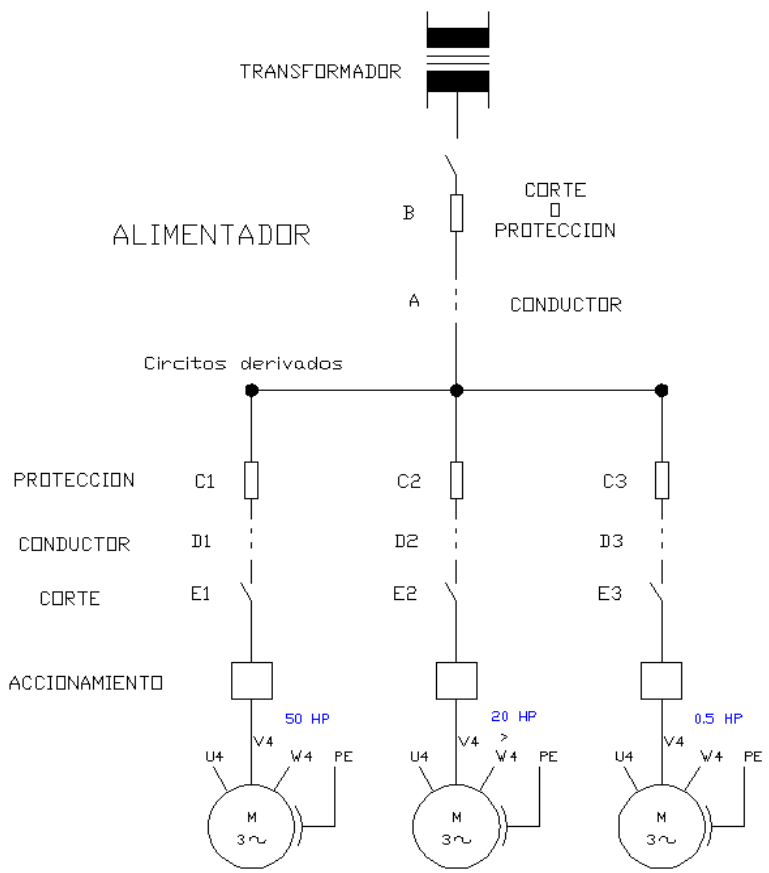


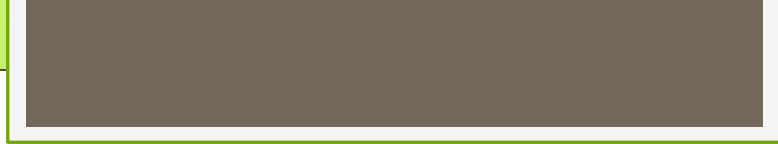


ESP E

ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA
EXTENSION LATACUNGA

ESQUEMA DE ELEMENTOS DE MANIOBRA Y PROTECCION





CIRCUITO DE FUERZA: DIMENSIONAMIENTO DE PROTECCIONES

DIMENSIONAMIENTO DEL FUSIBLE

| In | Dimensionamiento teórico | Corriente estándar del Fusible |
|------|--------------------------|--------------------------------|
| (A) | $I_{c1} = 1,1 * I_n$ (A) | (A) |
| 64,7 | 74,17 | 80 |

- El tipo de fusible a seleccionar es de la marca Siemens, tipo NH
- Alto poder de ruptura (APR) Tamaño (000).
- Categoría aM.



DIMENSIONAMIENTO DEL CONDUCTOR.

| CIRCUITO DERIVADO | | Conductor |
|-------------------|--------------------|--------------|
| I_n | $I_d = 1,25 * I_n$ | 4 AWG |
| (A) | (A) | |
| 64,7 | 78,75 | (85A) |

- Conductor de la marca phelp dodge de cobre tipo THHW-600V
- Asilado con poli cloruro de vinilo (PVC)
- Temperatura de fusión 75°
- Capacidad de corriente= 85 amperios.



DIMENSIONAMIENTO DEL GUARDAMOTOR

DIMENSIONAMIENTO DEL GUARDAMOTOR

| In | Dimensionamiento teórico | Corriente estándar del Guardamotor | Voltaje nominal |
|------|---------------------------|------------------------------------|-----------------|
| (A) | $I_{sc} = 1,25 * I_n$ (A) | (A) | (V) |
| 64,7 | 78,75 | 80 | 220 |

- Guardamotor de la marca Siemens.
- Modelo 3UA58



DIMENSIONAMIENTO DEL CONTACTOR

DIMENSIONAMIENTO DEL CONTACTOR

| In | Dimensionamiento teórico | Corriente estándar del Contactor | Voltaje Bobina del Contactor |
|------|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| (A) | $I_c = 1,15 * I_n(A)$ | (A) | (V) |
| 64,7 | 72,45 | 80 | 220 |

- Contactor de la marca Siemens.
- Tipo: AC-3.



ESP E

ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA
EXTENSIÓN LATACUNGA

RESUMEN DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN Y CORTE PARA LOS MOTORES DE LA MÁQUINA MAGIC MP

| MOTOR | POTENCIA (Hp) | CORRIENTE NOMINAL (A) | CONDUCTOR (AWG) | PROTECCIÓN | | CORTE | |
|-------------------------------|------------------|-----------------------------|--------------------|----------------|--------------------|------------------|---------------|
| | | | | FUSIBLE (A) | G. MOTOR (A) | CONTACTOR (A) | BOBINA (V) |
| Motor impulsor del tornillo | 50 | 50,67 | 4 | 80 | 50-80 | 80 | 220 |
| Motor impulsor de movimientos | 20 | 21,04 | 10 | 32 | 28-40 | 40 | 220 |
| Motor regulador de velocidad | 0,5 | 0,68 | 18 | 1 | 0,32-1,25 | 9 | 220 |



PROTECCIONES DE LAS NIQUELINAS

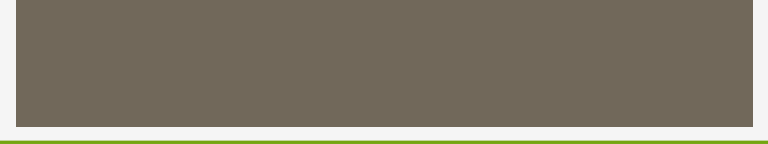
$$In = \frac{S}{\sqrt{3} * VL}$$

$$In = \frac{2.00kVA}{\sqrt{3} * 220}$$

$$In = 8,33 \text{ Amperios}$$

| CIRCUITO DERIVADO | | Conductor |
|-------------------|----------------|---------------|
| In | Id = 1,25 * In | 14 AWG |
| (A) | (A) | |
| 8,33 | 9,58 | (15A) |

- Conductor de la marca Electrocables
- Tipo TF
- Capacidad de corriente 15 A.



DIMENSIONAMIENTO DEL RELE DE ESTADO SÓLIDO.

Dimensionamiento del Relé de estado Sólido

| I_{pc} | Dimensionamiento teórico | Corriente estándar del SSR | Entrada por Tensión |
|-----------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
| (A) | $I_c = 1,15 * I_n$ (A) | (A) | (VDC) |
| 8,33 | 9,56 | 10 | 3-32 |

- Marca Fotek.



ESP E

ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA
EXTENSIÓN LATACUNGA

RESUMEN DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN Y CORTE PARA LAS NIQUELINAS DE LA MÁQUINA MAGIC MP

| ZONAS | POTENCIA (W) | CORRIENTE NOMINAL (A) | CONDUCTOR (AWG) | PROTECCIÓN | SSR | |
|-------|-----------------|-----------------------------|--------------------|----------------|---------------------|-------|
| | | | | FUSIBLE (A) | RELÉ ENTRADA (A) | (VDC) |
| A | 2000 | 8,33 | 12 | 15 | 10 | 3-32 |
| B | 2000 | 8,33 | 12 | 15 | 10 | 3-32 |
| C | 2000 | 8,33 | 12 | 15 | 10 | 3-32 |
| D | 2000 | 8,33 | 12 | 15 | 10 | 3-32 |
| E | 1500 | 6,96 | 12 | 15 | 10 | 3-32 |
| F | 1000 | 4,16 | 14 | 10 | 10 | 3-32 |
| G | 1000 | 4,16 | 14 | 10 | 10 | 3-32 |
| H | 500 | 2,8 | 14 | 5 | 10 | 3-32 |



DIMENSIONAMIENTO DEL FUSIBLE

Dimensionamiento del Fusible

| I_n | Dimensionamiento teórico | Corriente estándar del Fusible |
|-------|--------------------------|--------------------------------|
| (A) | $I_c = 1,1 * I_n$ (A) | (A) |
| 8,33 | 12,5 | 15 |

- Fusible de la marca Siemens
- Tipo CI2, para fusibles de 10 y 100 A.
- Categoría Gg.



ESPE

ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA
EXTENSIÓN LATACUNGA

PROTECCIÓN DEL ALIMENTADOR PRINCIPAL: Consumo de la corriente de plena carga del sistema

| CARGA | I_{pc} (A) |
|---|---------------|
| Motor Impulsor del Tornillo | 63 |
| Motor Impulsor de Movimientos | 26,5 |
| Motor regulador de Velocidad | 0,85 |
| Niquelinas 2000 W | 33,32 |
| Niquelinas 1500 W | 6,96 |
| Niquelinas 1000 W | 8,33 |
| Niquelinas 500 W | 2,8 |
| Fuente de Alimentación del sistema de control | 1,3 |
| TOTAL: | 143.14 |



DIMENSIONAMIENTO DEL CONDUCTOR

| ALIMENTADOR | Conductor |
|---|---------------|
| $I_a = 1,25 \cdot (I_{pc \text{ Max}}) + \sum I_{pc \text{ restantes}}$ | AWG |
| (A) | |
| 167,14 | 2/0 (189A) |

- Conductor marca electrocables.
- Tipo THHN.
- Voltaje máximo 600 voltios



ESP E

ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA
EXTENSIÓN LATACUNGA

CIRCUITO DE CONTROL:





CONSIDERACIONES GENERALES

- La información del sistema anterior.
- Los requerimientos del nuevo sistema de control.
- La instrumentación disponible.
- El número de entradas y salidas requeridas.
- Reservas para posibles incorporaciones o modificaciones futuras

ENTRADAS
DIGITALES

SALIDAS
DIGITALES

SALIDAS
ANALÓGICAS

ENTRADAS
ANALÓGICAS

28

28

8

12



ESP E

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA
EXTENSIÓN LATACUNGA

SELECCIÓN DEL PLC

- el PLC que se ajusta a nuestro requerimiento es de la marca SIEMEN S7-200 CPU 226 AC/DC/Relay.





ESPE

ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA
EXTENSIÓN LATACUNGA

MÓDULOS DE EXPANSIÓN DEL PLC

- Un módulo de entradas digitales EM221 DI 8x24 VDC.
- Tres módulos de salidas digitales EM222 8 salidas digitales a relé.
- Tres módulos de entradas analógicas EM231 para termocuplas



FUENTE DE ALIMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

- PLC S7-200, CPU 226 puede abastecer 1A con una tensión de 5 VDC
- Fuente integrada de 24 VDC de la CPU 226 (0.4 A).
- Se implementó una fuente **LOGO de 1.2 A** de la marca Siemens, por motivos de expansión y para que no exista limitaciones de corriente de alimentación.

| Consumo del Sistema | | 5VDC/1000mA | 24 VDC/400mA |
|----------------------|---|--------------|-----------------|
| CANTIDAD | EQUIPO | mA | mA |
| 1 | CPU 226, 24 Entradas | | 24 x 4 = 96 |
| 1 | CPU 226, 16 Salidas | | 16 x 15 = 240 |
| 1 | EM 221, 8 Entradas digitales | | 8 x 4 = 32 |
| 3 | EM 222, 8 Salidas digitales | | 3 x 8 x 9 = 216 |
| 3 | EM 231, Entrada termopar | | 2 x 60 = 160 |
| 1 | EM 221, DI 8 X 24 DC. Alimentación necesaria de 5 VDC | 1 x 30 = 30 | |
| 3 | EM 222, 8 DO A Relay. Alimentación necesaria de 5 VDC | 3 x 40 = 120 | |
| 3 | EM 231, Entrada termopar. Alimentación necesaria de 5 VDC | 3 x 20 = 60 | |
| Consumo Total | | 210 | 744 |

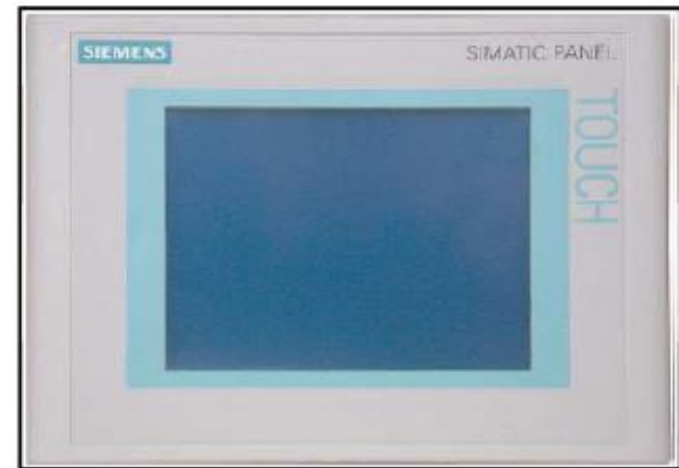


ESPE

ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA
EXTENSIÓN LATACUNGA

INTERFACE HUMANO-MÁQUINA (HMI).

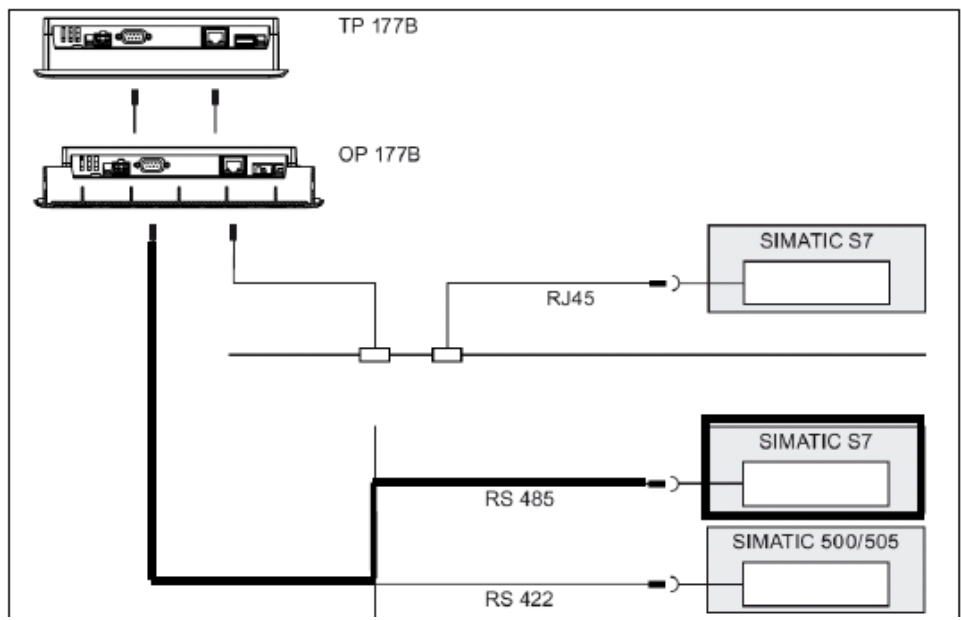
- Para la visualización y modificación de variables como temperatura de las zonas calientes, tiempos de retardo en el proceso, habilitación o deshabilitación de funciones de la máquina, entre otras; fue necesario una interfaz humano máquina (HMI) de fácil uso y amigable para el operador





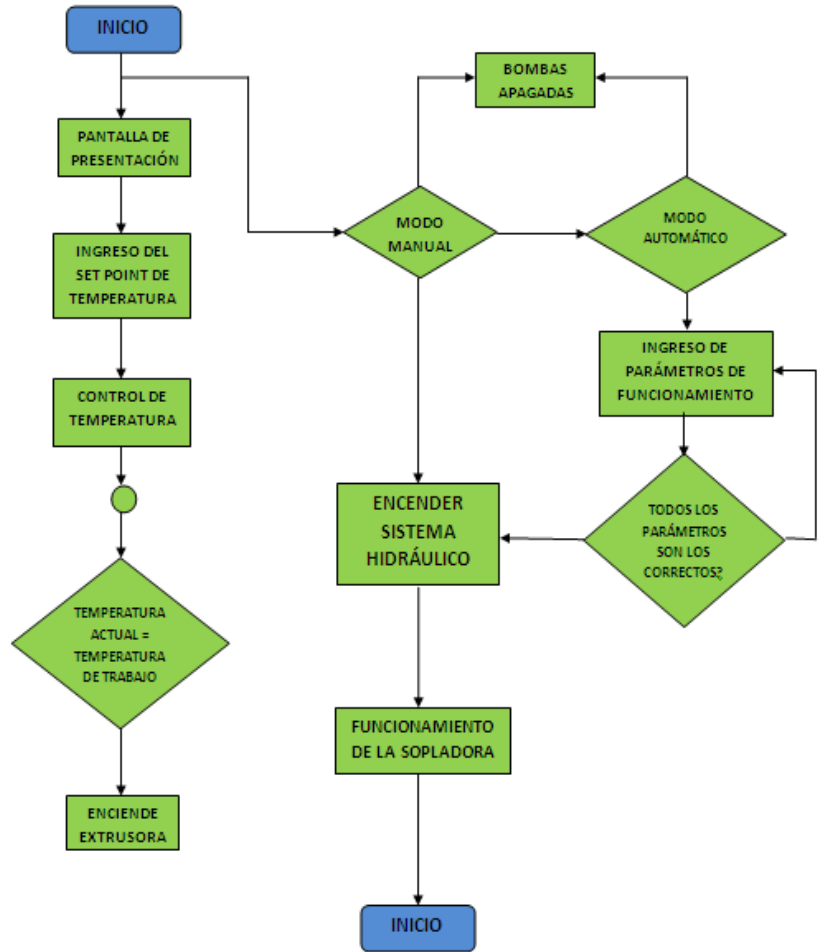
LA COMUNICACIÓN CON EL SISTEMA DE CONTROL

- Se implementó mediante un cable STP (UTP aislado) conectado a las interfaces RS-485 de la pantalla y del PLC.





DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL Y VISUALIZACIÓN.





PROGRAMACIÓN DEL PLC

The screenshot shows the STEP 7-Micro/WIN software interface. On the left is the 'Árbol de operaciones' (Project Tree) showing a hierarchical view of the project files. The main workspace is divided into several sections:

- Variable Declaration Table:** A table with columns 'Símbolo', 'Tipo var.', 'Tipo de datos', and 'Comentario'. It lists variables like E_Sak1_1, E_Sak1_2, etc., with their respective data types (Bool, Int, Real) and comments.
- Ladder Logic Network (Network 42):** A logic diagram showing a normally open contact 'SM0.1' and two normally closed contacts 'Limit_Maquina_Velocidad' and 'Limit_Min_Velocidad' connected to an output coil 'M0.1'. The coil is labeled 'Velocidad_Maquina' with a '+11' increment.
- Variable Declaration Table (continued):** A second table listing variables like Limit_Max_Velocidad, Limit_Min_Velocidad, Velocidad_Maq_PLC, and Velocidad_Maquina_HB with their data types and comments.
- Network 43:** A logic diagram showing a timer 'T41' with a setpoint '13' and a preset '180ms'.

At the bottom of the interface is the 'Barra de navegación' (Navigation Bar) showing the current project path and network information.

Árbol de operaciones

SIEMENS
STEP 7-Micro/WIN
 Version 4.0 IEC 1131-3

This program is protected by U.S. and international copyright laws as described in Help>About

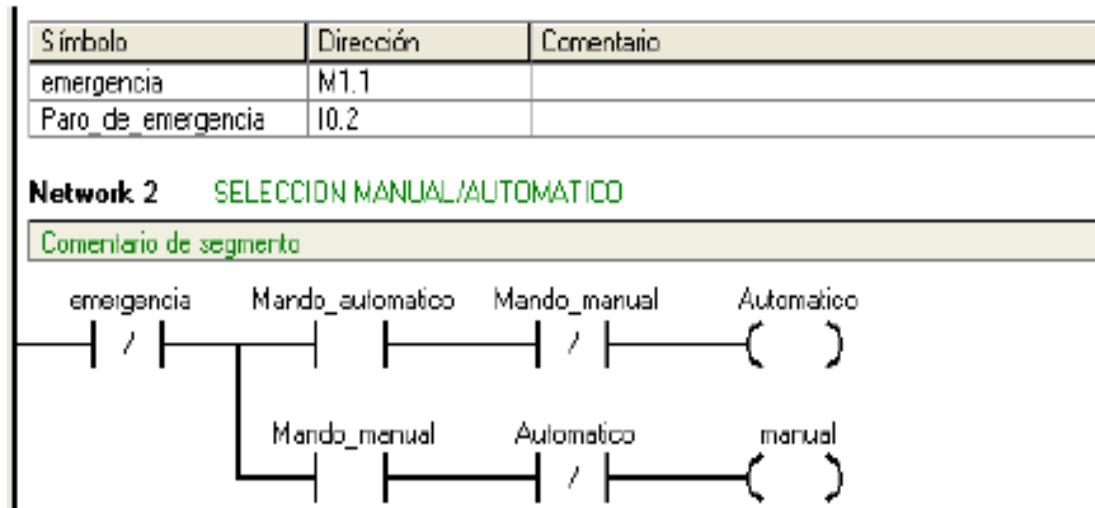
Editor de programa

Barra de navegación



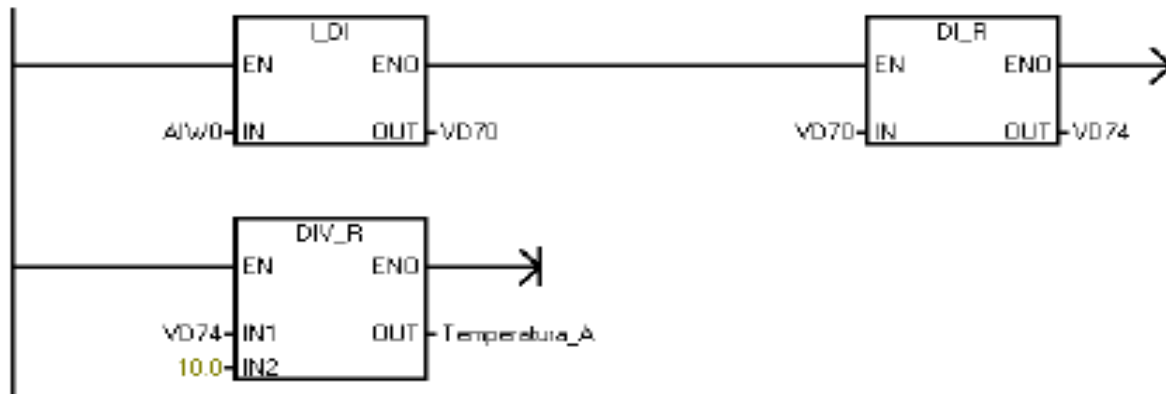
PROGRAMA PRINCIPAL.

- El programa principal incorpora la secuencia general del programa de control para el proceso; pudiendo trabajar la máquina en dos modos: Manual o Automático. La figura 2.13. Muestra esta parte del programa.





ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS



- Para poder visualizar de manera real los datos análogos de temperatura que entregan las termocuplas, tenemos que guardarlos, luego transformarlos a reales y de esta manera se podrán visualizar los valores verdaderos de las temperaturas



PROGRAMA DE LA INTERFAZ HUMANO - MÁQUINA

SIEMENS SIMATIC PANEL

Principal | TEMPERATURAS | 10:59:59

| Zona A OFF | Zona B OFF | Zona C OFF | Zona D OFF |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| S.P 000 | S.P 000 | S.P 000 | S.P 000 |
| T: 000 °C | T: 000 °C | T: 000 °C | T: 000 °C |
| 0 40 80 120 160 200 250 | 0 40 80 120 160 200 250 | 0 40 80 120 160 200 250 | 0 40 80 120 160 200 250 |

TOUCH

SIEMENS SIMATIC PANEL

Principal | PRINCIPAL | 10:59:59

Temperaturas

Contadores

Selecciones

Finales de Carrera

Tiempos

Panel de Control

SIEMENS SIMATIC PANEL

Principal | MAQUINA | 10:59:59

SIEMENS SIMATIC PANEL

Principal | TIEMPOS | 10:59:59

| | |
|---------------------|-----|
| TIEMPO PRESOPLADO | 000 |
| RETARDO PRESOPLADO | 000 |
| TIEMPO SOPLADO | 000 |
| TIEMPO ENFRIAMIENTO | 000 |

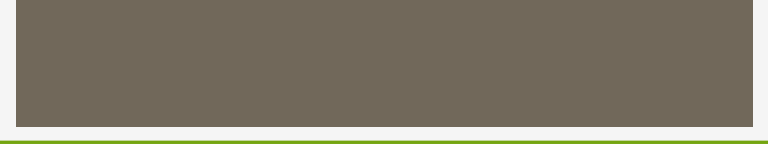
TOUCH

SIEMENS SIMATIC PANEL

Principal | CONTADORES | 10:59:59

| | | |
|------------------------|-----|-------|
| TOTAL DE ENVASES PROD. | 000 | Reset |
| ENVASES A PRODUCIR | 000 | Reset |
| ENVASES PRODUCIDOS | 000 | Reset |
| ALARMA | | |

TOUCH



ANÁLISIS FINANCIERO

| | |
|---|----------------|
| Materiales Directos (mecánicos, eléctricos y otros) | 6962,49 |
| Mano de obra directa automatización | 1400 |
| Costos indirectos | 1000 |
| INVERSION INICIAL | 9362,49 |

- La ganancia estimada considerando datos históricos de la empresa se prevé será de 35000 dólares americanos
- Los datos alcanzados y comprobando con los límites de aceptación se llega a la conclusión que el proyecto es totalmente viable siendo de gran beneficio para la empresa N.S industrias.
- El periodo de recuperación es de 8 meses y 10 días, esto permite prever que se recuperará la inversión a corto plazo, lo que promueve a desarrollar nuevos proyectos de automatización.



E S P E

ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA
EXTENSIÓN LATACUNGA

RESUMEN FOTOGRAFICO



ESP E

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA
EXTENSIÓN LATACUNGA





ESP E

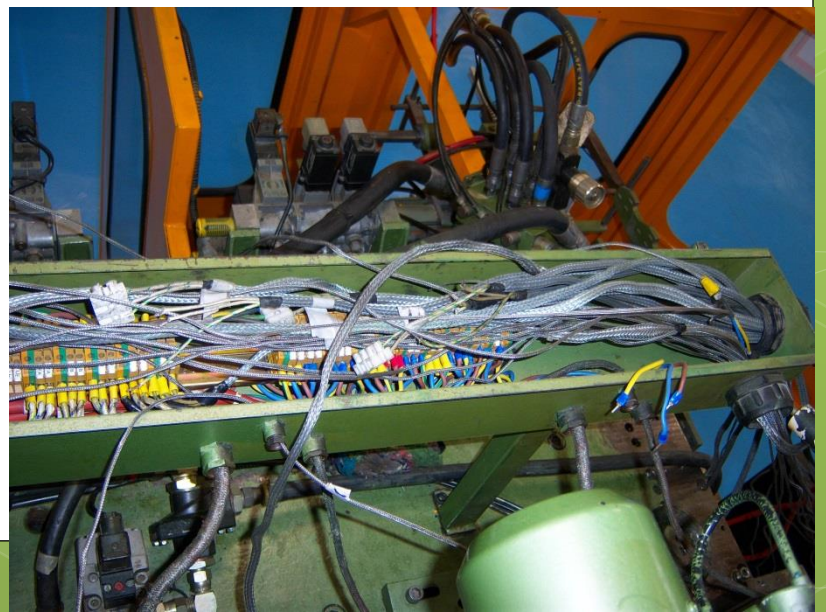
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA
EXTENSIÓN LATACUNGA

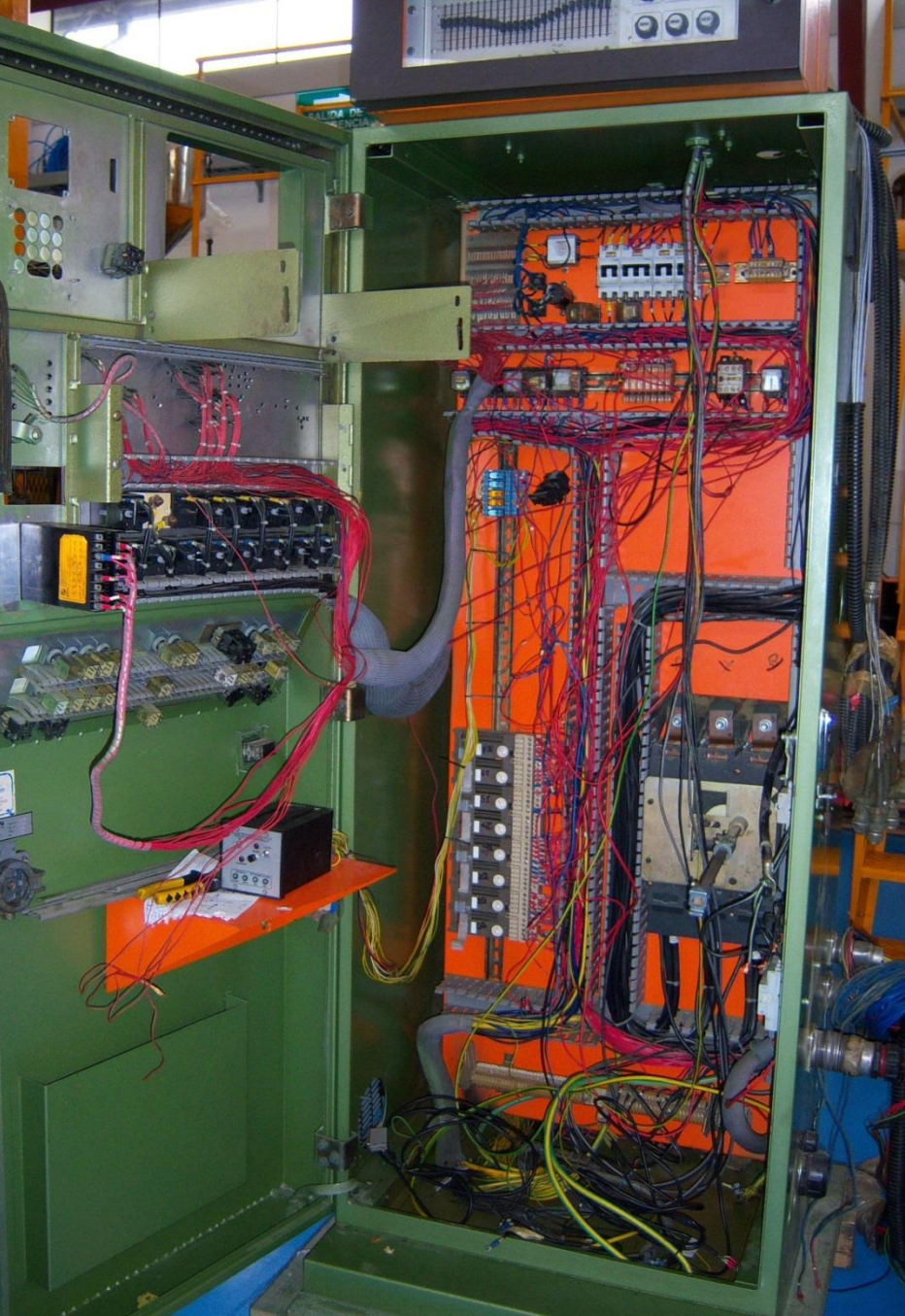




ESP E

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA
EXTENSIÓN LATACUNGA

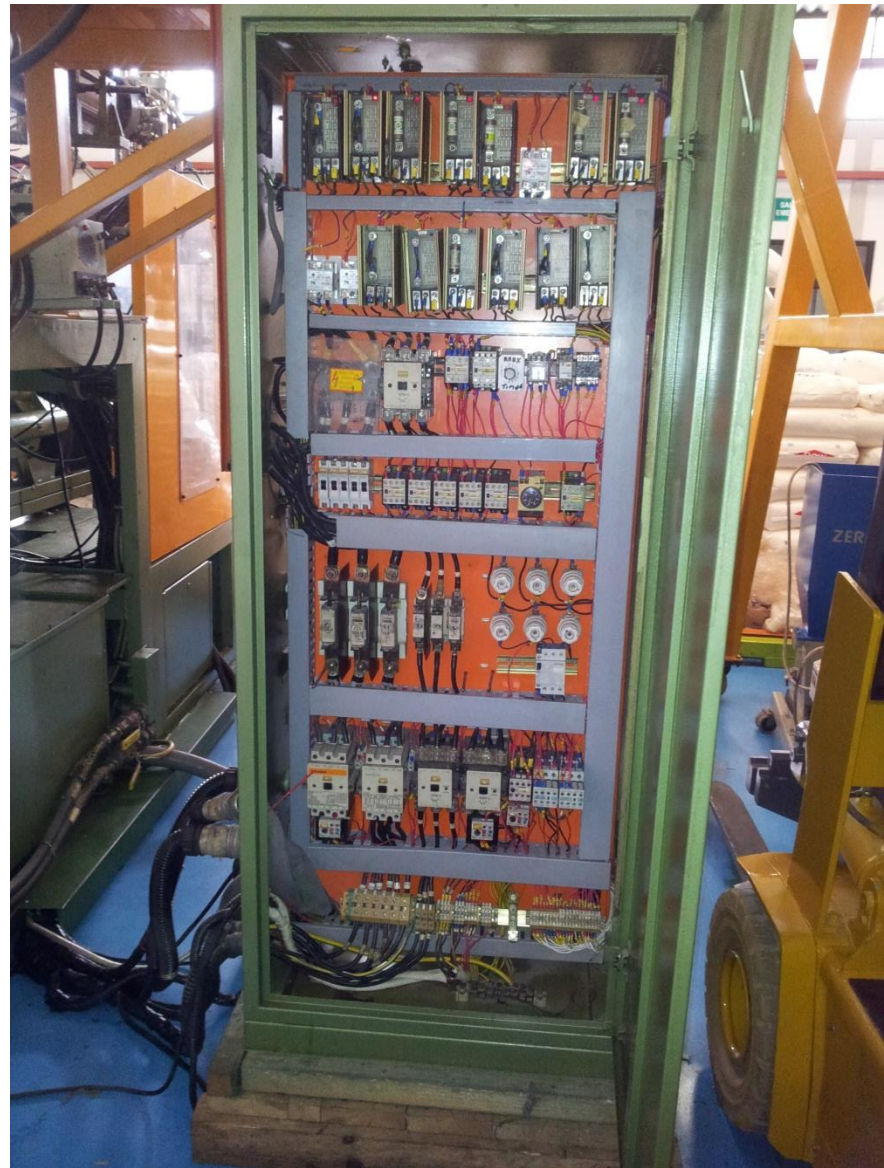






ESP E

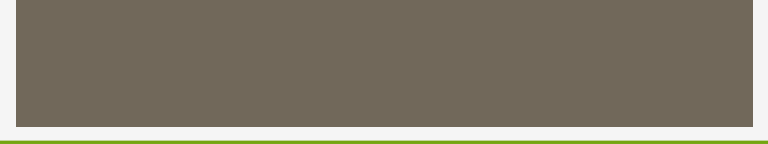
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA
EXTENSIÓN LATACUNGA





ESP E

ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA
EXTENSION LATACUNGA





ESP E

ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA
EXTENSIÓN LATACUNGA

CONCLUSIONES

- El tiempo muerto del envase es aproximadamente 2,8 segundos, mejorando así el tiempo de producción en 1,7 segundos, el mismo que fue comparado con otra máquina similar que produce el mismo envase de galón.



CONCLUSIONES

- Se migró el programa de control del PLC Siemens S5 hacia el nuevo controlador que fue un PLC de la familia siemens S7-200 CPU 226 AC/DC/relay, también se realizó la implementación de nuevas líneas de programación.
- Mediante el HMI local implementada y la utilización de una torre de alarmas se redujo el tiempo de reparación por alguna falla de la máquina.



CONCLUSIONES

- Se logró desarrollar un algoritmo de control que permitió automatizar el proceso de manera sencilla y sobre todo de fácil manejo para el operador.
- Con la automatización se logró eliminar el tiempo que el operario realizaba el corte del material sobrante (rebabas) de los envases, de esta manera se disminuyó el tiempo de elaboración de envases.



RECOMENDACIONES

- Capacitar constantemente personal de mantenimiento y de operación involucrados directa o indirectamente en la utilización de la máquina sopladora de polietileno, sobre sus riesgos y peligros, con el fin de que se pueda realizar unas correctas acciones seguridad personal, monitoreo, mantenimiento preventivo y correctivo del sistema.



ESPE

ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA
EXTENSIÓN LATACUNGA

RECOMENDACIONES

- 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
- Cambiar el sistema del motor hidráulico por un variador de velocidad el cual permitirá reducir el consumo de energía.

**GRACIAS POR SU
ATENCIÓN**

