



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE CONTROL
DE LA MÁQUINA DESMOLDEADORA N.2 MINI ONDA EN
LA PLANTA EUROLIT DE TUBASEC C.A.”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

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

Presentado por:

VELARDE SANCHEZ FREDDY FERNANDO

VIMOS REINOSO MÓNICA FERNANDA

Riobamba – Ecuador

2014

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y al cuerpo docente de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales por darnos la oportunidad de formarnos como profesionales impartiéndonos sus conocimientos. A los Ingenieros Paúl Romero y Jorge Paucar quienes nos han brindado su apoyo incondicional para la realización de este proyecto.

De manera especial a la empresa TUBASEC C.A. y al personal que lo conforma por darnos la oportunidad de aplicar nuestros conocimientos.

A todas aquellas personas que hemos conocido durante nuestra vida estudiantil por brindarnos su amistad y compartir momentos inolvidables.

Mónica y Freddy

DEDICATORIA

Con todo cariño dedico este trabajo de tesis a mi familia por todo el esfuerzo que han realizado para que pudiera lograr mis sueños y por ese apoyo incondicional que siempre me supieron dar. También a mis maestros que en este andar por la vida, influyeron con sus lecciones y experiencias en formarme como una persona de bien y preparada para los retos que pone la vida.

Freddy

DEDICATORIA

A Dios quien guía mi camino, por regalarme cada día de mi vida para cumplir mis metas.

A mi mami ya que gracias a su esfuerzo y apoyo incondicional he podido terminar mis estudios, que con su amor y cariño me guió a ser quien soy, por los consejos brindados que me ayudaron a vencer los desafíos encontrados en el transcurso de mi vida y poder seguir adelante.

Mónica

FIRMAS RESPONSABLES Y NOTAS

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Iván Menes DECANO FACULTAD INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
Ing. Alberto Arellano DIRECTOR ESCUELA INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES
Ing. Paúl Romero DIRECTOR DE TESIS
Ing. Jorge Paucar MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Eduardo Tenelanda DIRECTOR CENTRO DE DOCUMENTACIÓN
NOTA	

RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

Nosotros: Freddy Fernando Velarde Sánchez y Mónica Fernanda Vimos Reinoso, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis de Grado titulada “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE CONTROL DE LA MÁQUINA DESMOLDEADORA N.2 MINI ONDA EN LA PLANTA EUROLIT DE TUBASEC C.A.”, y el patrimonio intelectual de la misma pertenecen a la “Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”.

FIRMAS:

Freddy Fernando Velarde Sánchez

Mónica Fernanda Vimos Reinoso

INDICE DE ABREVIATURAS

.NET	Framework de Microsoft
BSD	Berkeley Software Distribution
CI	Control de Inicio
CPU	Unidad de Procesamiento Central
DCS	Digital Selective Calling (Llamada selectiva digital)
FFT	Fast Fourier transform
FPGA	Field Programmable Gate Array
GNU	Tipo de sistema operativo
GPIO	Estándar bus de datos digital
HMI	Interfaz Humano Maquina
HP	Horse Pauer (Caballos de Fuerza)
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
I/O	Input/Output (Entrada/Salida)
MVL	Motor ventosa Molde
MVM	Motor ventosa Molde
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
OPC	Control de Procesos OLE
PC	Paro del Coche
PC2	Paro del Coche 2
PLC	Controlador Lógico Programable
PSI	Pounds per Square Inch (Libras por pulgada cuadrada)
PXI	Plataforma abierta basada en PC
R.P.M	Revoluciones por minuto
SAM	Selector manual Automático
SBCL	Solenioides Baja Cilindro Lámina
SBCM	Solenioides Baja Cilindro Molde
SD	Sensor a la Derecha
SFVL	Solenioides de Fin de Vacio Lámina
SFVM	Solenioides de Fin de Vacio Lámina
SI	Sensor de la Izquierda
SL1	Sensor de la lámina superior
SL2	Sensor de la lámina inferior
SM1	Sensor del molde Superior
SM2	Sensor del molde Inferior
SP	Sensor de Paquetes
SSCL	Solenioides Sube Cilindro Lámina
SSCM	Solenioides Sube Cilindro Molde

ÍNDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

FIRMAS

HOJA DE RESPONSABILIDAD

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ANEXOS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL	18
1.1. ANTECEDENTES.....	18
1.2. JUSTIFICACIÓN	19
1.3. OBJETIVOS	20
1.3.1.Objetivo General	20
1.3.2.Objetivos Específicos	20
1.4. HIPÓTESIS.....	21

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	22
2.1. INFORMACIÓN GENERAL.....	22
2.2. AUTOMATIZACIÓN	23
2.2.1.Definición	23
2.2.2.Objetivos.....	23
2.2.3.Tecnología empleadas en la automatización	24

2.2.4. Partes Principales.....	25
2.2.5. Tipos de Automatización.....	26
2.3. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES (PLC)	27
2.3.1. Definición del PLC.....	27
2.3.2. Composición Interna del PLC	28
2.3.3. Campos de Aplicación del PLC	28
2.3.4. Ventajas del PLC	29
2.3.5. Desventajas del PLC.....	30
2.3.6. Clasificación del PLC.....	30
2.4. TABLERO ELÉCTRICO	31
2.4.1. Definición	31
2.4.2. Tipos de tableros eléctricos	31
2.4.3. Unidades de mando y señalización.....	32
2.4.4. Componentes y Aparatos Eléctricos.....	33
2.5. SENSORES.....	35
2.5.1. Definición	35
2.5.2. Clasificación	35
2.6. ACTUADORES	39
2.6.1. Definición	39
2.6.2. Clasificación de los Actuadores	39
2.7. SISTEMAS DE CONTROL	40
2.7.1. Definición	40
2.7.2. Sistema de control de lazo abierto.....	40
2.7.3. Sistema de control de lazo cerrado	40
2.8. COMUNICACIÓN PLC Y LABVIEW.....	41
2.8.1. Definición de LABVIEW	41

2.8.2. Características.....	42
2.8.3. Servidor OPC.....	43
2.8.4. Clases de Servidor OPC	43
2.9. MÉTODOS DE PROGRAMACIÓN.....	44
2.9.1. Ladder.....	44
2.9.2. Grafcet	44
2.10. FIBROCEMENTO.....	46
2.10.1. Definición	46
2.10.2 Fabricación	46
2.10.3. Características.....	47
2.10.4. Usos	47

CAPÍTULO III

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN	48
3.1. INTRODUCCIÓN	48
3.1.1. Proceso	49
3.1.2. Componentes y materiales.....	50
3.1.3. Selección de los Dispositivos de Control	52
3.2. DISEÑO	65
3.2.1. Diseño de la Parte Mecánica	65
3.2.2. Diseño Eléctrico	66
3.2.3. Diseño Software	69
3.3. IMPLEMENTACIÓN	95
3.3.1. Ubicación de los componentes	95
3.3.2. Tablero.....	97
3.3.3. Tarjetas Electrónicas	99
3.3.4. Calibración de los sensores	104

CAPÍTULO IV

4. PRUEBAS Y RESULTADOS	- 108 -
4.1. SOFTWARE	- 108 -
4.1.1. NI OPC SERVER.....	- 109-
4.1.2. LABVIEW	- 113-
4.2. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	- 115-
4.3. RESULTADOS OBTENIDOS	- 118-
4.4. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	- 123-
4.4.1. Optimización del Proceso	- 123-
4.4.2. Producto Entregado	- 125-

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMMARY

ANEXOS

REFERENCIAS

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II-1. Automatización Industria.....	- 23 -
Figura II-2. Composición Interna del PLC.....	- 28 -
Figura II-3. Pulsadores.....	- 32 -
Figura II-4. Sensor Tipo Análogo.....	- 36 -
Figura II-5. Sensor Tipo Magnético.....	- 37 -
Figura II-6. Sensor Tipo Ultrasónico.....	- 38 -
Figura II-7. Final de Carrera.....	- 39 -
Figura II-8. Diagrama de bloques y Panel Frontal.....	- 42 -
Figura III-9. Motor Transmisión del Coche.....	- 54 -
Figura III-10. Motor Blower.....	- 55 -
Figura III.11 Tipos de Conexión.....	- 56 -
Figura III-12. Catálogo de Conductores 1.....	- 58 -
Figura III-13. Catálogo de Conductores 2.....	- 59 -
Figura III-14. Tipos de Breakers.....	- 60 -
Figura III-15. Breakers Trifásicos.....	- 60 -
Figura III-16. Breaker Bifásico.....	- 61 -
Figura III-17. Portafusibles y Fusibles.....	- 61 -
Figura II-18. Variador de Frecuencia.....	- 61 -
Figura III-19. Unidad de Control LCP.....	- 62 -
Figura III-20. Diagrama de Conexión.....	- 62 -
Figura III-21. Menú Rápido.....	- 63 -
Figura III-22. Menú Extendido.....	- 64 -
Figura III-23. Máquina de desmoldeo.....	- 65 -
Figura III-24. Armario del Tablero Virtual.....	- 66 -
Figura III-25. Armario del Tablero Real.....	- 66 -
Figura III-26. Circuito eléctrico de mando.....	- 67 -
Figura III-27. Diagrama Eléctrico de potencia.....	- 68 -
Figura III-28. Diagrama de Conexión Neumático.....	- 68 -
Figura III-29. Grafcet Parte 1.....	- 71 -
Figura III-30. Grafcet Parte 2.....	- 72 -
Figura III-31. Grafcet Parte 3.....	- 73 -
Figura III-32. Ejecutar TwidoSuite.....	- 76 -
Figura III-33. Inicio del Programa TwidoSuite.....	- 77 -
Figura III-34. Crear un Nuevo Proyecto.....	- 77 -
Figura III-35. Agregar un Dispositivo.....	- 78 -
Figura III-36. Configuración IP del Dispositivo.....	- 78 -
Figura III-37. Dirección IP de la PC.....	- 79 -
Figura III-38. Asignación de Entradas.....	- 79 -
Figura III-39. Asignación de las Salidas.....	- 80 -
Figura III-40. Asignación de Memorias.....	- 82 -

Figura III-41. Configuración de Temporizadores.....	- 82 -
Figura III-42. Programación Ladder.....	- 83 -
Figura III-43. Confirmación de la Conexión.....	- 84 -
Figura III-44. Transmisión de Datos.....	- 84 -
Figura III-45. Software de diseño.....	- 86 -
Figura III-46. Ares, Inicio de diseño Placa 1.....	- 87 -
Figura III-47. Ares, búsqueda de componentes Placa 1.....	- 88 -
Figura III-48. Ares, ubicación de componentes Placa 1.....	- 88 -
Figura III-49. Ares, Ruteo de pistas Placa 1.....	- 89 -
Figura III-50. Ares, contorno de la Placa 1.....	- 89 -
Figura III-51. Ares, señalización de Placa 1.....	- 90 -
Figura III-52. Ares, dimensionamiento de Placa 1.....	- 91 -
Figura III-53. Ares, Parte inferior de Placa 1.....	- 91 -
Figura III-54. Ares, Parte superior de Placa 1.....	- 92 -
Figura III-55. Ares, Impresión de Placa	- 92 -
Figura III-56. Ares, Configuración exportación en PDF de Placa 1.....	- 93 -
Figura III-57. Ares, Diseño Placa 2.....	- 93 -
Figura III-58. Ares, Diseño Placa 3.....	- 94 -
Figura III-59. Ares, Diseño Placa Lámina.....	- 94 -
Figura III-60. Ares, Diseño Placa Molde.....	- 95 -
Figura III-61. Estructura del Tablero Virtual.....	- 95 -
Figura III-62. Estructura del Tablero Real.....	- 96 -
Figura III-63. Colocación de Dispositivos Virtual.....	- 96 -
Figura III-64. Colocación de Dispositivos Real.....	- 97 -
Figura III-65. Botonera.....	- 97 -
Figura III-66. Cableado del Tablero.....	- 98 -
Figura III-67. Cableado Variador de Frecuencia.....	- 98 -
Figura III-68. Cableado Mando Manual.....	- 98 -
Figura III-69. Señalización del Tablero.....	- 99 -
Figura III-70. Señalización del Panel de Control.....	- 99 -
Figura III-71. Señalización Tarjetas Electrónicas.....	- 100 -
Figura III-72. Cableado Tarjeta Electrónica 1.....	- 101 -
Figura III-73. Cableado Tarjeta Electrónica 2.....	- 101 -
Figura III-74. Cableado Tarjeta Electrónica 3.....	- 102 -
Figura III-75. Cableado Tarjeta Electrónica 4.....	- 102 -
Figura III-76. Cableado Tarjeta Electrónica 5.....	- 103 -
Figura III-77. Ubicación de las Tarjetas Electrónicas Vista Frontal.....	- 103 -
Figura III-78. Final de Carrera Izquierda.....	- 104 -
Figura III-79. Final de Carrera Inferior Lámina.....	- 105 -
Figura III-80. Final de Carrera Superior Lámina.....	- 105 -
Figura III-81. Final de Carrera Inferior Molde.....	- 106 -

Figura III-82. Final de Carrera Superior Molde.....	- 106 -
Figura III-83. Sensor Inductivo.....	- 107 -
Figura IV-84.Nueva Aplicación.....	- 109 -
Figura IV-85. Crear un Nuevo Canal-Identificación.....	- 109 -
Figura IV-86.Tipo de Controlador.....	- 110 -
Figura IV-87.Insertar PLC.....	- 110 -
Figura IV-88. Nombre del PLC.....	- 111 -
Figura IV-89. Configuración de las Tags.....	- 111 -
Figura IV-90. Propiedades de las Tags.....	- 112 -
Figura IV-91. Tags Configuradas.....	- 113 -
Figura IV-92. Crear o Abrir un Proyecto.....	- 113 -
Figura IV-93. Pantalla de Inicio.....	- 114 -
Figura IV-94. Panel de Pruebas y Calibración.....	- 114 -
Figura IV-95. Cilindros de la Máquina Desmoldeadora.....	- 115 -
Figura IV-96. Motor de la Transmisión.....	- 116 -
Figura IV-97. Desmoldeo sin Máquina.....	- 120 -
Figura IV-98. Desmoldeo con Máquina.....	- 122 -
Figura IV-99. Desmoldeo Diario.....	- 122 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III-I. Criterios para la selección de un sensor de proximidad.....	- 51 -
Tabla III-II. Ventajas, desventajas y aplicaciones de los sensores de proximidad....	- 52 -
Tabla III-III. Especificaciones del PLC.....	- 53 -
Tabla III-IV. Especificaciones de los Contactores (Motores 1 y 2)	- 53 -
Tabla III-V. Especificaciones del Contactor (Motor 3)	- 54 -
Tabla III-VI. Especificaciones del Transformador.....	- 55 -
Tabla III-VII. Voltaje de Entrada y Salida del Transformador.....	- 56 -
Tabla III-VIII. Especificaciones del Variador de Frecuencia.....	- 61 -
Tabla III-IX. Materiales utilizados para el tablero de control.....	- 64 -
Tabla III-X. Descripción de las Memorias del Grafcet.....	- 70 -
Tabla III-XI. Descripción de la Entradas y Salidas en el Programa TwidoSuit.....	- 80 -
Tabla III-XII. Descripción de las Tarjetas Electrónicas.....	- 103 -
Tabla IV-XIII. Botón Inicio.....	- 116 -
Tabla IV-XIV. Botón Stop.....	- 117 -
Tabla IV-XV. Selector Manual-Automático.....	- 117 -
Tabla IV-XVI. Selectores Mando Manual.....	- 117 -
Tabla IV-XVII. Desmoldeo de Láminas Sin la Máquina.....	- 118 -
Tabla IV-XVIII. Desmoldeo de Láminas Con la Máquina.....	- 120 -
Tabla IV-XIX. Presupuesto Mano de Obra Línea Manual.....	- 124 -
Tabla IV-XX. Presupuesto Máquina.....	- 124 -
Tabla IV-XXI. Presupuesto Mano de Obra.....	- 124 -
Tabla IV-XXII. Presupuesto Costos Indirectos de Fabricación.....	- 124 -
Tabla IV-XXIII. Presupuesto General Primer Año.....	- 125 -
Tabla IV-XXIV. Comparación de Factores.....	- 125 -
Tabla IV-XXV. Producto Entregado por la Línea Manual.....	- 126 -
Tabla IV-XXV. Producto Entregado por la Línea Automátic.....	- 126 -

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Manual de Usuario.....	- 135 -
ANEXO 2. Manual Técnico.....	- 140 -
ANEXO 3. Programación del PLC en TwidoSuite.....	- 148 -
ANEXO 4. Especificaciones Técnicas de los Elementos que Componen el Tablero.....	- 160 -

INTRODUCCIÓN

La automatización es de vital importancia en los procesos industriales de la actualidad porque ayuda a la optimización de recursos y reducción en los costos de fabricación disminuyendo los riesgos presentes en la línea manual debido a descuidos o cansancio de los operarios.

Mediante la misma se eleva el rendimiento y competitividad de las empresas pudiendo enfrentar así los requerimientos del mercado en el cual se desempeña, contribuyendo al crecimiento y desarrollo organizacional.

Por ende la construcción del tablero de control de la máquina desmoldeadora N.2 mini onda en la planta eurolit de TUBASEC C.A. permitirá automatizar el proceso de desmoldeo realizado de forma manual teniendo así un proceso rápido, seguro y una mayor cantidad de producto terminado.

Con el tablero de control se pretende centralizar el control de la máquina haciéndola fácilmente manipulable para los operarios, ayudando a la detección oportuna de fallas en el proceso y a la corrección de las mismas de manera segura con la utilización de manuales y planimetría.

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. ANTECEDENTES

La planta de techos EUROLIT, en su línea de desmoldeo cuenta con una línea manual de mini onda.

El recurso humano y el tiempo utilizado en la línea de desmoldeo es considerado relativamente alto en función de la cantidad de producto entregado, sobre todo por el proceso manual que involucra el desmoldeo de las láminas de mini onda.

La optimización de recursos obtenida con la primera línea de desmoldeo ha impulsado la necesidad de contar con una línea de desmoldeo para la lámina de mini onda.

1.2. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad el avance tecnológico permite realizar operaciones mecánicas, informáticas, eléctricas y de control, logrando una automatización de los procesos industriales.

Es por ello que el presente proyecto tiene la finalidad de implementar un sistema de control para la máquina desmoldeadora debido a la existencia de una creciente demanda de producto en el mercado nacional aumentando así la capacidad de producción de láminas terminadas y contribuyendo al no desperdicio de recursos actualmente utilizados por la línea manual de desmoldeo.

Para lo cual se utilizará software, hardware, tecnologías, sensores, dispositivos de potencia, Controlador Lógico Programable (PLC).

Se pretende alcanzar estos requerimientos mediante el diseño y construcción del tablero de control de la maquina desmoldeadora N.2 mini onda, sin intervención de los operarios como se realiza actualmente.

Con esta nueva línea se procura reducir los recursos en el área de desmoldeo logrando que cada lámina se desmoldee directamente.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- Diseñar y construir el tablero de control de la máquina desmoldeadora N.2 mini onda en la planta EUROLIT de TUBASEC C.A.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Diseñar el tablero de control de la línea de desmoldeo N.2.
- Implementar los controladores eléctricos necesarios para el correcto funcionamiento del tablero de control de la máquina desmoldeadora N.2.
- Construir el tablero de mando y potencia para el sistema de desmoldeo.
- Programar el módulo de control para el proceso de desmoldeo de láminas de techo mini onda.
- Documentar la parte técnica con los respectivos planos eléctricos y diagrama graficet del proceso.

1.4. HIPÓTESIS

El diseño y construcción del tablero de control de la máquina desmoldeadora N.2 mini onda en la planta EUROLIT, ayudará en la optimización del proceso de desmoldeo de las láminas de techo, obteniendo así un incremento en la cantidad de producto entregado por la actual línea manual.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. INFORMACIÓN GENERAL

TUBASEC C.A. se encuentra localizada en la ciudad de Riobamba, se conformó hace más de treinta años para impulsar su actividad económica dedicada al fibrocemento, en sus inicios su actividad se basaba en la línea de tuberías, prolongándose a la elaboración de cubiertas. Dando lugar en el mercado a la fabricación de techos de fibrocemento de la marca española Eurolit, teniendo la propiedad de ser resistentes y fuertes. Eurolit es la principal marca que posee el mercado con la garantía y el cumplimiento de la norma INEN 1320.

Luego de estar presente en el mercado la línea Eurolit, la empresa incrementó en sus actividades la fabricación de tejas de hormigón y techo luz.

Por lo tanto TUBASEC C.A. es el principal fabricante en entregar una serie de productos, incorporando los tanques de fibrocemento.

2.2. AUTOMATIZACIÓN

2.2.1. Definición

La automatización industrial (*automatización*: del griego antiguo *auto*, "guiado por uno mismo") es el uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para controlar maquinarias o procesos industriales. Como una disciplina de la ingeniería más amplia que un sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores, los transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar, controlar las operaciones de plantas o procesos industriales ^[1].



Figura II-1. Automatización Industrial
Fuente.- www.fabricantes-maquinaria-industral.es

2.2.2. Objetivos

- Mejorar los costos de producción de la empresa aumentando su productividad.
- Incrementar la seguridad del personal disminuyendo el trabajo pesado.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Proveer de cantidades suficientes de productos para aumentar su disponibilidad.

- Realizar un mantenimiento sencillo que sea accesible para el personal encargado del proceso, simplificando tiempo y recursos.
- Constituir una mejor gestión y una adecuada producción.

2.2.3. Tecnología empleadas en la automatización

Tecnologías empleadas en la automatización pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- ✓ Tecnología Cableada
- ✓ Tecnología Programada

2.2.3.1. Tecnología Cableada

Esta tecnología permite que el automatismo interconecte los elementos que integran el sistema mediante cables o hilos. El sistema funcionará de acuerdo a la forma en que sus componentes se encuentren conectados.

Esta fue la primera solución que se utilizó para crear autómatas industriales pero presenta varios inconvenientes.

Los dispositivos que utilizan tecnologías cableadas para la realización del automatismo son:

- ✓ Automatismos eléctricos a base de contactores.
- ✓ Mandos neumáticos, oleohidráulica
- ✓ Tarjetas electrónicas.

La tecnología cableada ha sido extensamente empleada, pero presenta los siguientes inconvenientes:

- ✓ Ocupa mucho espacio.
- ✓ Es poco flexible ante modificaciones o ampliaciones.
- ✓ Es difícil de mantener.
- ✓ No es útil en aplicaciones en controles complejos.

- ✓ Caros, debido al costo de sus componentes y a la gran cantidad de horas necesarias para el cableado ^[2].

2.2.3.2. Tecnología programada

Esta tecnología está basada en los microprocesadores es decir abarcando todo este campo y fortaleciendo en los últimos años dicha tecnología realizando cualquier tipo de automatizaciones. Los aparatos utilizados comúnmente para este propósito son:

- ✓ Las computadoras.
- ✓ Los PLC's.

Las computadoras, por su alta flexibilidad permiten modificar plenamente las acciones del proceso. Los cuales presentan una desventaja ya que por su diseño son altamente frágiles y muchas veces incapaces de trabajar en condiciones industriales por la hostilidad del ambiente que las empresas presentan.

El controlador lógico programable debido a su diseño siendo capaz de trabajar en ambientes industriales, valiéndose de algún tipo de ordenador y sus elementos, entre sus ventajas está todos los inconvenientes de la tecnología cableada.

La parte de control se realiza mediante la confección de un programa residente en la memoria de una unidad de control.

2.2.4. Partes Principales

2.2.4.1. Parte Operativa

Esta parte es la que forma el vínculo directo con la máquina haciendo que la misma realice las acciones deseadas a través de los distintos tipos de actuadores y pudiendo captar señales de los distintos sensores que intervienen a lo largo del proceso.

2.2.4.2. Parte de Mando

Generalmente lo conforman los controladores lógicos programables, aunque en otros casos también se han utilizado otros dispositivos como tarjetas electrónicas o módulos neumáticos. En una planta automatizada el PLC es el encargado de todo el proceso constituyendo así el centro de un sistema, por lo cual el mismo debe comunicarse con cada uno de los elementos que forman la planta automatizada.

2.2.5. Tipos de Automatización

Hay tres clases muy amplias de automatización industrial:

- ✓ Automatización Fija
- ✓ Automatización Programable
- ✓ Automatización Flexible.

2.2.5.1. Automatización Fija

Se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, y por tanto se puede justificar económicamente el alto costo del diseño de equipo especializado para procesar el producto, con un rendimiento alto y tasas de producción elevadas. Además de esto, otro inconveniente de la automatización fija es su ciclo de vida que va de acuerdo a la vigencia del producto en el mercado.

2.2.5.2. Automatización Programable

Se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producción a obtener. En este caso el equipo de producción es diseñado para adaptarse a las variaciones de configuración del producto; esta adaptación se realiza por medio de un programa (software).

2.2.5.3. Automatización Flexible

Es más adecuada para un rango de producción medio. Estos sistemas flexibles poseen características de la automatización fija y de la automatización programada.

Los sistemas flexibles suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo interconectadas entre sí por sistemas de almacenamiento y manipulación de materiales, controlados en su conjunto por una computadora [3].

2.3. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES (PLC)

2.3.1. Definición del PLC

Es un aparato electrónico que se puede operar de manera digital usando una memoria que puede ser programada para almacenar instrucciones de forma interna, encontramos funciones como secuenciales, lógicas, temporizadas y aritméticas para poder controlar mediante los módulos de entrada y salidas tanto analógicos como digitales diferentes tipos de máquinas o procesos.

En caso de utilizar una computadora para ejecutar las funciones de un controlador lógico programable, económicamente se lo puede considerar bajo el mismo rubro.

De forma general se define al PLC como una máquina electrónica que puede controlar en tiempo real y en condiciones industriales diferentes procesos de control.

2.3.2. Composición Interna del PLC

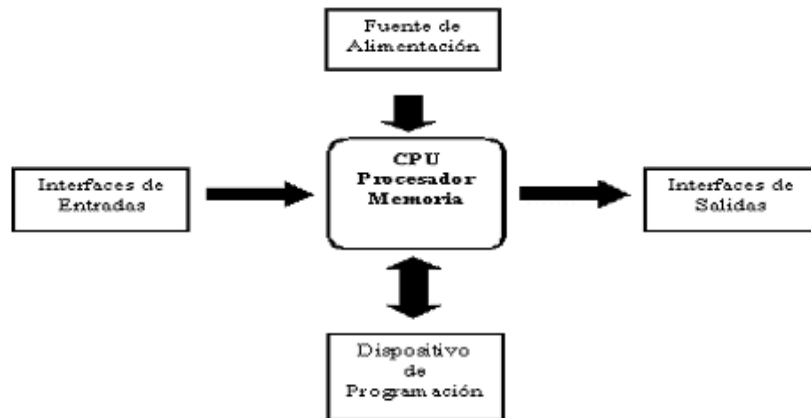


Figura II-2. Composición Interna del PLC
Fuente.- <http://es.scribd.com/doc/29338450/AUTOMATIZACION-INDUSTRIAL>

Mediante el dispositivo de programación se deberá ingresar el programa al almacenamiento del CPU o Procesador de Memoria.

La unidad central de procesos que viene conformando como el cerebro del PLC, se encarga de captar la información que viene desde el exterior mediante las interfaces de entrada y de acuerdo para lo que ha sido programado activará una salida.

Las interfaces de entrada y salida permiten la adaptación de señales a niveles que la Unidad Central de Procesos pueda entender.

2.3.3. Campos de Aplicación del PLC

Controlador Lógico Programable debido a cada característica que lo conforma posee un amplio campo de aplicación.

El avance tecnológico tanto de hardware y software va aumentando la utilización del PLC satisfaciendo necesidades de acuerdo a su rendimiento y a sus posibilidades reales.

Se utiliza principalmente en aquellos lugares donde sean necesarias todo tipo de maniobras de control por tanto el campo que el mismo abarca

va desde procesos de fabricación industrial hasta el control de pequeñas instalaciones.

Las pequeñas dimensiones, las grandes facilidades de montaje, la opción de almacenamiento de programas los cuales son utilizados posteriormente, también permitiendo modificarlos para que se ajusten a los requerimientos necesarios, hacen que su eficacia se pueda apreciar en los procesos que requieren reducir necesidades como: reducción de espacio, los cambios en los sistemas de producción, adaptabilidad a máquinas que contengan procesos variables, instalación de procesos complejos y amplios.

2.3.4. Ventajas del PLC

- ✓ Precisión en el control.
- ✓ Respuestas de mayor rapidez.
- ✓ Adaptación en sistemas complejos de control.
- ✓ Fácil programación.
- ✓ Proceso más seguro.
- ✓ Reducción en el espacio de instalación.
- ✓ Rápida instalación.
- ✓ Ahorro de energía.
- ✓ Optimización del mantenimiento.
- ✓ Reducción en la detección de averías.
- ✓ Reducción del tiempo para la creación de proyectos.
- ✓ Agregar modificaciones sin necesidad de elevar costos.
- ✓ Tienden a disminuir los costos de mantenimiento, operación e instalación.
- ✓ Centralizar los actuadores mediante un mismo autómata.

2.3.5. Desventajas del PLC

Entre las desventajas del controlador lógico programable (PLC) podemos encontrar:

- ✓ Las sustituciones o cambios presentan dificultades.
- ✓ Se requiere de mano de obra especializada para la detección de errores.
- ✓ Al producirse un problema el sistema tiende a detenerse por tiempo indefinido hasta que encontrar la falla que causó la avería.
- ✓ Personal altamente capacitado.
- ✓ Agrupa los procesos.
- ✓ Ambiente de trabajo apropiado.
- ✓ Los costos para tareas sencillas son elevados.

2.3.6. Clasificación del PLC

2.3.6.1. Nano

Casi siempre es un PLC de tipo compacto con una fuente integrada, CPU y entradas y salidas que se encuentran en el mismo, este es capaz de manejar un reducido número de entradas y salidas que generalmente es inferior a 100. Se puede adaptar módulos especiales y manipular entradas y salidas digitales.

2.3.6.2. Compactos

Los PLC Compactos posee una Fuente de Alimentación agregada, su procesador de memoria permite manejar módulos de entrada y salida en un módulo principal de esta manera puede manejar desde pocas entradas y salidas hasta varios cientos que oscilan alrededor de 500, posee un dimensionamiento mayor a los PLC Nano. Teniendo los algunos módulos como:

- ✓ Salidas Analógicas
- ✓ Entradas Analógicas
- ✓ Líneas de Comunicación

2.3.6.3. Modular

Los PLC modular por lo general son un conjunto de elementos que conforman el controlador final de tal modo que se tienen los siguientes:

- ✓ Fuente de Alimentación
- ✓ Unidas Central de Procesos
- ✓ Módulos de Entradas y Salidas
- ✓ Líneas de Comunicación.
- ✓ Conteo rápido.

2.4. TABLERO ELÉCTRICO

2.4.1. Definición

Se conoce como tablero eléctrico a la caja o gabinete en la que se encuentran los elementos de mando, conexión, protección, y señalización, con sus correspondientes soportes cumpliendo la función para la cual son destinados dentro del sistema eléctrico.

2.4.2. Tipos de tableros eléctricos

Según su ubicación en la instalación eléctrica, los tableros eléctricos se clasifican en:

- ✓ Tablero principal de distribución: Este tablero está conectado a la línea eléctrica principal y de él se derivan los circuitos secundarios. Este tablero contiene el interruptor principal.
- ✓ Tableros secundarios de distribución: Son alimentados directamente por el tablero principal. Son auxiliares en la protección y operación de subalimentadores.

- ✓ Tableros de paso: Tienen la finalidad de proteger derivaciones que por su capacidad no pueden ser directamente conectadas alimentadores o subalimentadores. Para llevar a cabo esta protección cuentan con fusibles.
- ✓ Gabinete individual del medidor: Este recibe directamente el circuito de alimentación y en él está el medidor de energía desde el cual se desprende el circuito principal.
- ✓ Tableros de comando: Contienen dispositivos de seguridad y maniobra [4].

2.4.3. Unidades de mando y señalización

La interacción que se debe tener entre la parte humana y la máquina centraliza las funciones necesarias para el operario permitiéndole controlar o vigilar el correcto desempeño del proceso.

El operario debe estar plenamente capacitado de forma que pueda darse cuenta de los sucesos y así responder de una manera rápida y eficaz a la solución de un determinado imprevisto.

2.4.3.1. Pulsadores

Son utilizados de manera general en mandos de arranque y de parada, al igual que en circuitos de seguridad.

Estos elementos pueden ser de un material metálico cromado para el servicio en ambientes que requieran de un servicio intensivo o constituido de plástico, para ambientes hostiles.



Figura II-3. Pulsadores

Fuente.- <http://es.scribd.com/doc/16155171/tableros-electricos>

2.4.3.2. Luces Piloto y Columnas

Permiten determinar la etapa de un proceso de forma óptica, indicando el estado del sistema.

- ✓ Columnas: Constituidos por elementos luminosos que muchas de las veces contienen un avisador acústico.
- ✓ Luz Piloto: Permite identificar mediante una luz las condiciones del sistema en el que se encuentra. Usualmente se la conoce como luz monitor.

2.4.4. Componentes y Aparatos Eléctricos

2.4.4.1. Contactores

Es un elemento electro-mecánico de mando, que puede ser operado a distancia y a su vez tiene una funcionalidad similar a la de un interruptor con la diferencia que este es gobernado a través del electroimán que lleva incorporado.

El contactor posee como elementos:

- a) Contactos principales: Su principal función es alimentar la parte de potencia.
- b) Contactos auxiliares: Su principal función es proveer a la bobina de la alimentación necesaria al igual que a dispositivos de mando y señalización.
- c) La bobina: Encargado de la apertura o cierre de contactos pudiendo ser estos auxiliares o principales.

2.4.4.2. Relé

Componente electrónico que es utilizado como dispositivo de control, cuya funcionalidad es similar a la de un interruptor que se activa por un electroimán. A un electroimán también se lo puede llamar bobina puesto que está compuesto

por una barra de hierro enrollada por un conductor, este se convierte en imán sólo al encontrarse corriente eléctrica circulando por el cable.

2.4.4.3. Breaker

Es un aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor o, en el que se ha producido un cortocircuito, con el objetivo de no causar daños a los equipos eléctricos. A diferencia de los fusibles, que deben ser reemplazados tras un único uso, el disyuntor puede ser rearmado una vez localizado y reparado el daño que causó el disparo o desactivación automática [5].

2.4.4.4. Fusibles

Los fusibles son dispositivos de seguridad para circuitos eléctricos que ofrecen un punto vulnerable que colapsa ante el aumento de tensión o intensidad en la corriente circulante, para proteger el circuito y los equipos que lo integren.

Los fusibles son dispositivos eléctricos conformados por un soporte y un filamento o lámina de metal, capaces de fundirse ante una subida de tensión o un cortocircuito, discontinuando el circuito, lo que evita riesgos de incendio o destrucción de los equipos [6].

2.4.4.5. Transformador

Los transformadores son dispositivos electromagnéticos estáticos que permiten partiendo de una tensión alterna conectada a su entrada, obtener otra tensión alterna mayor o menor que la anterior en la salida del transformador.

Permiten así proporcionar una tensión adecuada a las características de los receptores.

También son fundamentales para el transporte de energía eléctrica a largas distancias a tensiones altas, con mínimas pérdidas y conductores de secciones moderadas [7].

2.5. SENSORES

2.5.1. Definición

Un sensor o captador, como prefiera llamársele, no es más que un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, que seamos capaces de cuantificar y manipular.

2.5.2. Clasificación

Los sensores se clasifican según:

- ✓ Su principio de funcionamiento
- ✓ Según el tipo de señal que generan
- ✓ Según el nivel de integración
- ✓ Según el tipo de variable medida
- ✓ Según la presencia o proximidad del objeto

2.5.2.1. Su principio de funcionamiento

Encontramos dos tipos de sensores:

- ✓ Activos: Son aquellos que generan señales representativas de las magnitudes a medir en forma autónoma sin requerir de fuente alguna de alimentación.
- ✓ Pasivos: Son aquellos que generan señales representativas de las magnitudes a medir por intermedio de una fuente auxiliar.

2.5.2.2. Según el tipo de señal que generan

- ✓ Sensores Digitales: Son aquellos que frente a un estímulo pueden cambiar de estado ya sea de cero a uno o de uno a cero (hablando en términos de

lógica digital) en este caso no existen estados intermedios y los valores de tensión que se obtienen son únicamente dos 0V y 5V.

- ✓ Sensores Análogos: es aquel que, como salida, emite una señal comprendida por un campo de valores instantáneos que varían en el tiempo, y son proporcionales a los efectos que se están midiendo.



Figura II-4. Sensor Tipo Análogo

Fuente.- <http://es.slideshare.net/Edw1a/clasificacion-de-sensores>

- ✓ Sensores Temporales: Son aquellos que entregan una señal variable en el tiempo la cual puede ser una onda sinusoidal, triangular o cuadrada.

2.5.2.3. Según el nivel de integración

- ✓ Sensores Discretos: Sensor en el que el circuito de acondicionamiento se realiza mediante componentes electrónicos separados e interconectados entre sí.
- ✓ Sensores Integrados: Elemento sensor y circuito acondicionador (al menos este último) construidos en un único circuito integrado, monolítico o híbrido.
- ✓ Sensores Inteligentes: Realiza al menos una de las siguientes funciones:
 - Cálculos numéricos
 - Comunicación en red (No una punto a punto)
 - Auto calibración y autodiagnóstico
 - Múltiples medidas con identificación del sensor

2.5.2.4. Según el tipo de variable física medida

- ✓ Sensores mecánicos: Es un dispositivo capaz de variar su comportamiento debido a la acción de magnitudes físicas que pueden ser indirecta o directa.
- ✓ Sensores Eléctricos: Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas.
- ✓ Sensores Magnéticos: Se sirve del efecto Hall para la medición de campos magnéticos o corrientes o para la determinación de la posición.

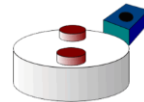


Figura II-5. Sensor Tipo Magnético

Fuente.- <http://es.slideshare.net/Edw1a/clasificacion-de-sensores>

- ✓ Sensores Térmicos: Se usan para la medición precisa de la temperatura, proporcionan una indicación visual o una señal de realimentación mecánica o eléctrica que puede ser utilizada en un sistema de lazo cerrado para permitir el control automático de procesos térmicos.
- ✓ Sensores Termoresistivos: También denominados termorresistencias, son dispositivos cuya resistencia cambia a medida que lo hace la temperatura.
- ✓ Sensores Piroeléctricos: También denominados termómetros de radiación, son dispositivos que miden indirectamente la temperatura a partir de la medición de la radiación térmica infrarroja que emiten los cuerpos calientes.
- ✓ Sensores Acústicos: Los micrófonos son los sensores que facilitan la conversión de una señal acústica en eléctrica. Dentro de estos tenemos: Capacitivo, Piezoeléctrico y Electrodinámico.

2.5.2.5. Según la presencia o proximidad del objeto

- ✓ Sensores Ultrasónicos: Los sensores ultrasónicos son interruptores electrónicos que trabajan sin contacto.



Figura II-6. Sensor Tipo Ultrasónico
Fuente.- <http://es.slideshare.net/Edw1a/clasificacion-de-sensores>

- ✓ Sensores Ópticos: Se basa en el aprovechamiento de la interacción entre la luz y la materia para determinar las propiedades de ésta ^[8].
- ✓ Sensores Inductivos: Sirve para detectar la presencia de objetos metálicos en un rango de distancia de 1 mm a unos 30 mm, aproximadamente, con una resolución del orden de décimas de milímetro.
- ✓ Sensores Capacitivos: Se suelen utilizar para detectar materiales no metálicos tales como vidrio, cerámica, plástico, madera, aceite, agua, cartón, papel, etc. ^[9].
- ✓ Sensores Final de Carrera: El final de carrera o sensor de contactor (también conocido como “interruptor de límite”) o limit switch, son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situado al final del recorrido de un elemento móvil.

Por ejemplo una cinta transportadora con el objeto de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito ^[10].



Figura II-7. Final de Carrera

Fuente.- <http://es.rs-online.com/web/p/interruptores-final-de-carrera/3081995/>

2.6. ACTUADORES

2.6.1. Definición

Es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “actuar” otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: Presión neumática, presión hidráulica, y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide) ^[11].

2.6.2. Clasificación de los Actuadores

Se clasifican en tres grandes grupos, según la energía que utilizan:

- ✓ Neumáticos: Los actuadores neumáticos el aire comprimido como fuente de energía y son muy indicados en el control de movimientos rápidos, pero de precisión limitada.
- ✓ Hidráulicos: Los motores hidráulicos son recomendables en los manipuladores que tienen una gran capacidad de carga, junto a una precisa regulación de velocidad.

- ✓ Eléctricos: Los motores eléctricos son los más utilizados, por su fácil y preciso control, así como por otras propiedades ventajosas que establece su funcionamiento, como consecuencia del empleo de la energía eléctrica ^[12].

2.7. SISTEMAS DE CONTROL

2.7.1. Definición

El sistema de control es un grupo de elementos conectados físicamente entre ellos, capaz de dirigir sus acciones por sus propios medios, es decir sin intervención de agentes exteriores exceptuando el agente humano, pudiendo corregir los errores que se encuentran presentes en su funcionamiento.

2.7.2. Sistema de control de lazo abierto

En este tipo de sistema el proceso solo actúa sobre la señal de entrada obteniendo como resultado la respectiva señal de salida la cual no se asemeja a la señal de entrada a pesar de ser basada en la primera. De tal forma que no es posible ajustar la acción de control ya que no hay retroalimentación.

Este sistema tiene a caracterizarse por su sencillez y su concepto de fácil entendimiento.

2.7.3. Sistema de control de lazo cerrado

Un sistema de control de lazo cerrado son aquellos que nos permite que la operación de control se encuentre de acuerdo a la señal de salida. Mediante el sistema de retroalimentación a partir del resultado final se ajustan cada una de las etapas de control produciendo así un circuito de lazo cerrado, el tipo de control en lazo cerrado se debe utilizar obligadamente cuando se tienen las siguientes situaciones:

- ✓ Cuando el agente humano no puede intervenir en el proceso.

- ✓ Cuando el hombre no puede manejar un sistema de producción a gran escala.
- ✓ Supervisar un proceso que es potencialmente peligroso y a que menor descuido ocasionado por cansancio o despiste del factor humano puede generar grandes daños.

Sus características son:

- ✓ Ser complejos, pero amplios en cantidad de parámetros.
- ✓ La salida se compara con la entrada y le afecta para el control del sistema.
- ✓ Su propiedad de retroalimentación.
- ✓ Ser más estable a perturbaciones y variaciones internas ^[13].

2.8. COMUNICACIÓN PLC Y LABVIEW

2.8.1. Definición de LABVIEW

Siendo un sistema de tipo comercial similar a los que utilizan C o BASIC está destinado al desarrollo de aplicaciones.

La diferencia de LabVIEW radica en que los lenguajes de programación anteriormente mencionados utilizan líneas de texto para poder crear el código fuente que utilizará el programa, mientras que LabVIEW posee un método de programación gráfico utilizado para crear programas que se basan principalmente en diagramas de bloques.

Labview es mayormente utilizado en los sistemas de medición, aplicaciones de control y también para el monitoreo de procesos, podríamos citar como ejemplo el monitoreo en los procesos de control industrial. Otro campo de aplicación es el procesamiento digital de señales tales como FFT, wavelets, TDH, etc. Para aplicaciones biomédicas se realiza el procesamiento de señales en tiempo real,

permiten también la manipulación de audio e imágenes, sistemas SCADA, HMI, entre otros.

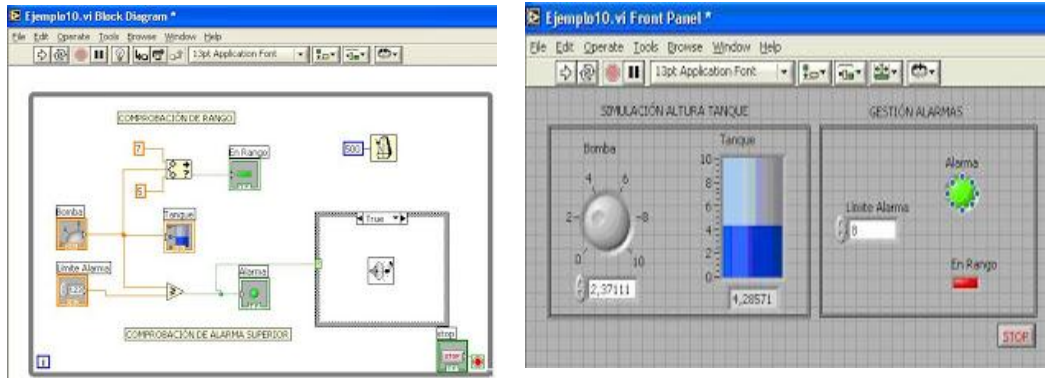


Figura II-8. Diagrama de bloques y Panel Frontal
Fuente.- <http://sandalabview.blogspot.com/2008/06/definicion.html>

2.8.2. Características

La facilidad de uso es una de las características esenciales de LabVIEW, útil tanto para personas con escasos conocimientos como para programadores expertos, se puede elaborar desde programas sencillos hasta programas complejos.

Se puede beneficiar de este software para hacer programas ya que es rápido. A los programas realizados en LabView se los llama instrumentos virtuales, se puede crear programas de miles de instrumentos virtuales para las aplicaciones complejas, programas de automatización, combinar nuevos instrumentos virtuales en los proyectos con ya instrumentos virtuales creados, entre otros.

Para optimizar el rendimiento y la eficacia del programa se debe realizar una buena programación.

Posee una facilidad en el manejo de, puerto serie y paralelo, interfaces de comunicación, OPC, VXI, UDP, GPIB, TCP/IP, PXI, USB, Irda, DataSocket, Bluetooth.

Tiene la capacidad de interactuar con otras aplicaciones y lenguajes:

- ✓ Matlab/Simulink
- ✓ DLL: librerías de funciones
- ✓ .NET
- ✓ Multisim
- ✓ SolidWorks
- ✓ AutoCAD
- ✓ Para el análisis digital de señales se usa herramientas gráficas y textuales.
- ✓ Manejo de gráficas y visualización con datos dinámicos.
- ✓ Tratamiento y adquisición de imágenes.
- ✓ Control de movimiento.
- ✓ Tiempo Real estrictamente hablando.
- ✓ Para control o validación se usa la programación de FPGAs.
- ✓ Sincronización entre dispositivos ^[14].

2.8.3. Servidor OPC

Es una aplicación de software que permite una comunicación con una o más fuentes de datos utilizando PLC's, Módulos de entradas y salidas, controladores, entre otros.

Permite una comunicación con Clientes OPC como SCADAs, HMIs. En una comunicación Cliente/Servidor se tiene que el Servidor es el esclavo y el Cliente cumple la función de maestro.

El intercambio de datos ente cliente/servidor se realizan bidireccionalmente, es decir que los clientes pueden acceder a la lectura y escritura en los dispositivos mediante el servidor.

2.8.4. Clases de Servidor OPC

Podemos encontrar 4 diferentes clases de servidores OPC, los cuales son los siguientes:

- ✓ Servidor OPC DA: Transmite los datos en tiempo real.
- ✓ Servidor OPC HDA: Provee al cliente OPC de datos.
- ✓ Servidor OPC A&E Server: Transfiere eventos y alarmas hacia el Cliente OPC.
- ✓ Servidor OPC UA: Los datos con los que se puede relacionar son muy amplios, permitiendo que trabaje con cualquier dato.

A las 3 primeras clases de Servidores OPC se les denomina Servidores OPC "Clásicos", pudiendo distinguirlos del OPC UA.

2.9. MÉTODOS DE PROGRAMACIÓN

2.9.1. Ladder

También conocido como lenguaje en escalera, es un tipo de programación de modo gráfico que ha ido ganando terreno dentro de los PLC's puesto que el mismo se basa en esquemas eléctricos clásicos de control. A partir de esto todo técnico eléctrico se adaptará a este lenguaje de programación con un mínimo conocimiento de sistemas de control.

Su ventaja radica en que los símbolos que se utilizan están normalizados por las normas NEMA que las utilizan todos los fabricantes.

2.9.2. Grafcet

Los principales fabricantes de autómatas entre los más representativos se encontraban Telemecanique y Aper.

Hoy en día es una herramienta muy útil cuando se trata de la automatización de procesos que por el hecho de ser secuenciales tiene un cierto grado de complejidad al utilizar los autómatas programables.

El Grafcet es un diagrama funcional capaz de describir cómo va evolucionando el proceso que se requiera automatizar. Se puede definir mediante elementos

gráficos y reglas de evolución que son capaces de mostrar la dinámica del sistema y su comportamiento.

Todos los automatismos de tipo secuencial o concurrente se pueden formar en una serie de etapas y sub etapas de las mismas dentro de las cuales se realiza una serie de acciones, también se tiene una serie de transiciones que vienen a ser las condicionales que se deben cumplir para poder pasar de una etapa a otra. Los estados del sistema son representados por cada una de las etapas por las cuales está conformado.

Para representar una etapa se utiliza un cuadrado que en su interior lleva un número o símbolo para poder identificarlo pero las etapas iniciales son representadas siempre por un cuadrado de doble línea.

Siempre al recorrer el gráfico por alguno de los caminos posibles se debe alternar una etapa y una transición para las acciones que conllevan en cada etapa se representa con un rectángulo donde se pone el tipo de acción que se debe realizar, cada etapa puede tener varias acciones por lo que se debe poner cada una de ellas.

En cuanto a las líneas de evolución su orientación siempre será de arriba hacia abajo con la excepción de que se representen con una flecha que indica su dirección, en el caso de que existe cruce de las líneas de evolución de interpretarse que estas no se encuentran unidas.

Las transiciones se representan cada una de las condiciones lógicas necesarias para poder finalizar las acciones que tengan que ver con una etapa y se inicie la siguiente gráficamente se representan como una línea que se encuentra cruzada en las líneas de evolución.

2.10. FIBROCEMENTO

2.10.1. Definición

Es un material empleado para la construcción, que en su constitución básica es una mezcla de un aglomerante inorgánico hidráulico (cemento) o un aglomerante de silicato de calcio que se da debido a la reacción química del material silíceo y un material calcáreo, fortalecido con fibras orgánicas e inorgánica sintéticas y minerales.

Es utilizado para la elaboración de un gran número de estructuras.

2.10.2 Fabricación

Se utilizaba el amianto como fibra de refuerzo, en la fabricación original del fibrocemento pero al realizar las patentes los problemas de asbestosis que éste ocasionaba, se fue dejando lentamente su uso en los diferentes países.

Se ha pretendido suplantarlo el asbesto por varios tipos de fibras, como de celulosa, de vidrio, o vinílicas. Pero se ha tenido un éxito parcial en esta sustitución y todo tipo de tubos, los cuales se fabricaban a través del centrifugado del material, no se logró ser reproducidos con celulosa, por ende se dejó su uso.

En la actualidad se empezó a usar fibra de vidrio la misma que brinda un mayor refuerzo al polipropileno que fue el material reemplazado en el instante que ya no se utilizó el amianto.

2.10.3. Características

Posee la característica de ser impermeables las placas fabricadas de fibrocemento al igual se puede cortar y perforar. Su principal uso es en diversas construcciones como un tipo de material para acabados. Al igual se emplea como recubrimiento de exteriores, en forma de tuberías, entre otros.

Se utilizaba en la elaboración de naves ganaderas y almacenes debido a que es un material ligero y relativamente económico. Las placas hechas con este tipo de material son de forma lisa u ondulada en una variedad de longitudes, también se fabrican piezas de variadas formas.

La destrucción de materiales hechos en fibrocemento y contengan asbestos, es muy peligrosa por las microfibras que este contiene y al momento de ser inhaladas aumentan el riesgo de cáncer de pleura entre otras enfermedades.

2.10.4. Usos

Se puede emplear en las siguientes construcciones:

- ✓ Para las cubiertas se usa planchas onduladas.
- ✓ Para naves ganaderas se usa paneles tipo Sándwich.
- ✓ Para acabados de las construcciones se usa chimeneas.
- ✓ Para fachadas ventiladas se tiene los paneles.
- ✓ Para el riego o dotación de agua potable se usa los tubos de agua o presión.

CAPÍTULO III

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

3.1. INTRODUCCIÓN

Para iniciar con el presente proyecto se tomó en cuenta cada uno de los parámetros requeridos por la empresa TUBASEC C.A. para el proceso de desmoldeo de láminas de techo, determinando cada uno de los pasos para el correcto funcionamiento del sistema.

Se evaluó las condiciones físicas y eléctricas que intervienen en el proceso, estableciendo así los aspectos necesarios para la realización del diseño.

La parte eléctrica es importante debido a la etapa de control que se encuentra presente en la misma, al igual se puede destacar la utilización de circuitos impresos para disminuir la cantidad de cables que provienen del tablero a la máquina.

3.1.1. Proceso

El proceso de desmoldeo de láminas de techo es esencial en la producción de las mismas por lo cual la máquina desmoldeadora debe realizar lo siguiente:

1. Mediante una banda transportadora ingresa un paquete conformado por 26 moldes y 25 láminas la máquina encargada del proceso de desmoldeo que está conformada por un pórtico, un coche de traslación, 2 ventosas que suben y bajan.
2. El inicio de la máquina se da cuando las ventosas se encuentran en la parte superior, el coche de traslación de lado derecho (posición frontal) y los blowers tanto de lámina y molde se encuentren encendidos y un sensor inductivo activado.
3. La ventosa N.1 correspondiente al molde bajará hasta que haga contacto con el molde esperando un tiempo de 2s hasta que el blower succione el mismo para luego comenzar a subir hasta hacer contacto con el final de carrera superior.
4. Se trasladará el coche hacia el lado izquierdo hasta hacer contacto con el final de carrera.
5. La ventosa N.1 y N.2 bajarán y subirán de forma simultánea lo cual se divide en dos subrutinas:
 - ✓ La N.1 bajará por un tiempo de 3s al finalizar esto cerrará la tapa del blower por un lapso de 2s impidiendo el paso del aire para generar un efecto de vacío permitiendo soltar el molde y comenzar a subir.
 - ✓ La N.2 correspondiente a la lámina bajará hasta que haga contacto con la lámina esperando un tiempo de 2s hasta que el blower succione la misma para luego comenzar a subir hasta hacer contacto con el final de carrera superior.

6. Se trasladará el coche hacia el lado derecho hasta hacer contacto con el respectivo final de carrera.
7. La ventosa N.1 y N.2 bajarán y subirán de forma simultánea lo cual se divide en dos subrutinas:
 - ✓ La N.1 correspondiente al molde bajará hasta que haga contacto con el molde esperando un tiempo de 2s hasta que el blower succione el mismo para luego comenzar a subir hasta hacer contacto con el final de carrera superior.
 - ✓ La N.2 bajará por un tiempo de 3s al finalizar esto cerrará la tapa del blower por un lapso de 2s impidiendo el paso del aire para generar un efecto de vacío permitiendo soltar la lámina y comenzar a subir.
8. El ciclo es repetitivo a partir del paso 4 hasta que el sensor inductivo ubicado en la parte inferior del paquete indique la falta del mismo.

3.1.2. Componentes y materiales

3.1.2.1. Consideraciones para la selección del PLC

Para la selección correcta del PLC se debe tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ El número de señales de entrada y de salida que son capaces de manejar, y la complejidad de operaciones que es capaz de realizar. Tanto las señales de entrada como las de salida, pueden ser analógicas y/o digitales.
- ✓ Suele ser conveniente destinar un porcentaje de reserva tanto de entradas como de salidas para futuras expansiones.

- ✓ La mayoría de PLC poseen la característica de ser modulares y compactos. Los modulares suelen tener la CPU, la fuente de alimentación y los módulos de entrada y salida por separado mientras que los compactos incluyen una CPU, una fuente interna y un número mínimo de entradas y salidas contando con unidades de expansión que nos permiten ampliar el número de las mismas.
- ✓ El PLC debe estar en la capacidad de comunicarse con protocolos estándar al software instalado en la computadora.

3.1.2.2. Consideraciones para la selección de los sensores de proximidad

A partir de las características mencionadas se puede establecer los criterios indicados en la Tabla III.1 como guía para la elección correcta del tipo de detector de proximidad.

Tabla III-I. Criterios para la selección de un sensor de proximidad

MATERIAL		DISTANCIA	TIPO DE DETECTOR
Sólido	Metálico	< 50 mm	Inductivo
		> 50 mm	Ultrasónico u Óptico
	No Metálico	< 50 mm	Capacitivo
		> 50 mm	Ultrasónico u Óptico
Polvo Granulado	Metálico	< 50 mm	Inductivo
		> 50 mm	Ultrasónico
	No Metálico	< 50 mm	Capacitivo
		> 50 mm	Ultrasónico
Líquido	Transparente	< 50 mm	Capacitivo
		> 50 mm	Ultrasónico
	Opaco	< 50 mm	Capacitivo
		> 50 mm	Óptico

Fuente.- DANERI, P. (2008), PLC Automatización y Control Industrial

3.1.2.3. Ventajas y Desventajas de los sensores de proximidad

Por otra parte la Tabla II-2 resume algunas ventajas, desventajas y aplicaciones de los diferentes sensores de proximidad ^[15].

Tabla III-II. Ventajas, desventajas y aplicaciones de los sensores de proximidad

DETECTOR	VENTAJAS	DESVENTAJAS	APLICACIONES
Final de carrera	Manejo de alta corriente de salida. Bajo costo. Simple instalación y conexionado.	Requiere contacto físico con el objeto a detectar. Respuesta muy lenta. Rebote de contacto.	Sensado básico de límites.
Óptico	Detecta toda clase de materiales. Larga vida útil. Captación a gran distancia. Respuesta rápida.	Contaminación de los lentes. Rango de detección afectada por el color y la reflectividad del objeto.	Manejo de material. Empaquetado. Detección de partes.
Capacitivo	Capacidad para detectar objetos no metálicos.	Sensible a cambios ambientales.	Detección de nivel
Ultrasónico	Detección de todo tipo de materiales.	Baja resolución y repetitibilidad. Sensible a cambios de temperatura.	Sistemas anticolidión. Puertas. Control de nivel.

Fuente.- DANERI, P. (2008), PLC Automatización y Control Industrial

3.1.3. Selección de los Dispositivos de Control

Los siguientes dispositivos serán utilizados en la parte de control, teniendo los siguientes:

PLC

Tabla III-III. Especificaciones del PLC

Cantidad	1
Marca	Schneider Electric
Modelo	TWDLCAE40DRF
Tipo	Compacto
Voltaje de alimentación	110 – 240 VCA
Número de entradas	24
Número de salidas	2 por transistor y 14 por relé
Tipo de Red	Ethernet

Fuente.- Los Autores

Al comparar este tipo de PLC con otras marcas tenemos los siguientes inconvenientes:

- **Siemens:** Su alta confiabilidad lo hace costoso y su software STEP 7 tiene un tiempo lento de actualización en la pantalla del programa del PLC.
- **Allan Bradley:** No tiene clones así que una vez realizado el proyecto con este PLC no hay posibilidad de migración de marca ^[16].

CONTACTORES

Para obtener la corriente de arranque que pasará por el contactor se debe multiplicar 1.25 por la corriente nominal de motor para la sección del cable que el contactor absorbe al arranque.

Tabla III-IV. Especificaciones de los Contactores (Motores 1 y 2)

Cantidad	2
Marca	Schneider Electric
Modelo	LC1D12A
Voltaje de alimentación	110 VCA
Corriente	Cargas inductivas 12 A Cargas Resistivas 25 A
Rango máximo de HP	440 V, 7.5 HP
Relé Térmico	LDR16 Amp. Min: 9 A Amp. Max: 13 A

Fuente.- Los Autores

Tabla III-V. Especificaciones del Contactor (Motor 3)

Cantidad	1
Marca	Schneider Electric
Modelo	LC1D25A
Voltaje de alimentación	110 VCA
Corriente	Cargas inductivas 25 A Cargas Resistivas 40 A
Rango máximo de HP	440 V, 15 HP
Relé Térmico	LDR22 Amp. Min: 16 A Amp. Max: 24 A

Fuente.- Los Autores

Los motores a controlar poseen las siguientes características:

Motor Transmisión del coche



Figura III-9. Motor Transmisión del Coche

Fuente.- http://chengjinmachinery.en.alibaba.com/product/314257646-209344893/Y_motor_Y160M1_2_11KW_15HP_.html

Corriente Nominal: 19 A

Voltaje Nominal: 440 V

Potencia Nominal: 15 HP

R.P.M.: 2750

Factor de potencia: 0.88

η : 87.2%

Motores de los Blowers



Figura III-10. Motor Blower
Fuente.- Los Autores

Corriente Nominal: 8 A

Voltaje Nominal: 440 V

Potencia Nominal: 5 HP

R.P.M.: 3480

Factor de potencia: 0.86

η : 71.1%

TRANSFORMADOR

El transformador utilizado es de tipo reductor de 440 a 120V el cual posee las siguientes características:

Tabla III-VI. Especificaciones del Transformador

Cantidad	1
Marca	General Electric
Modelo	9T58K2813
Potencia Activa	1.5KVA

Fuente.-Los Autores

Tabla III-VII. Voltaje de Entrada y Salida del Transformador

Input Voltage	Output Voltage
240	120
240	240
480	240
480	120

Fuente.- http://www.temcoindustrialpower.com/products/Transformers_-_General/GT1183.html

Posee los siguientes tipos de conexión:



Figura III.11 Tipos de Conexión

Fuente.- Los Autores

CONDUCTORES PARA LOS MOTORES

El circuito que alimenta a un motor se dimensiona siguiendo el siguiente criterio:

- Los conductores que alimentan un motor deben tener una capacidad no menor a un 125% de la corriente a plena carga del motor ^[17].
- Circuitos que alimentan un grupo de motores en régimen permanente la potencia de los conductores debe ser como mínimo la suma de las corrientes nominales de los motores más un 25% de la corriente nominal del motor de mayor potencia perteneciente al grupo ^[17].

Motor Transmisión del coche

$$I_L = \frac{P_U}{\sqrt{3} * V_L * \eta * \cos \phi}$$

Donde:

I_L = Intensidad absorbida por el motor

P_U = Potencia de placa

V_L = Voltaje de línea

η = Rendimiento

$\cos \phi$ = Factor de potencia

$$I_L = \frac{11190 \text{ w}}{\sqrt{3} * 440 \text{ V} * 0.872 * 0.88}$$

$$I_L = \frac{11190 \text{ w}}{584.8068 \text{ V}}$$

$$I_L = 19.1345 \text{ A}$$

A la corriente I_L se debe aumentar el 25% de la misma para que pueda soportar la corriente de arranque.

$$I_L = 19.1345 \text{ A} * 1.25$$

$$I_L = 23.9181 \text{ A}$$

Con la corriente anteriormente encontrada buscamos en el catálogo de conductores el número de conductor que vamos a utilizar.

CABLES DE COBRE, TIPOS TF Y TW - 600V - 60°C

CODIGO CABLEC	C O N D U C T O R					ESPESOR DE AISLAM.	DIAMETRO EXTERIOR APROX.	PESO TOTAL APROX.	CAPACIDAD CONDUCCION		TIPO
	CALIBRE	# HILOS	SECCION APROX.	DIAMETRO APROX.	PESO APROX.				*	**	
									Amp.	Amp.	
BA 20	20	1	0.52	0.81	4.62	0.76	2.33	9.79	6	7	TF
BA 18	18	1	0.82	1.02	7.29	0.76	2.54	13.15	6	7	TF
BA 16	16	1	1.31	1.29	11.65	0.76	2.81	18.40	8	10	TF
BA 14	14	1	2.08	1.63	18.49	0.76	3.15	26.36	20	25	TW
BA 12	12	1	3.31	2.05	29.43	0.76	3.57	38.69	25	30	TW
BA 10	10	1	5.26	2.59	46.76	0.76	4.11	57.60	30	40	TW
BA 08	8	1	8.37	3.26	74.41	1.14	5.54	96.16	40	60	TW
-	14	7	2.08	1.88	19.05	0.76	3.40	29.38	21	26	TW
-	12	7	3.31	2.36	30.31	0.76	3.88	42.52	26	31	TW
-	10	7	5.26	2.97	48.16	0.76	4.49	62.76	31	41	TW
BF 08	8	7	8.37	3.70	75.90	1.14	5.98	104.32	41	62	TW
BF 06	6	7	13.30	4.65	120.60	1.52	7.69	168.90	57	82	TW
BF 04	4	7	21.12	5.86	191.51	1.52	8.92	249.44	70	105	TW
BF 02	2	7	33.54	7.41	304.13	1.52	10.45	374.04	95	140	TW
BG 10	1/0	19	53.52	9.45	485.31	2.03	13.51	599.30	125	195	TW
BG 20	2/0	19	67.35	10.65	610.72	2.03	14.71	736.63	145	225	TW
BG 30	3/0	19	84.91	11.95	769.95	2.03	16.01	908.77	165	260	TW
BG 40	4/0	19	107.41	13.40	973.97	2.03	17.46	1127.18	195	300	TW
BH 25	250	37	126.37	14.55	1157.13	2.41	19.37	1352.79	215	340	TW
BH 30	300	37	151.85	15.95	1390.44	2.41	20.77	1602.25	240	375	TW
BH 35	350	37	177.28	17.23	1623.30	2.41	22.05	1849.88	260	420	TW
BH 40	400	37	203.19	18.45	1860.55	2.41	23.27	2101.20	280	455	TW
BH 50	500	37	252.89	20.65	2315.64	2.41	25.47	2581.67	320	515	TW
BH 60	600	37	303.18	22.61	2776.13	2.79	28.19	3115.36	355	575	TW
BI 60	600	61	303.18	22.68	2776.13	2.79	28.26	3112.22	355	575	TW
BI 70	700	61	353.95	24.43	3241.01	2.79	30.01	3600.19	385	630	TW
BI 75	750	61	380.81	25.34	3453.11	2.79	30.92	3824.30	400	655	TW
BI 80	800	61	404.31	26.11	3666.20	2.79	31.69	4047.55	410	680	TW
BI 10	1000	61	507.74	29.26	4604.08	2.79	34.84	5026.99	455	780	TW

Figura III-12. Catálogo de Conductores 1

Fuente.- CABLEC. (1999), Catálogo de conductores eléctricos y telefónicos.

El conductor a utilizar será cable de cobre tipo TW de calibre #12

Motores de los Blowers

$$I_L = \frac{P_U}{\sqrt{3} * V_L * \eta * \cos \phi}$$

Donde:

I_L = Intensidad absorbida por el motor

P_U = Potencia de placa

V_L = Voltaje de línea

η = Rendimiento

$\cos \phi$ = Factor de potencia

$$I_L = \frac{3730 w}{\sqrt{3} * 440 V * 0.711 * 0.86}$$

$$I_L = \frac{3730 w}{465.9951 V}$$

$$I_L = 8.0044 A$$

A la corriente I_L se debe aumentar el 25% de la misma para que pueda soportar la corriente de arranque.

$$I_L = 8.0044 A * 1.25$$

$$I_L = 10.0055 A$$

Con la corriente anteriormente encontrada buscamos en el catálogo de conductores el número de conductor que vamos a utilizar.

CABLES DE COBRE, TIPOS TF Y TW - 600V - 60°C

CODIGO CABLEC	C O N D U C T O R					ESPESOR DE AISLAM	DIAMETRO EXTERIOR APROX.	PESO TOTAL APROX.	CAPACIDAD CONDUCCION		TIPO
	CALIBRE	# HILOS	SECCION APROX.	DIAMETRO APROX.	PESO APROX.				*	**	
									Avg o MCM	mm ²	
BA 20	20	1	0.52	0.81	4.62	0.76	2.33	9.79	6	7	TF
BA 18	18	1	0.82	1.02	7.29	0.76	2.54	13.15	6	7	TF
BA 16	16	1	1.31	1.29	11.65	0.76	2.81	18.40	8	10	TF
BA 14	14	1	2.08	1.63	18.49	0.76	3.15	26.36	20	25	TW
BA 12	12	1	3.31	2.05	29.43	0.76	3.57	38.89	25	30	TW
BA 10	10	1	5.26	2.59	46.76	0.76	4.11	57.80	30	40	TW
BA 08	8	1	8.37	3.26	74.41	1.14	5.54	96.16	40	60	TW
-	14	7	2.08	1.88	19.05	0.76	3.40	29.38	21	26	TW
-	12	7	3.31	2.36	30.31	0.76	3.88	42.52	26	31	TW
-	10	7	5.26	2.97	48.16	0.76	4.49	62.76	31	41	TW
BF 08	8	7	8.37	3.70	75.90	1.14	5.98	104.32	41	62	TW
BF 06	6	7	13.30	4.65	120.60	1.52	7.69	168.90	57	82	TW
BF 04	4	7	21.12	5.88	191.51	1.52	8.92	249.44	70	105	TW
BF 02	2	7	33.54	7.41	304.13	1.52	10.45	374.04	95	140	TW
BG 10	1/0	19	53.52	9.45	485.31	2.03	13.51	599.30	125	195	TW
BG 20	2/0	19	67.35	10.65	610.72	2.03	14.71	736.63	145	225	TW
BG 30	3/0	19	84.91	11.95	769.95	2.03	16.01	908.77	165	260	TW
BG 40	4/0	19	107.41	13.40	973.97	2.03	17.46	1127.18	195	300	TW
BH 25	250	37	126.37	14.55	1157.13	2.41	19.37	1352.79	215	340	TW
BH 30	300	37	151.85	15.95	1390.44	2.41	20.77	1602.25	240	375	TW
BH 35	350	37	177.28	17.23	1623.30	2.41	22.05	1849.88	260	420	TW
BH 40	400	37	203.19	18.45	1860.55	2.41	23.27	2101.20	280	455	TW
BH 50	500	37	252.89	20.65	2315.64	2.41	25.47	2581.67	320	515	TW
BH 60	600	37	303.18	22.61	2776.13	2.79	28.19	3115.36	355	575	TW
BI 60	600	61	303.18	22.68	2776.13	2.79	28.26	3112.22	355	575	TW
BI 70	700	61	353.95	24.43	3241.01	2.79	30.01	3600.19	385	630	TW
BI 75	750	61	380.81	25.34	3453.11	2.79	30.92	3824.30	400	655	TW
BI 80	800	61	404.31	26.11	3666.20	2.79	31.69	4047.55	410	680	TW
BI 10	1000	61	507.74	29.26	4804.08	2.79	34.84	5026.99	455	780	TW

Figura III-13. Catálogo de Conductores 2

Fuente.- CABLEC. (1999), Catálogo de conductores eléctricos y telefónicos.

El conductor a utilizar será cable de cobre tipo TW de calibre #14.

BREAKERS

BREAKERS PARA MONTAJE EN RIEL			
REF.	N° POLOS	KA/230V	V. MAX
09800	1X1A	5KA	277VAC
09802	1X2A	5KA	277VAC
09804	1X3A	5KA	277VAC
09806	1X4A	5KA	277VAC
09808	1X6A	5KA	277VAC
09810	1X10A	5KA	277VAC
09812	1X16A	5KA	277VAC
09814	1X20A	5KA	277VAC
09816	1X25A	5KA	277VAC
09818	1X32A	5KA	277VAC
09820	1X40A	5KA	277VAC
09822	1X50A	5KA	277VAC
09824	1X63A	5KA	277VAC
09826	2X1A	5KA	480VAC
09828	2X2A	5KA	480VAC
09830	2X4A	5KA	480VAC
09832	2X6A	5KA	480VAC
09834	2X10A	5KA	480VAC
09836	2X16A	5KA	480VAC
09838	2X20A	5KA	480VAC
09840	2X25A	5KA	480VAC
09842	2X32A	5KA	480VAC
09844	2X40A	5KA	480VAC
09846	2X50A	5KA	480VAC
09854	3X4A	5KA	480VAC
09856	3X6A	5KA	480VAC
09858	3X10A	5KA	480VAC
09860	3X16A	5KA	480VAC
09862	3X20A	5KA	480VAC
09864	3X25A	5KA	480VAC
09866	3X32A	5KA	480VAC
09868	3X40A	5KA	480VAC
09870	3X50A	5KA	480VAC
09872	3X63A	5KA	480VAC

Figura III-14. Tipos de Breakers

Fuente.- <http://www.constantinodelgado.com/catalogosgratis/catalogo-de-productos-electricos-electricas-bogota/productos-electricos-0030>

Para el motor de la transmisión del coche el breaker será de 3 polos 25A debido a que la corriente de arranque es igual 23.91 A.

Para los motores de los blowers los breakers serán de 3 polos 16 A debido a que la corriente de arranque es igual 10 A.



Figura III-15. Breakers Trifásicos

Fuente.- Los Autores

El breaker de entrada de 110 V se dimensionó acorde a la salida de la fuente que se necesita para los sensores la cual es de 2A 24V, por ello se puso un breaker de 4A para utilizarlo como on/off.

También se incluyeron fusibles tipo cartucho de 2A 110 V para proteger las salidas del PLC.



Figura III-16. Breaker Bifásico
Fuente.- Los Autores

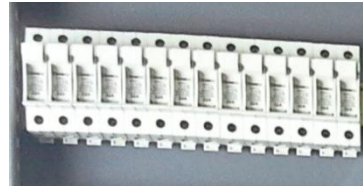


Figura III-17. Portafusibles y Fusibles
Fuente.- Los Autores

VARIADOR DE FRECUENCIA

El variador de frecuencia se encarga de regular la velocidad del motor de la transmisión de 60 Hz a 20 Hz para así tener un giro lento y que el coche recorra de derecha a izquierda y viceversa.

Tabla III-VIII. Especificaciones del Variador de Frecuencia

Cantidad	1
Marca	Danfoss
Modelo	VLT 6000 HVAC
Potencia Max	30 HP
Potencia Min	11 kw

Fuente.- Los Autores



Figura II-18. Variador de Frecuencia
Fuente.- Los Autores

Unidad de control LCP

La parte delantera del convertidor de frecuencia dispone de un panel de control – LCP (Panel de control local). Se trata de una completa interfaz para el funcionamiento y programación del convertidor.

Las funciones del panel de control se dividen en cinco grupos:

1. Display
2. Teclas para cambiar de modo de pantalla
3. Teclas para cambiar los parámetros de programación
4. Luces indicadoras
5. Teclas para funcionamiento local

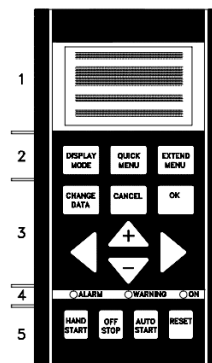


Figura III-19. Unidad de Control LCP
Fuente.- Manual-funcionamiento.pdf

Diagrama de Conexión

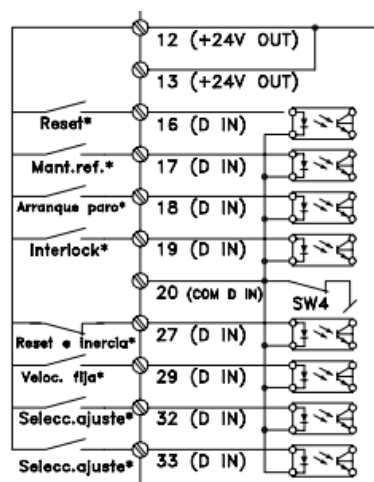


Figura III-20. Diagrama de Conexión
Fuente.- Manual-funcionamiento.pdf

Ajustes de los siguientes parámetros:

Menú rápido

La tecla [QUICK MENU] facilita acceso a los parámetros de ajuste del convertido de frecuencia. Después de programar el convertidor, estará listo para funcionar.

Nº elem. de Menú rápido	Nombre de parámetro	Descripción
1	001 Idioma	Selecciona el idioma utilizado en el display.
2	102 Potencia del motor	Ajusta las características de salida del convertidor a partir del tamaño en kW del motor.
3	103 Tensión del motor	Ajusta las características de salida del convertidor a partir de la tensión del motor.
4	104 Frecuencia del motor	Ajusta las características de salida del convertidor a partir de la frecuencia nominal del motor. Generalmente es igual a la frecuencia de línea.
5	105 Velocidad nominal del motor	Ajusta las características de salida del convertidor a partir de la corriente nominal en amperios del motor.
6	106 Velocidad nominal del motor	Ajusta las características de salida del convertidor a partir de la velocidad nominal con carga máxima del motor.
7	201 Límite inferior de frecuencia de salida	Ajusta la frecuencia mínima controlada a la que puede funcionar el motor.
8	202 Límite superior de frecuencia de salida	Ajusta la frecuencia máxima controlada a la que puede funcionar el motor.
9	206 Tiempo de aceleración	Ajusta el tiempo necesario para acelerar el motor de 0 Hz a su frecuencia nominal ajustada en el elemento 4 del Menú rápido.
10	207 Tiempo de deceleración	Ajusta el tiempo necesario para decelerar el motor de la frecuencia nominal ajustada en el elemento 4 del Menú rápido a 0 Hz.

Figura III-21. Menú Rápido
Fuente.- Manual-funcionamiento.pdf

Tiempo de desaceleración: 3s

Tiempo de aceleración: 5s

Límite inferior de frecuencia de salida: 20 Hz

Límite superior de frecuencia de salida: 60 Hz

Menú Extendido

En la tabla siguiente se incluyen las opciones para programar las entradas. Las entradas digitales requieren una señal de 0 o 24 V CC. Una señal inferior a 5 V CC es un '0' lógico, mientras que una señal superior a 10 V CC es un '1' lógico.

Entradas digitales	Nº terminal parámetro	16 300	17 301	18 302	19 303	27 304	29 305	32 306	33 307
Valor:									
Sin función	(SIN OPERACIÓN)	[0]	[0]	[0]	[0]		[0]	[0]*	[0]*
Reinicio	(RESET)	[1]*	[1]				[1]	[1]	[1]
Parada por inercia	(INERCIA)						[0]*		
Reset y paro por inercia	(RESET E INERCIA)						[1]		
Arranque	(ARRANQUE)				[1]*				
Cambio de sentido	(CAMBIO SENTIDO)						[1]*		
Arranque y cambio de sentido	(ARRANQ.+CAMB.SENT)						[2]		

★ = Ajuste de fábrica. () = Texto del display [] = Valor utilizado en comunicaciones mediante el puerto serie.

Figura III-22. Menú Extendido
Fuente.- Manual-funcionamiento.pdf

Tabla III-IX. Materiales utilizados para el tablero de control

Relés de 110 Vac	14
Borneras Tipo Puente #12 y #16	1 Caja
Maraquillas Para Conductores	2 Cajas de cada número
Conductor 14 AWG	3 Cajas (rojo, azul y blanco)
Conductor 12 AWG	1 caja (negro)
Cable concéntrico de 4 hilos	15 m
Riel DIN	4m
Canaleta	5m (60*60) y 3m (60*40)
Botón de Inicio y Paro	1
Selectores	9
Luces Piloto	3
Fusibles y Porta-fusibles	15
Breaker Trifásico	3
Breaker Bifásico	1
Disyuntor de Potencia NM1-100H	1
Barras de cobre	3 m
Conectores Tipo Pie	30
Aisladores para barra de cobre	8
Pernos cadmiados M10*20	30

Fuente.- Los Autores

3.2. DISEÑO

A continuación se detallará todo la parte concerniente al diseño de la parte mecánica, diseño eléctrico y diseño de software.

3.2.1. Diseño de la Parte Mecánica

3.2.1.1. Máquina Desmoldeadora

El proceso de desmoldeo de láminas de fibrocemento, es realizado por una máquina que comprende tres etapas, siendo la primera etapa la traslación de un coche que se encuentra en la parte superior del pórtico de desmoldeo la cual lleva el coche de derecha a izquierda y viceversa el mismo que contiene 4 cilindros ubicados en cada uno de sus extremos. La segunda etapa de sujeción encargada de subir y bajar las ventosas que están sujetas a los cilindros de la parte superior, para la absorción del molde y lámina debido a la absorción de aire por parte de los blowers. Y la tercera etapa se encarga de soltar el molde y la lámina que están sujetas a las ventosas mediante el sellado de la salida de aire de los blowers generando un efecto de vacío, permitiendo que se asienten en sus respectivas bandas transportadoras.



Figura III-23. Máquina de desmoldeo
Fuente.- Los Autores

La máquina desmoldeadora posee las siguientes medidas:

Largo: 3.7 m

Altura: 2.3 m

3.2.1.2. Armario del Tablero de Control

El armario que contendrá el tablero de control de la máquina desmoldeadora está construido de láminas de acero inoxidable.

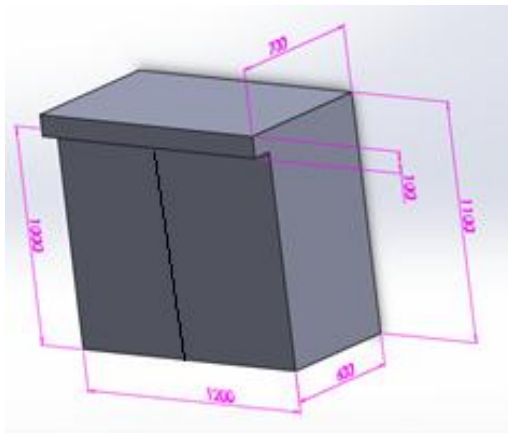


Figura III-24. Armario del Tablero Virtual
Fuente.- Los Autores



Figura III-25. Armario del Tablero Real
Fuente.- Los Autores

3.2.2. Diseño Eléctrico

En este diseño tenemos la parte de mando, de potencia y diagrama neumático del sistema de desmoldeo.

En la parte de mando se puede apreciar las conexiones del PLC, en las entradas tenemos los sensores al igual que el on/off del sistema y las salidas van hacia cada uno de los relés encargados del funcionamiento de cada una de las bobinas presentes en las válvulas y contactores.

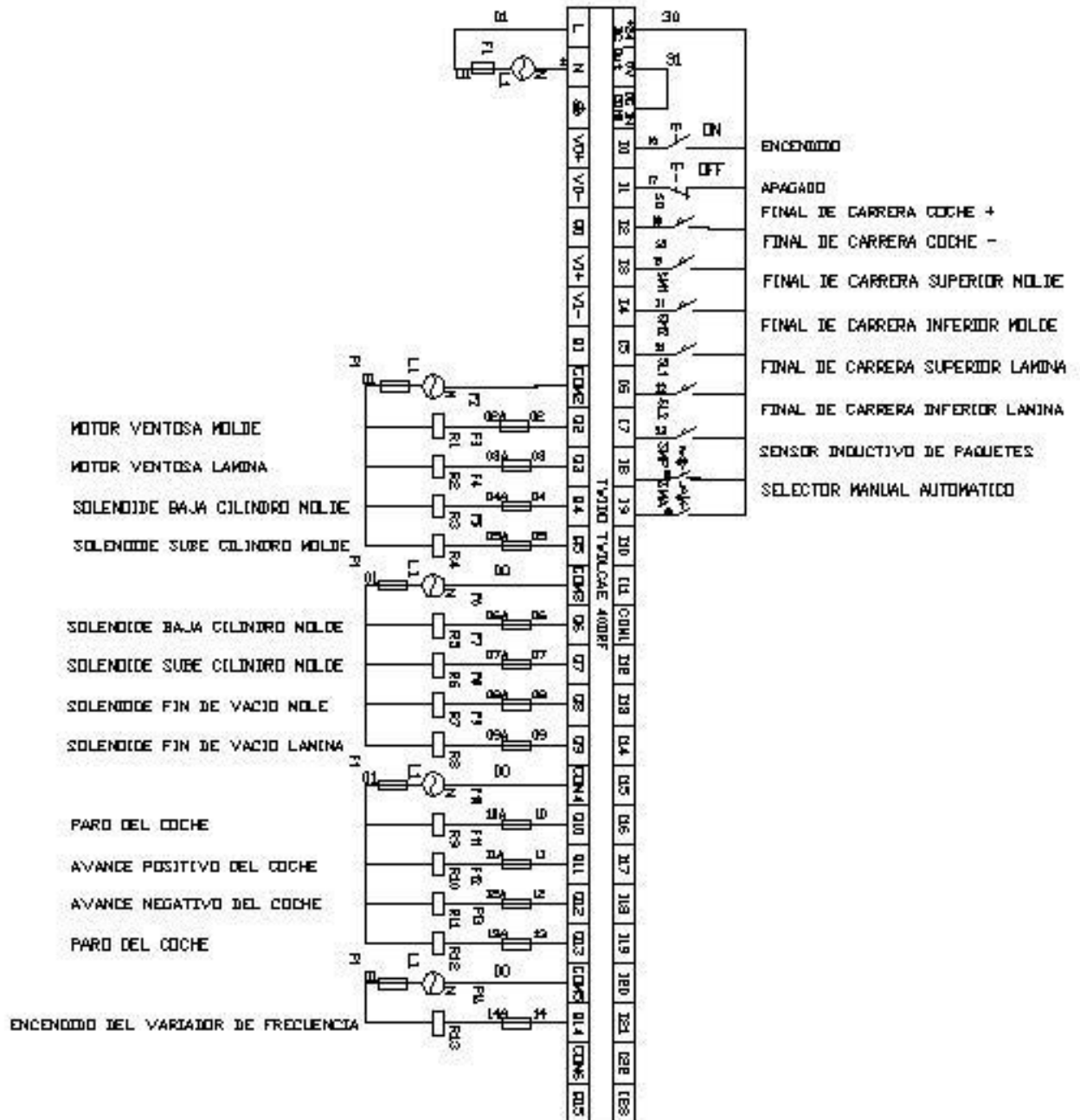


Figura III-26. Circuito eléctrico de mando

Fuente.- Los Autores

En la parte de potencia tenemos las conexiones de los motores los mismos que presentan protecciones como breakers y relés térmicos en cada uno de ellos.

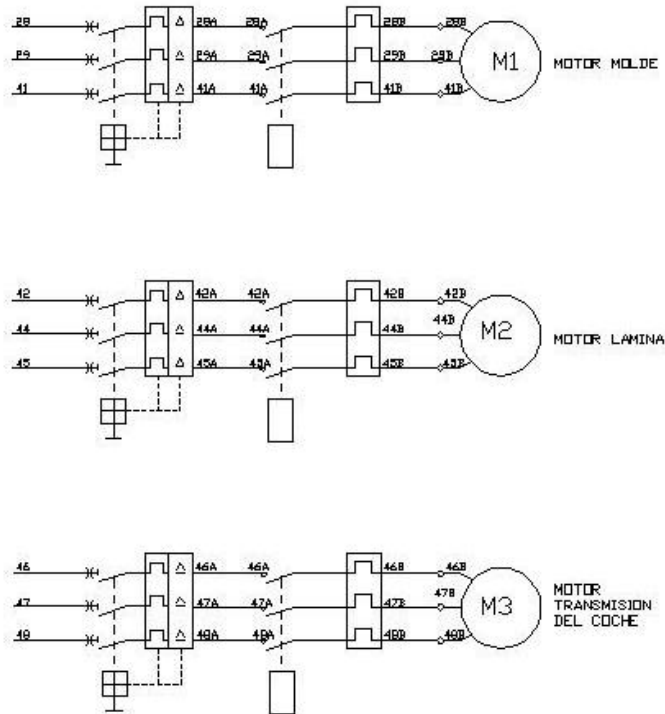


Figura III-27. Diagrama Eléctrico de potencia
Fuente.- Los Autores

La parte neumática nos permite accionar los cilindros mediante el aire comprimido teniendo un movimiento de salida o retroceso del vástago, el control de los cilindros se lo realiza a través de válvulas.

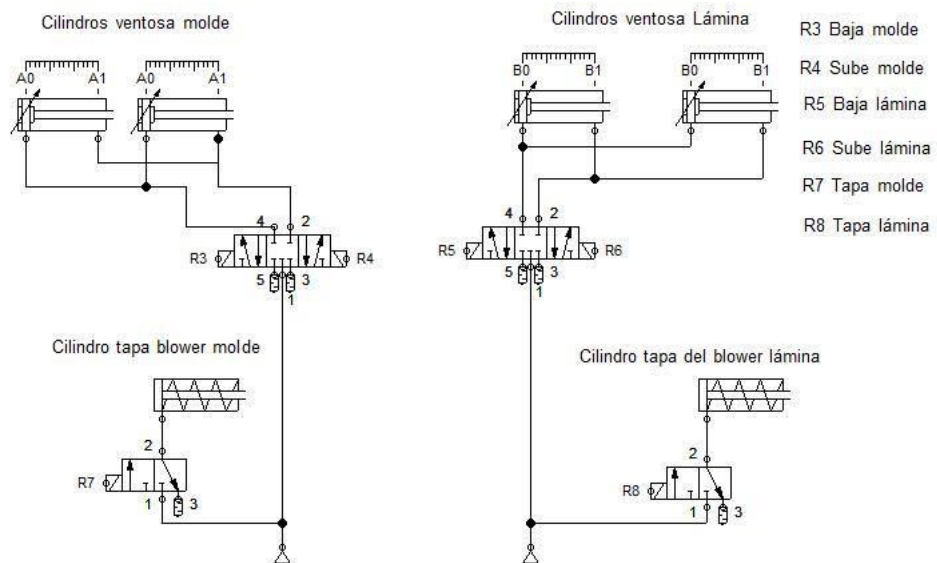


Figura III-28. Diagrama de Conexión Neumático
Fuente.- Los Autores

3.2.3. Diseño Software

Dentro del diseño informático tenemos los esquemas utilizados para la posterior implementación del proyecto y el correcto funcionamiento del sistema.

3.2.3.1. Apache Open Office (Grafcet)

Es un programa de distribución libre y gratuita el cual posee procesadores de texto, hojas de cálculo, herramientas para dibujo vectorial, bases de datos entre otros se encuentra disponible para la mayoría de plataformas de sistemas operativos soportando un gran número de formatos para archivos incluyendo el estándar ISO/IEC OpenDocument (ODF), también soporta otros formatos comunes y su cantidad de idioma se remonta hasta 110 a partir de febrero del 2010.

Mediante este software realizamos el grafcet, el mismo que nos ayuda al control del proceso presentando secuencias lineales, con direccionamiento y simultáneas.

En donde, las secuencias lineales lo componen una sucesión lineal de etapas, las secuencias con direccionamiento el ciclo puede variar en función de las condiciones que se cumplan y las secuencias simultáneas varios ciclos pueden estar funcionando a la vez por la activación simultánea de etapas.

El Grafcet funciona de la siguiente manera: El programa activará una etapa a la vez para lo cual desactivará la anterior etapa y la siguiente permanecerá inactiva, a excepción de las secuencias simultáneas estas activaran más de una etapa a la vez.

Tabla III-X. Descripción de las Memorias del Grafcet

MEMORIA	DESCRIPCIÓN
M1	Encender los Blowers
M2, M12, M24, M40	Baja el vástago del molde
M3, M13, M25, M41	Reset baja el vástago del molde
M4, M15, M26, M28, M43	Sube el vástago del molde
M5, M16, M27, M29, M44	Reset sube el vástago del molde
M6, M34, M38	Coche se dirige hacia la izquierda
M7, M18, M33, M35, M37, M39, M46	Frenado del coche
M8, M19, M47	Baja el vástago de la lámina
M9, M20, M48	Reset baja el vástago de la lámina
M10, M22, M30, M50	Sube el vástago de la lámina
M11, M23, M31, M51	Reset sube el vástago de la lámina
M14, M42	Cerrar la tapa del blower del molde
M17, M32, M36, M45	Coche se dirige hacia la derecha
M21, M49	Cerrar la tapa del blower de la lámina
M52	Paso del chequeo de inicio

Fuente.- Los Autores

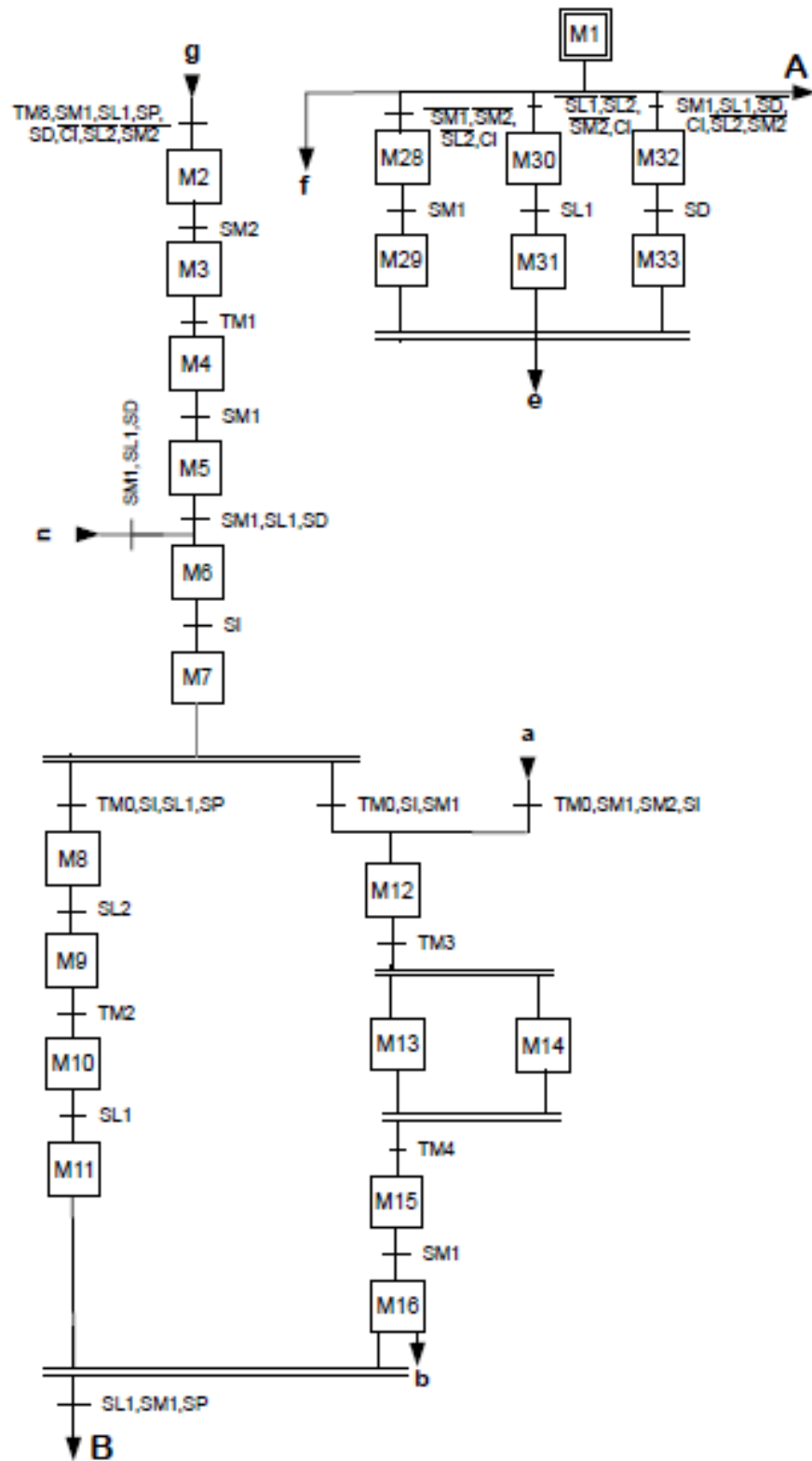


Figura III-29. Grafcet Parte 1
Fuente.- Los Autores

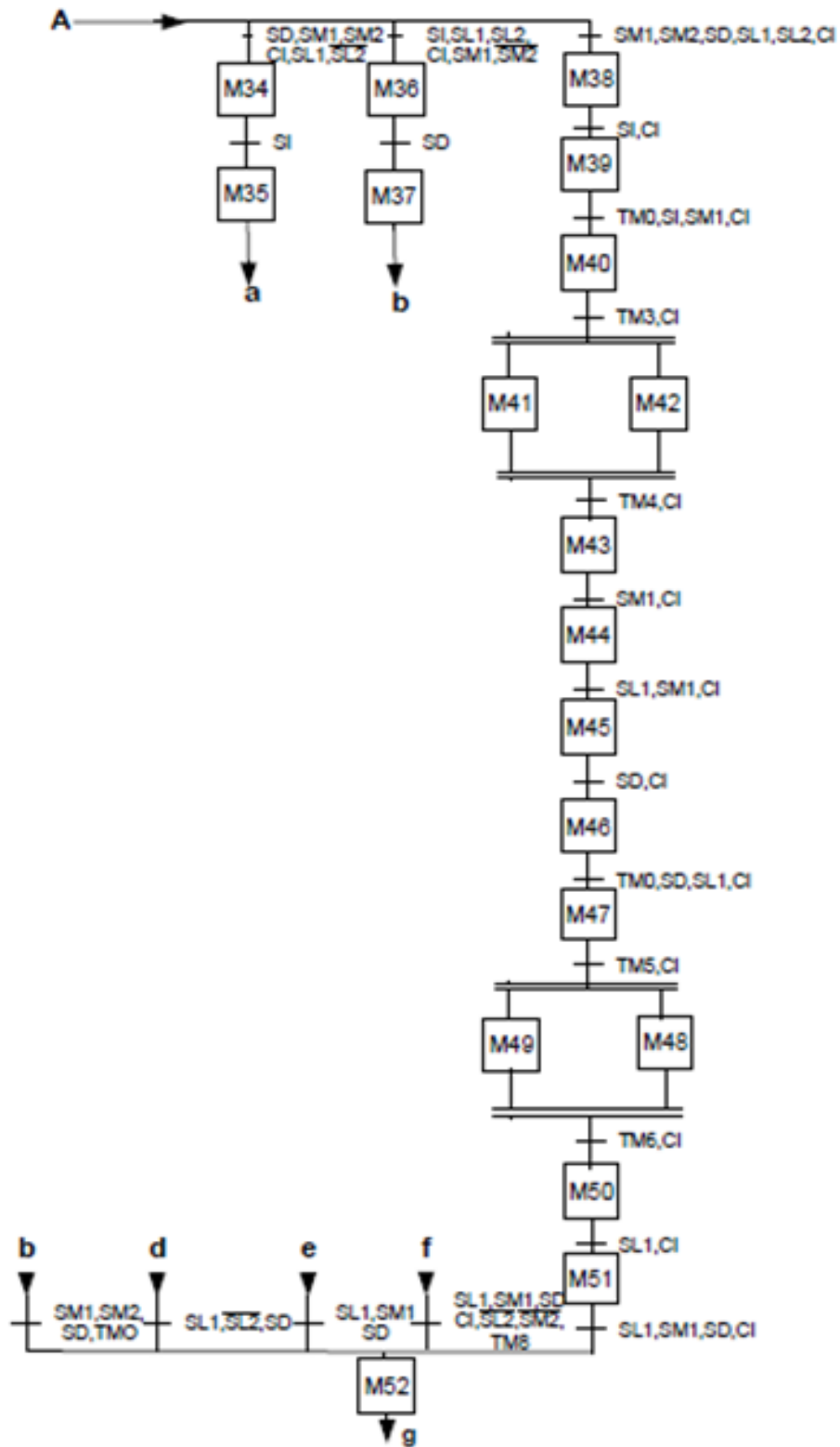


Figura III-31. Grafcet Parte 3
Fuente.- Los Autores

Ecuaciones

$$M1 = (Inicio * SAM) + (M1 * \overline{M2} * \overline{M12} * \overline{M19} * \overline{M34} * \overline{M36} * \overline{M52})$$

$$M2 = (TM8 * SM1 * SL1 * SP * SD * \overline{CI} * \overline{SL2} * \overline{SM2} * M52) + (SM1 * SL1 * SD * \overline{SL2} * \overline{SM2} * SP * M18) + (M2 * \overline{M3})$$

$$M3 = (SM2 * M2) + (M3 * \overline{M4})$$

$$M4 = (TM1 * M3) + (M4 * \overline{M5})$$

$$M5 = (SM1 * M4) + (M5 * \overline{M6})$$

$$M6 = (SM1 * SL1 * SD * M5) + (M6 * \overline{M7}) + (SM1 * SL1 * SD * M23 * M27)$$

$$M7 = (SM1 * M6) + (M7 * \overline{M8} * \overline{M12})$$

$$M8 = (TM0 * SI * SL1 * SP * M7) + (M8 * \overline{M9})$$

$$M9 = (SL2 * M8) + (M9 * \overline{M10})$$

$$M10 = (TM2 * M9) + (M10 * \overline{M11})$$

$$M11 = (SL1 * M10) + (M11 * \overline{M17})$$

$$M12 = (TM0 * SI * SM1 * M7) + (TM0 * SM1 * SM2 * SI * CI * M35) + (M12 * \overline{M13})$$

$$M13 = (TM3 * M12) + (M13 * \overline{M14})$$

$$M14 = (TM3 * M12) + (M14 * \overline{M15})$$

$$M15 = (TM4 * M13 * M14) + (M15 * \overline{M16})$$

$$M16 = (SM1 * M15) + (M16 * \overline{M17} * \overline{M34})$$

$$M17 = (SL1 * SM1 * SP * M11 * M16) + (SM1 * \overline{SP} * M16) + (M17 * \overline{M18})$$

$$M18 = (SD * M17) + (M18 * \overline{M19} * \overline{M2})$$

$$M19 = (TM0 * SD * SL1 * SP * M18) + (TM0 * SD * SL1 * SL2 * M37) + (M19 * \overline{M20} * \overline{M21})$$

$$M20 = (TM5 * M19) + (M20 * \overline{M22})$$

$$M21 = (TM5 * M19) + (M21 * \overline{M22})$$

$$M22 = (TM6 * M21) + (M22 * \overline{M23})$$

$$M23 = (SL1 * M22) + (M23 * \overline{M6})$$

$$M24 = (TM0 * SD * SM1 * SP * M18) * (M24 * \overline{M25})$$

$$M25 = (SM2 * M24) + (M25 * \overline{M26})$$

$$M26 = (TM7 * SM2 * M25) + (M26 * \overline{M27})$$

$$M27 = (SM1 * M26) + (M27 * \overline{M6})$$

$$M28 = (\overline{SM1} * \overline{SM2} * \overline{SL2} * CI * M1) + (M28 * \overline{M29})$$

$$M29 = (SM1 * M28) + (M29 * \overline{M52})$$

$$M30 = (\overline{SL1} * \overline{SL2} * \overline{SM2} * CI * M1) + (M30 * \overline{M31})$$

$$M31 = (SL1 * M30) + (M31 * \overline{M32})$$

$$M32 = (SM1 * SL1 * \overline{SD} * \overline{SL2} * \overline{SM2} * CI * M1) + (SI * SM1 * M16 * CI) + (M32 * \overline{M33})$$

$$M33 = (SD * M32) + (M33 * \overline{M52})$$

$$M34 = (SD * SM1 * SM2 * CI * M1 * \overline{SL1} * \overline{SL2}) + (M34 * \overline{M35})$$

$$M35 = (SI * M34) + (M35 * \overline{M12})$$

$$M36 = (SI * SL1 * SL2 * SM1 * \overline{SM2} * CI * M1) + (M36 * \overline{M37})$$

$$M37 = (SD * M36) + (M37 * \overline{M19})$$

$$M38 = (SM1 * SM2 * SD * SL1 * SL2 * CI * M1) + (M38 * \overline{M39})$$

$$M39 = (SI * M38 * CI) + (M39 * \overline{M40})$$

$$M40 = (TM0 * SI * SM1 * M39 * CI) + (SI * SD * SM1 * SM2 * SL1 * SL2 * CI * M1 * TM0) + (M40 * \overline{M41})$$

$$M41 = (TM3 * M40 * CI) + (M41 * \overline{M43}) \quad M42 = (TM3 * M40 * CI) + (M42 * \overline{M43})$$

$$M43 = (TM4 * M42 * CI) + (M43 * \overline{M44})$$

$$M44 = (SM1 * M43 * CI) + (M44 * \overline{M45})$$

$$M45 = (SL1 * SM1 * CI * M44) + (M45 * \overline{M46})$$

$$M46 = (SD * M45 * CI) + (M46 * \overline{M47})$$

$$M47 = (TM0 * SD * SL1 * M46 * CI) + (M47 * \overline{M48})$$

$$M48 = (TM5 * M47 * CI) + (M48 * \overline{M50})$$

$$M49 = (TM5 * M47 * CI) + (M49 * \overline{M50})$$

$$M50 = (TM6 * M49 * CI) + (M50 * \overline{M51})$$


$$M51 = (SL1 * M50 * CI) + (M51 * \overline{M52})$$

$$M52 = (SL1 * SM1 * SD * \overline{SL2} * \overline{SM2} * CI * TM8 * M1) + (SM1 * SM2 * SD * M16 * TM0) + (SL1 * SM1 * SD * CI * M51) + (SL1 * SM1 * SD * M29 * M31 * M33 * TM8) + (SL1 * SM1 * SD * CI * \overline{SL2} * \overline{SM2} * TM0 * \overline{M2}) + (SL1 * \overline{SL2} * SD * M23) + (M52 * \overline{M2})$$

3.2.3.2. TwidoSuite

Este programa lo utilizamos para crear, configurar y gestionar aplicaciones para PLC (Controladores Lógicos Programables) ya que posee un entorno gráfico.

Para realizar el programa utilizamos las ecuaciones anteriormente encontradas mediante el grafcet y procedemos a los siguientes pasos:

- Se debe ejecutar TwidoSuite en la PC para lo cual nos vamos INICIO, TODOS LOS PROGRAMAS, buscamos la carpeta SCHNEIDER ELECTRIC damos clic a continuación nos mostrará una carpeta TWIDOSUITE y damos clic en  el icono

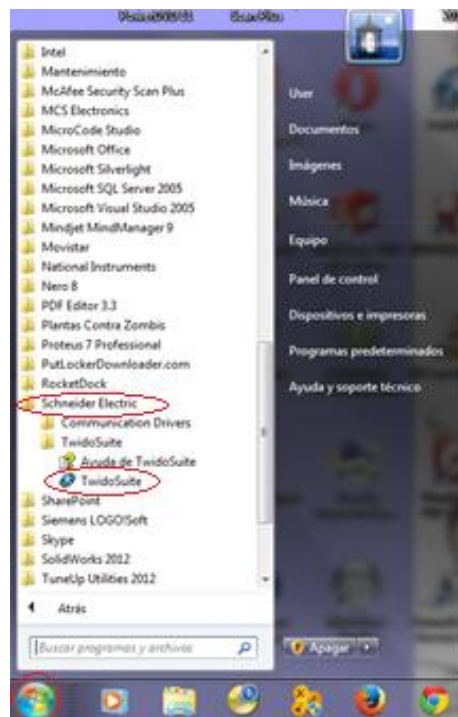


Figura III-32. Ejecutar TwidoSuite
Fuente.- Los Autores

- Al abrir el software nos mostrará la siguiente interfaz y damos clic en MODO PROGRAMACIÓN para la creación de la aplicación.



Figura III-33. Inicio del Programa TwidoSuite
Fuente.- Los Autores

- Se procederá a **CREAR UN NUEVO PROYECTO** en el cual se llenará la información del mismo es decir el nombre del proyecto, directorio donde se guardará, autor, departamento, índice, propiedad industrial y un comentario si desea, damos clic en **CREAR**.

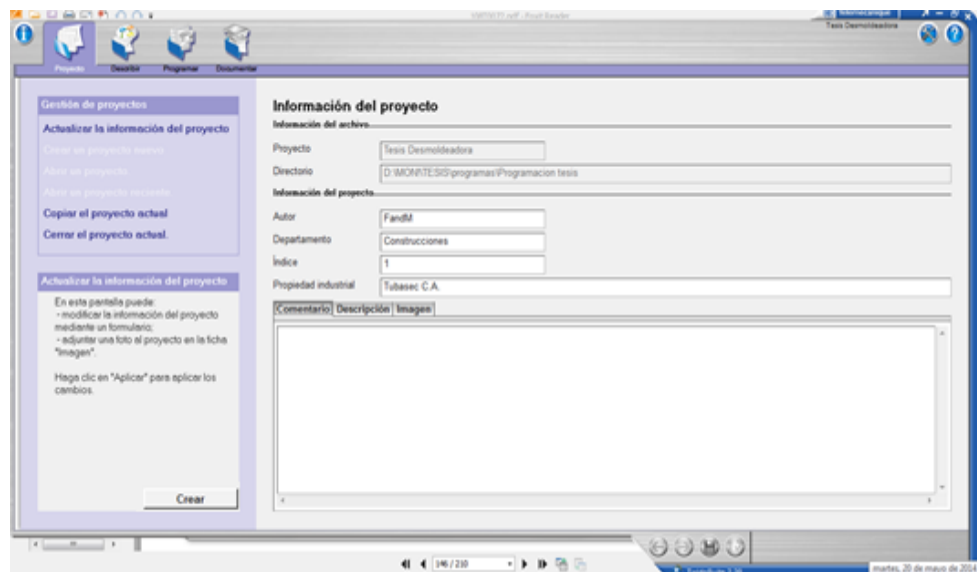


Figura III-34. Crear un Nuevo Proyecto
Fuente.- Los Autores

- Para colocar el PLC que vamos a utilizar damos clic en **DESCRIBIR**, en la parte derecha donde dice **CATÁLOGO** damos clic en **BASES** luego en **COMPACTOS** y escogemos **TWDLCAE40DRF**, le arrastramos hasta el

lado izquierdo donde se encuentra la figura de un PLC y soltamos cuando se muestre un recuadro de color verde.

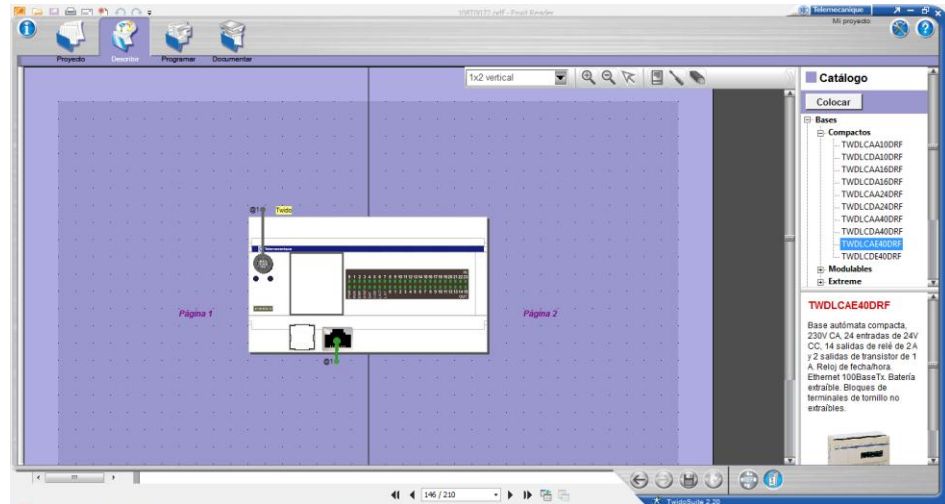


Figura III-35. Agregar un Dispositivo
Fuente.- Los Autores

- Para la configuración de la red Ethernet entre el PLC y la PC se procede a dar doble clic en la figura de entrada Ethernet desplegando una pantalla en la cual en la parte de CONFIGURACIÓN DIRECCIÓN IP seleccionaremos CONFIGURADA y se asignará la dirección IP 192.168.1.1, máscara de subred 255.255.255.0, mientras que en la PC se asignará la dirección IP 192.168.1.2 con la misma máscara de subred.

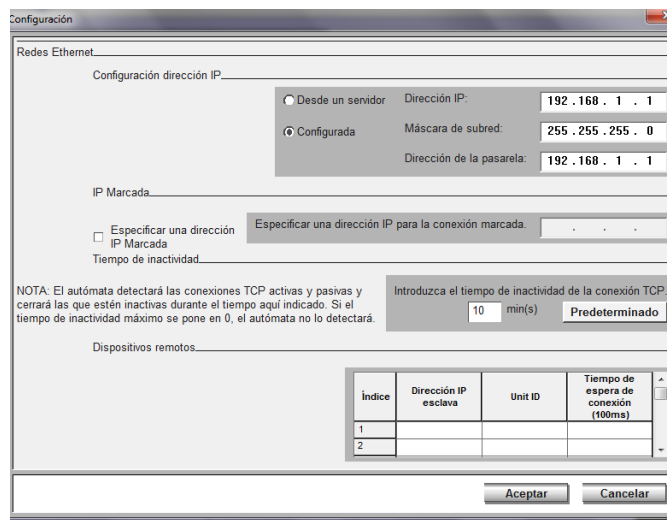


Figura III-36. Configuración IP del Dispositivo
Fuente.- Los Autores

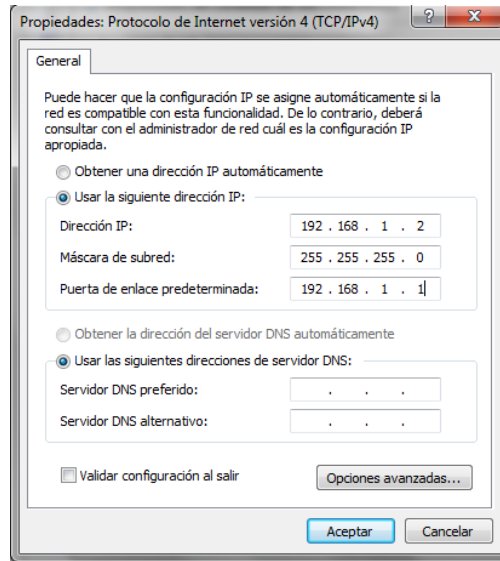


Figura III-37. Dirección IP de la PC
Fuente.- Los Autores

- Nos vamos a la pestaña PROGRAMAR para asignar las entradas y las salidas que se utilizará en el programa, de acuerdo a la tabla III-XI., las entradas estarán direccionadas con la letra “%I” y las salidas “%Q”.

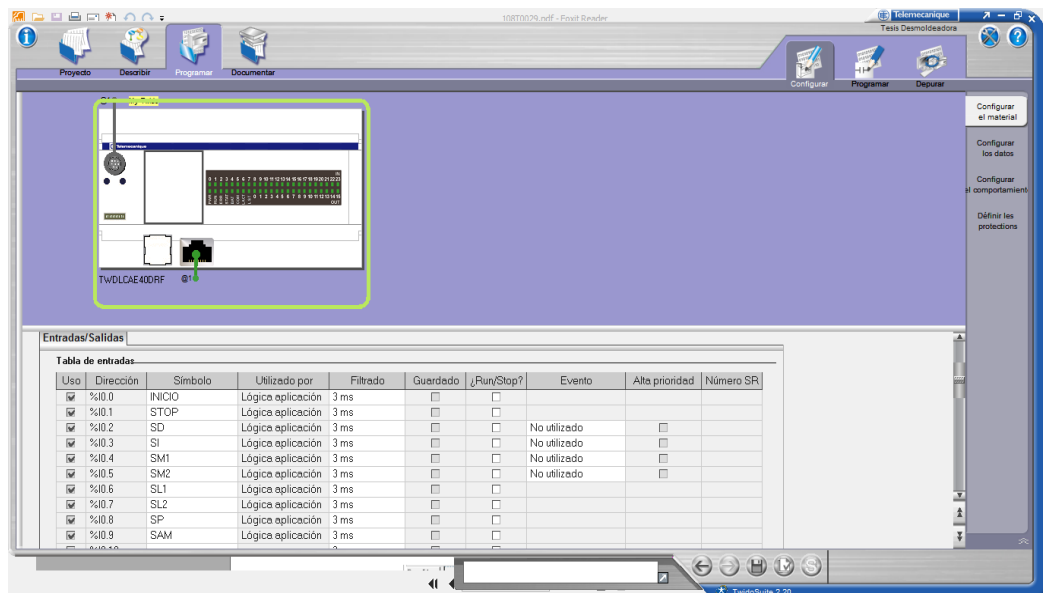


Figura III-38. Asignación de Entradas
Fuente.- Los Autores

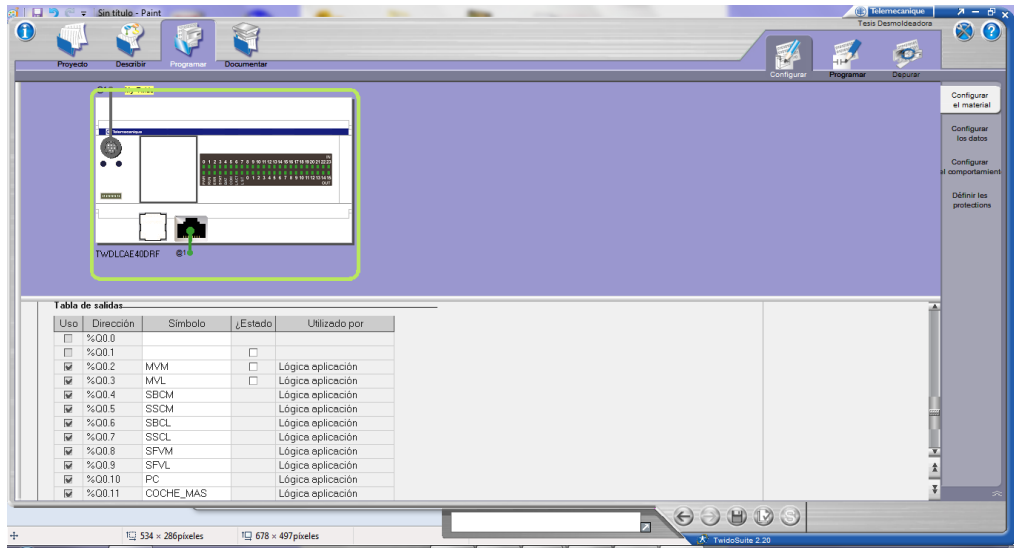


Figura III-39. Asignación de las Salidas

Fuente.- Los Autores

Tabla III-XI. Descripción de la Entradas y Salidas en el Programa TwidoSuite

E/S	DIRECCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Entrada	%I0.0	INICIO	Inicia el proceso
Entrada	%I0.1	STOP	Paro del proceso
Entrada	%I0.2	SD	Final de carrera derecho del coche para indicar que el coche se debe detener en el lado derecho.
Entrada	%I0.3	SI	Final de carrera izquierdo del coche para indicar que el coche se debe detener en el lado izquierdo.
Entrada	%I0.4	SM1	Final de carrera parte superior de la ventosa del molde para detener la subida de la ventosa y evitar que se alce el coche.
Entrada	%I0.5	SM2	Final de carrera parte inferior de la ventosa del molde para proporcionar una señal cuando la ventosa esta contra el molde metálico.
Entrada	%I0.6	SL1	Final de carrera parte superior de la ventosa de la lámina para detener la subida de la ventosa y evitar que se alce el coche.
Entrada	%I0.7	SL2	Final de carrera parte inferior de la ventosa de la lámina para proporcionar una señal cuando la ventosa esta contra la lámina de fibrocemento.

Entrada	%I0.8	SP	Sensor de paquetes para indicar que existen paquetes provenientes de la banda transportadora.
Entrada	%I0.9	SAM	Selector automático-manual
Salida	%Q0.2	MVM	Motor ventosa molde para encender blower del molde.
Salida	%Q0.3	MVL	Motor ventosa lámina para encender blower de la lámina.
Salida	%Q0.4	SBCM	Solenoides de Bajada de los cilindros del molde para bajar los pistones por ende la ventosa.
Salida	%Q0.5	SSCM	Solenoides de Subida de los cilindros del molde para subir los pistones por ende la ventosa.
Salida	%Q0.6	SBCL	Solenoides de Bajada de los cilindros de la lámina para bajar los pistones por ende la ventosa.
Salida	%Q0.7	SSCL	Solenoides de Subida de los cilindros de la lámina para subir los pistones por ende la ventosa.
Salida	%Q0.8	SFVM	Solenoides de fin de vacío del molde para cerrar la tapa del blower y generar un efecto de vacío.
Salida	%Q0.9	SFVL	Solenoides de fin de vacío de la lámina para cerrar la tapa del blower y generar un efecto de vacío.
Salida	%Q0.10	PC	Señal de paro para el variador de detención del coche.
Salida	%Q0.11	COCHE_MAS	Avance del coche hacia el lado derecho.
Salida	%Q0.12	COCHE_MENOS	Retroceso del coche hacia el lado izquierdo.
Salida	%Q0.13	PC2	Señal de paro para el variador de detención del coche.

Fuente.- Los Autores

- Nos vamos a la pestaña CONFIGURAR LOS DATOS que se encuentra en la parte derecha para la asignación de memorias y configuración de los temporizadores.

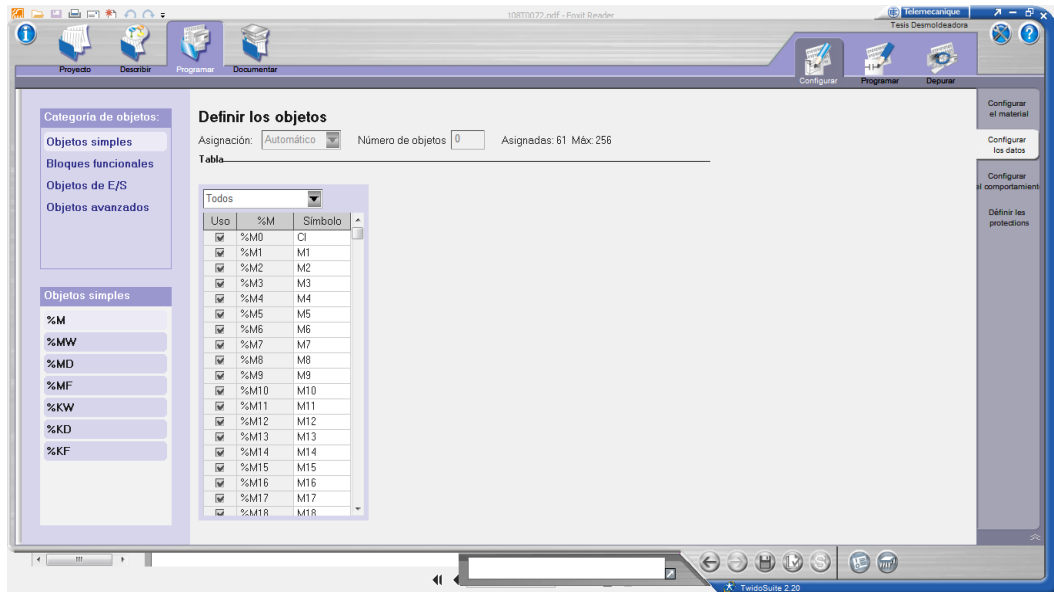


Figura III-40. Asignación de Memorias
Fuente.- Los Autores

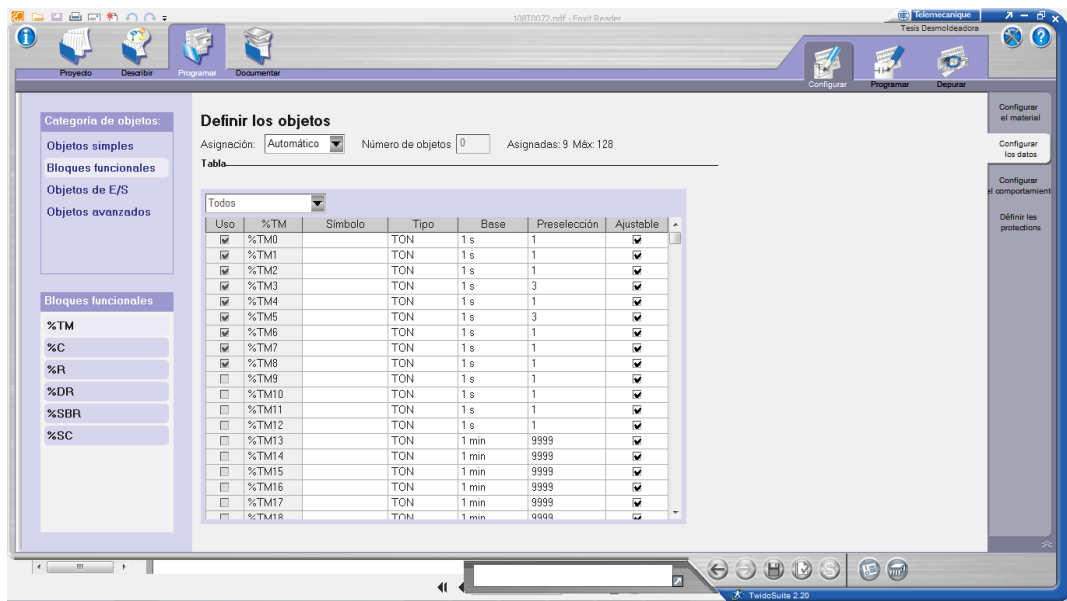



Figura III-41. Configuración de Temporizadores
Fuente.- Los Autores

- En la parte superior derecha nos dirigimos a PROGRAMAR para empezar nuestro programa y aparecerá la ventana para la edición del programa, empezaremos agregando una nueva sección para lo cual damos clic en el icono AGREGAR UNA SECCIÓN 

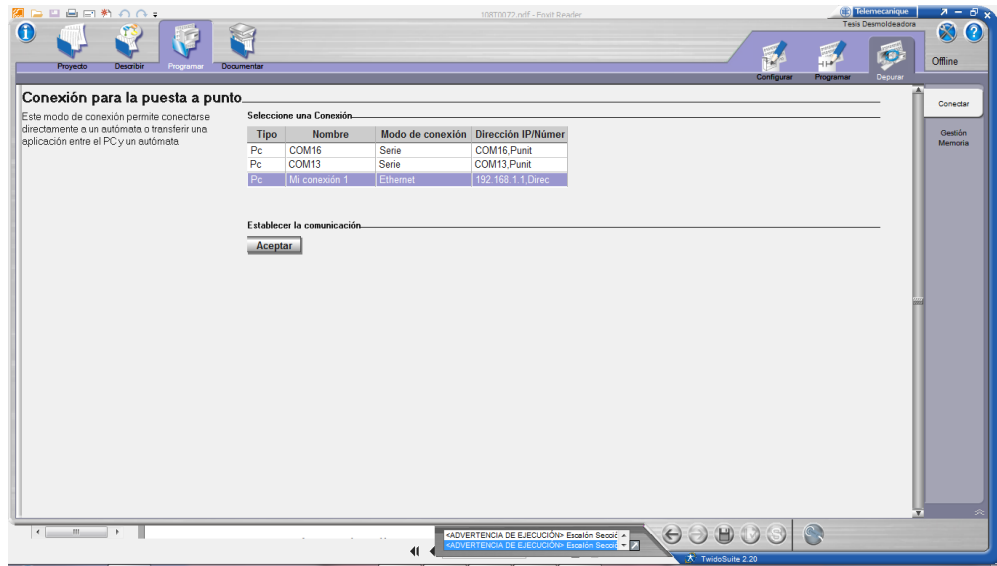


Figura III-43. Confirmación de la Conexión
Fuente.- Los Autores

- Aparecerá un test de conexión y damos clic en TRANSFERENCIA PC→AUTÓMATA Y ACEPTAR.

Observaremos que el led RUN del PLC, se pondrá de color verde, el cual nos muestra que el programa está listo para ejecutar el proceso.

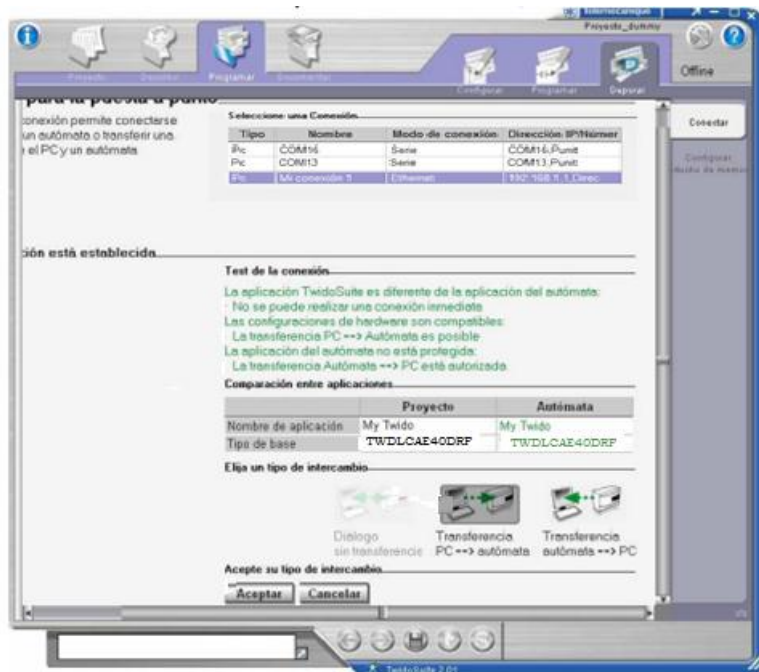


Figura III-44. Transmisión de Datos
Fuente.- Los Autores

3.2.3.3. Proteus

Tomando en cuenta la gran cantidad de cables que van desde el tablero de control hacia la máquina a controlar, se trató de minimizar el mismo, unificando el cableado de control a través de un único cable que se encargue de transportar todas las señales hasta sus respectivos destinos.

Teniendo en cuenta el número de señales que van desde el tablero hasta la máquina se tomó esta distribución:

- Tenemos un neutro en común utilizado para cerrar el circuito en las electroválvulas, por seguridad se destinó 3 pines para este fin ya que en caso de falla de uno de los mismos queden los demás como respaldo.
- Constando de 4 electroválvulas, 2 biestables 5/3 (5 vías 3 posiciones) y 2 monoestables de retorno por resorte, el número de fases requerida para estas válvulas es de 6 fases de tal manera que se tiene que destinar el mismo número de pines para poder manejarlas de forma independiente.
- Tenemos un total de 6 finales de carrera los cuales necesitan de un total de 12 pines para poder dar la señal respectiva.
- Se dejó 4 pines para que en caso de daños se puedan utilizar los mismos para una reparación rápida de la maquina evitando así detener la producción por largos periodos de tiempo.

Teniendo en cuenta la distribución anterior de los pines el método utilizado para la conexión es el cable multipar de 15 pares y conectores DB25, implementado con circuitos impresos los mismos que para la facilidad de distribución y detección de fallas se encuentran distribuidos en partes específicas de la máquina.

Los circuitos impresos se distribuyen pensando en la ubicación en cada una de las partes de la máquina teniendo así una placa para el tablero la cual es encargada de recoger todas las señales del tablero para enviarlas a la máquina la

cual llamaremos Placa 1, por la extensión del tablero hasta la máquina se destinó otra placa (Placa 2) para recibir las señales y enviarlas nuevamente hasta donde se encuentra el coche, en el mismo se ubicó otra placa (Placa 3) para distribuir las señales las cuales se dividen en las que van para el molde (Placa Molde) y para la parte de la lámina (Placa Lámina).

Con un total de 5 circuitos impresos o placas impresas cada una con su diseño respectivo que conjuntamente realizan el trabajo para el cual fueron diseñadas.

El software utilizado para el diseño es Proteus Desing Suite versión 8.0, este software es especializado para el diseño de placas impresas el cual está constituido por dos subprogramas.

- El uno que se utiliza para simulación e interconexión de los elementos siendo su nombre ISIS.
- El otro el cual utilizaremos denominado ARES , se encarga de la interconexión de los componentes el cual nos provee de un entorno parecido al de una placa física conocido como BOARD en el mismo que debemos ubicar los componentes para luego proceder a hacer la pistas de conexión.

También podemos visualizar la forma en la cual quedaran las placas ya terminadas.



Figura III-45. Software de diseño
Fuente.- Los Autores

La forma en la que se diseñó las placas es la siguiente:

1. Empezando por la Placa 1 procedemos a buscar cada uno de los elementos a utilizar los cuales para este primer circuito impreso son:

- Un conector DB25 hembra para placa (D-25-F-R)
- 3 borneras de 3 pines (TBLOCK-I3)
- 8 borneras de dos pines (TBLOCK-I2)

1.1 Valiéndonos del icono Package mode buscamos el primer componente DB25.

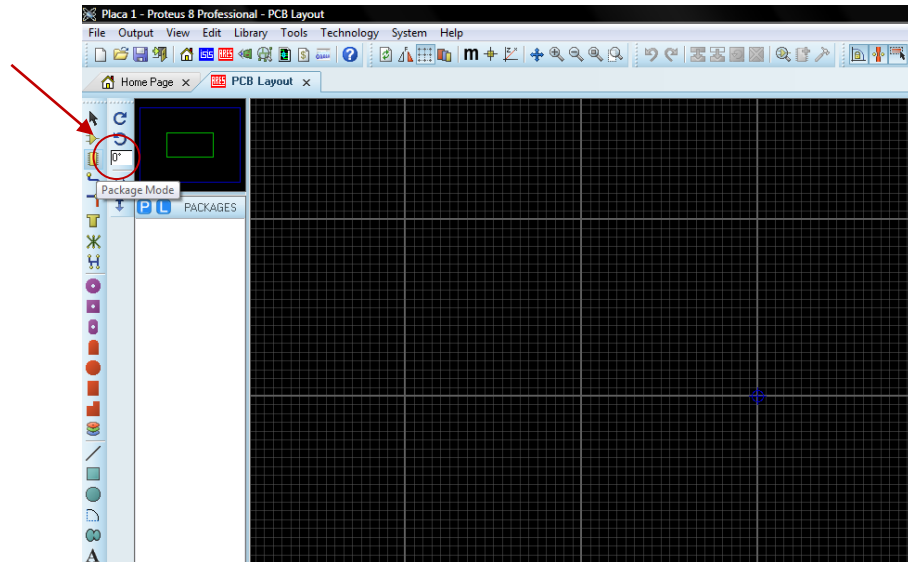



Figura III-46. Ares, Inicio de diseño Placa 1

Fuente.- Los Autores

1.2 Luego presionamos en la parte de los packages  desplegándose la pantalla en la cual buscaremos cada uno de los componentes que necesitamos.

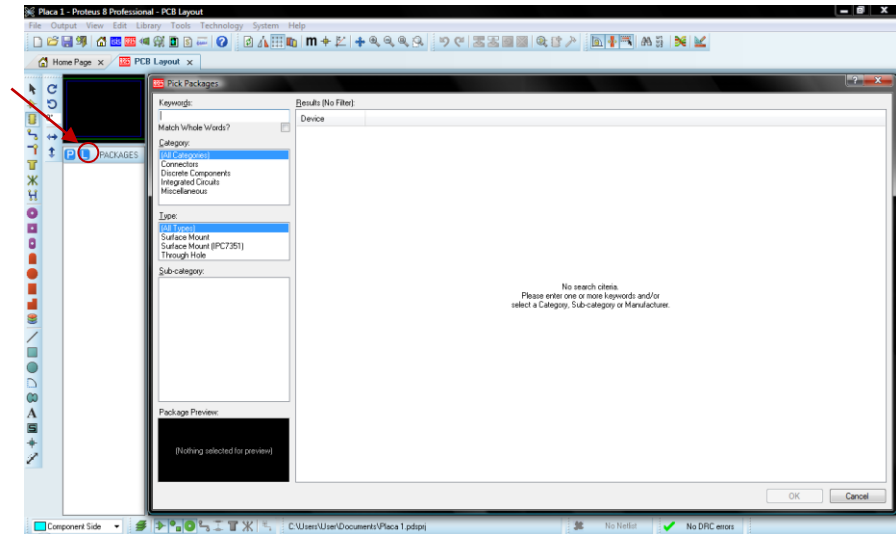


Figura III-47. Ares, búsqueda de componentes Placa 1
Fuente.- Los Autores

- 1.3 Una vez encontrados los componentes y puestos en el lugar de trabajo procedemos a ubicarlos de la forma que todos los pines sean capaces de unirse para lo cual nos podemos valer de las flechas que encontramos en el panel para poder rotar los componentes y que estos queden de la mejor manera posible.

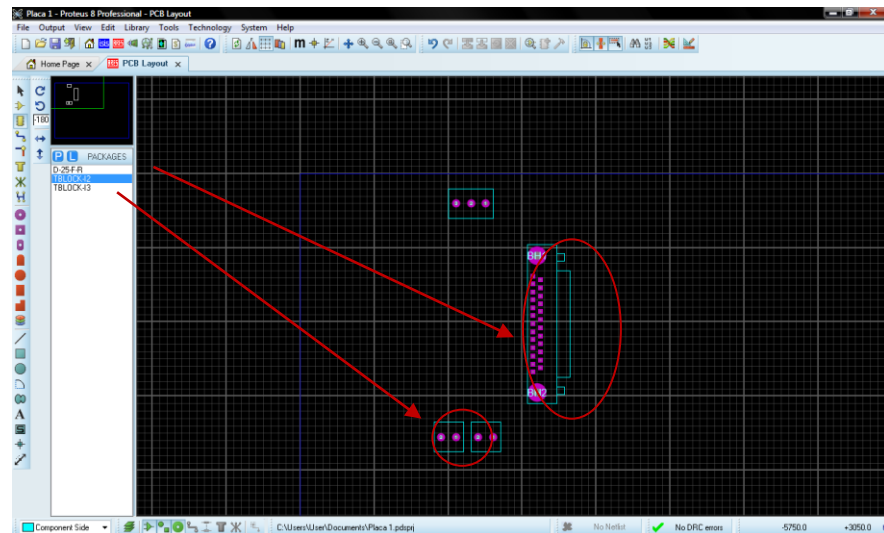



Figura III-48. Ares, ubicación de componentes Placa 1
Fuente.- Los Autores

- 1.4 Una vez colocados todos los componentes procedemos a unir cada uno de los pines dando clic en el botón track mode  de tal modo

que queden distribuidos los pines de las borneras y del conector DB25.

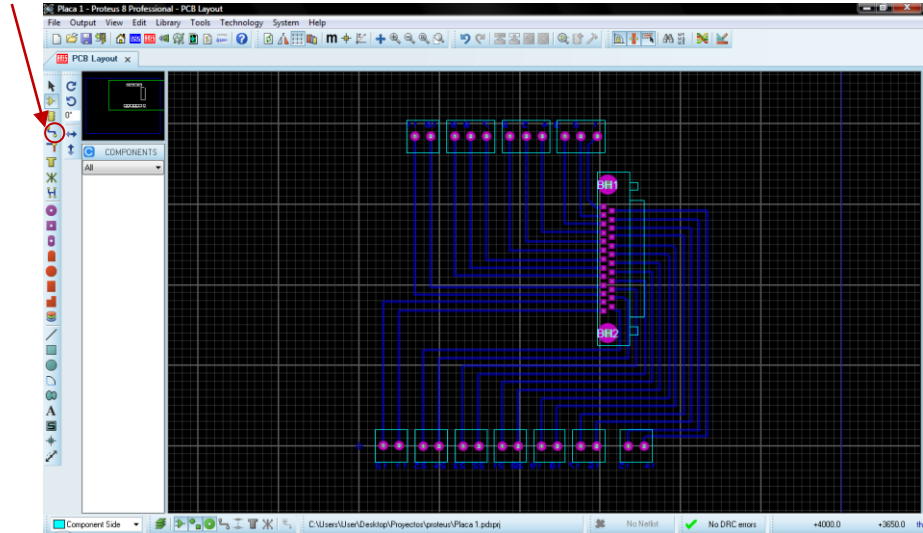


Figura III-49. Ares, Ruteo de pistas Placa 1
Fuente.- Los Autores

1.5 Para tener el contorno de la placa damos clic en el layer selector ubicado en la parte inferior, seleccionamos el que dice Board Edge y procedemos a dibujar el cuadro de la placa.

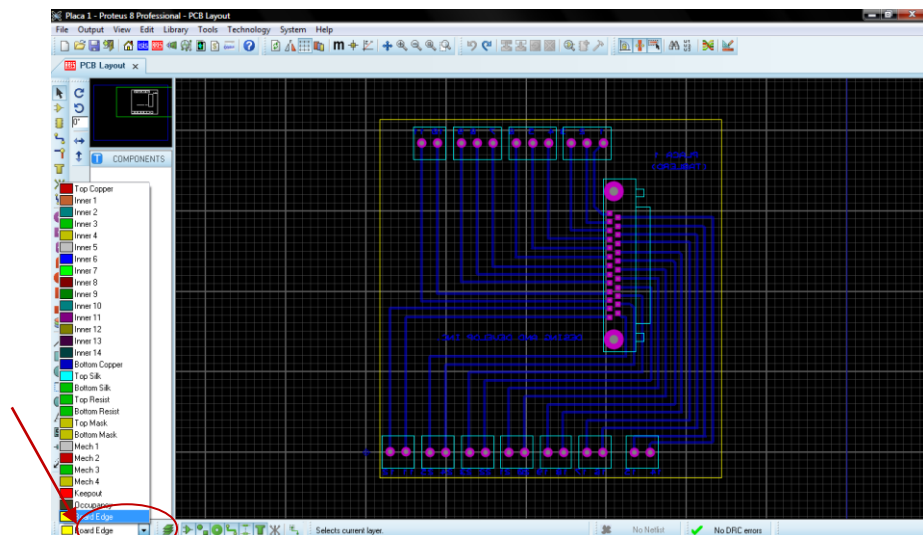



Figura III-50. Ares, contorno de la Placa 1
Fuente.- Los Autores

- 1.6 Para poder diferenciar cada una de las placas les ponemos el respectivo nombre y también el número de pines que vienen desde el conector DB25, para hacer esto damos clic en el botón 2D Graphics text mode  y en el selector de layer selector anteriormente mencionado ponemos en la parte que dice Bottom Copper luego damos clic en donde queremos ubicar el texto dibujamos el cuadro de texto y procedemos a escribir.

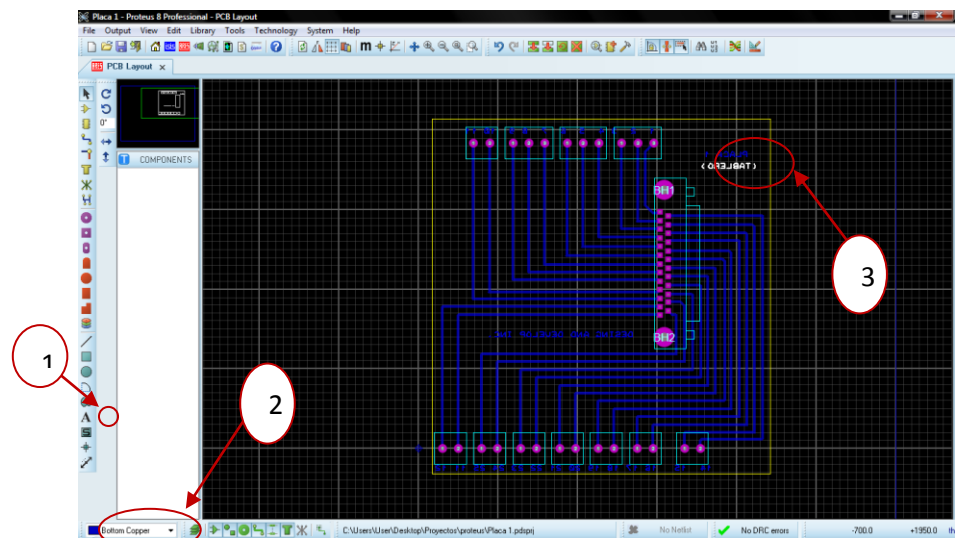



Figura III-51. Ares, señalización de Placa 1

Fuente.- Los Autores

- 1.7 Para saber la dimensión de la placa clic en el botón Dimension mode  ubicado en la parte inferior de la barra de diseño y trazamos las líneas de los ejes tanto X como Y de la placa, el número resultante en la parte superior de la línea trazada es el que nos indica el tamaño de la placa en milímetros.

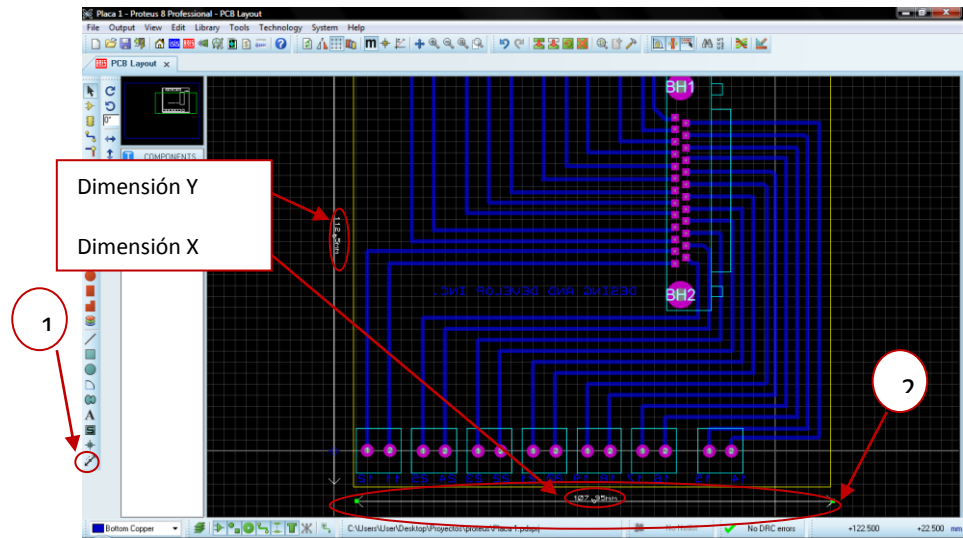



Figura III-52. Ares, dimensionamiento de Placa 1
Fuente.- Los Autores

- 1.8 Para visualizar la placa terminada clic en el botón 3D visualizer  y tendremos la placa en tercera dimensión la cual podemos rotar con el mouse para ver su parte inferior y superior.

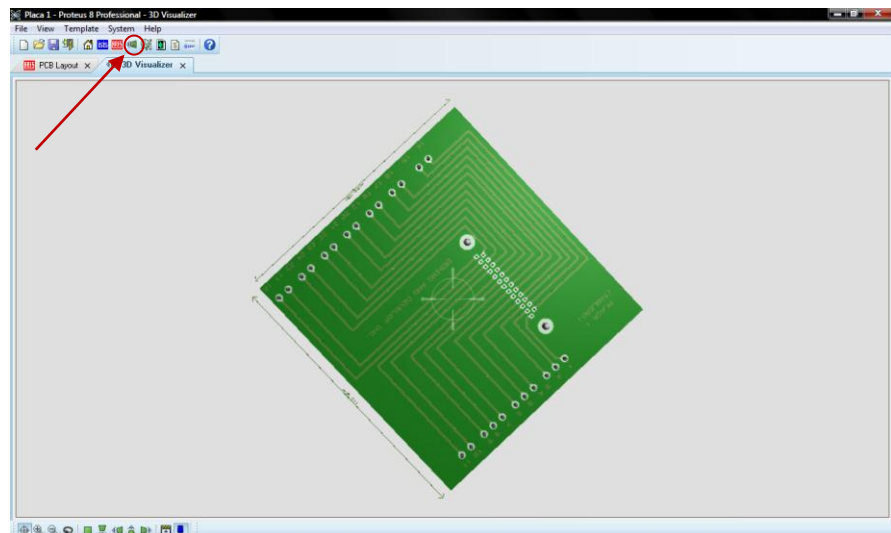


Figura III-53. Ares, Parte inferior de Placa 1
Fuente.- Los Autores

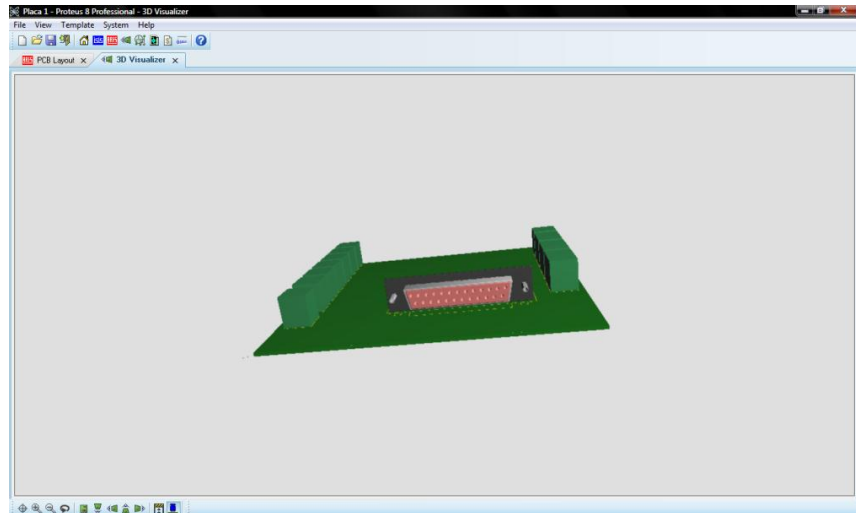


Figura III-54. Ares, Parte superior de Placa 1
Fuente.- Los Autores

1.9 Para poder imprimir el diseño clic en Ouput luego seleccionamos Export Graphics y seleccionamos el que dice PDF.

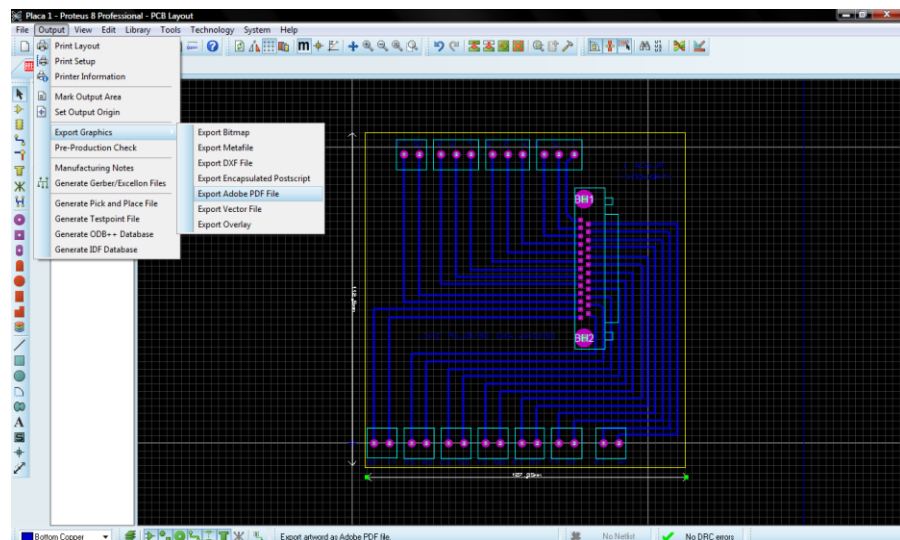


Figura III-55. Ares, Impresión de Placa 1
Fuente.- Los Autores

1.10 En el cuadro de Export PDF para la parte de las pistas solo dejamos seleccionado el Top Copper, el Board Edge y el Bottom Copper y presionamos ok luego desde el pdf imprimimos en tamaño de 100% en papel fotográfico con una impresora Laser.

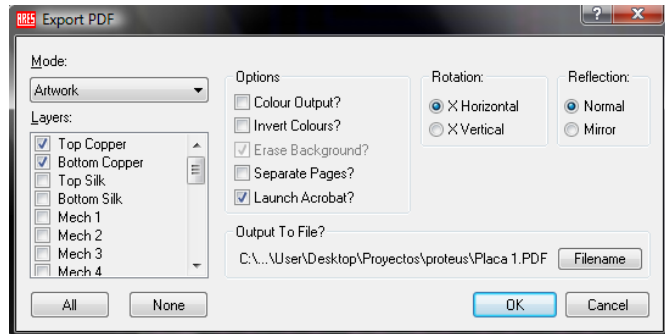


Figura III-56. Ares, Configuración exportación en PDF de Placa 1
Fuente.- Los Autores

2. Para las demás placas procedemos de la misma manera desde el literal 1 hasta el 1.10 teniendo en cuenta los diferentes materiales que irán en cada una de las placas de la siguiente manera :

Placa 2

- 2 conectores DB25 hembra para placa (D-25-F-R)

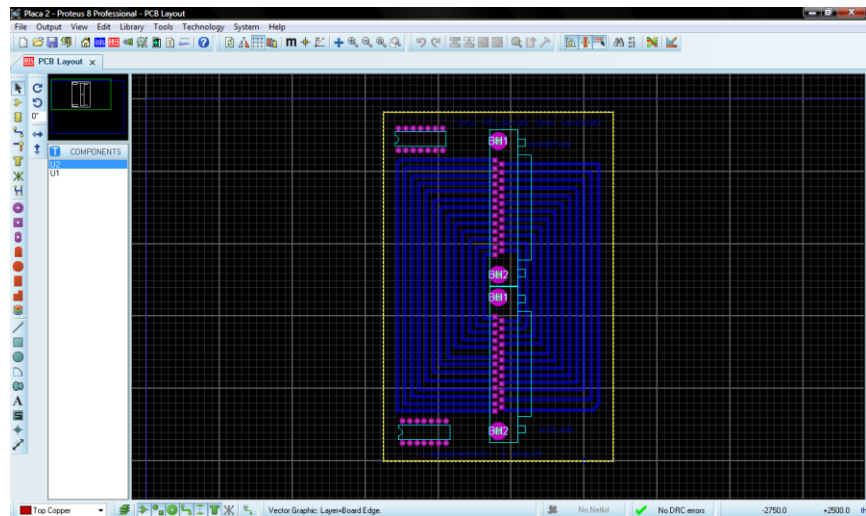


Figura III-57. Ares, Diseño Placa 2
Fuente.- Los Autores

Placa 3

- 3 conectores DB25 hembra para placa (D-25-F-R)

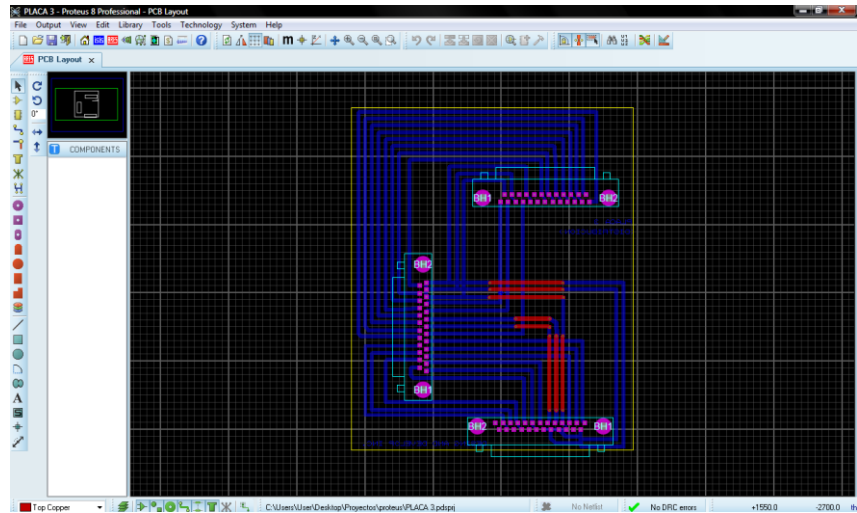


Figura III-58. Ares, Diseño Placa 3
Fuente.- Los Autores

Placa Lámina

- Un conector DB25 hembra para placa (D-25-F-R)
- 1 bornera de 6 pines
- Una bornera de 4 pines
- 4 conectores RJ45 para placa

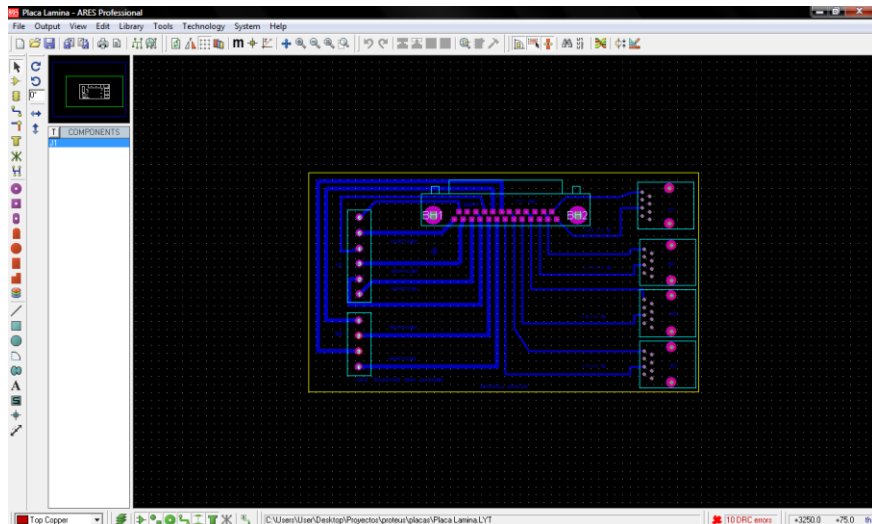


Figura III-59. Ares, Diseño Placa Lámina
Fuente.- Los Autores

Placa Molde

- Un conector DB25 hembra para placa (D-25-F-R)

- 1 borenera de 6 pines
- 4 conectores RJ45 para placa

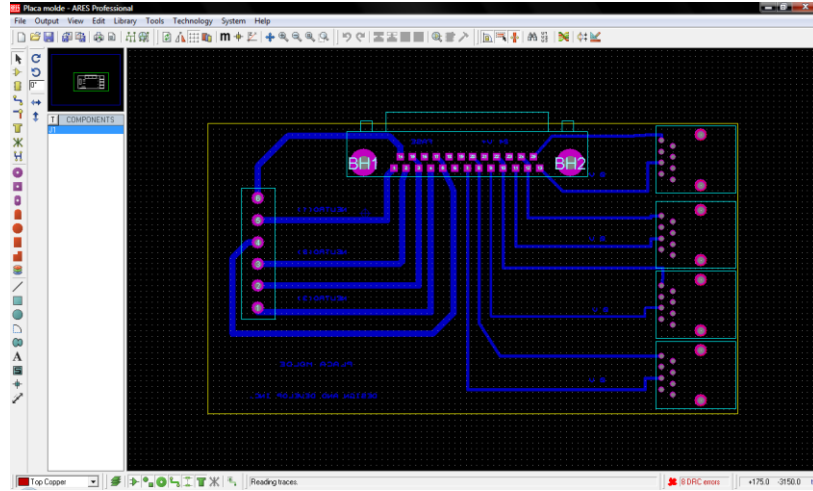


Figura III-60. Ares, Diseño Placa Molde
Fuente.- Los Autores

3.3. IMPLEMENTACIÓN

Con los diseños preestablecidos procedemos a la implementación de los mismos para los diferentes componentes de la máquina.

3.3.1. Ubicación de los componentes

Para la construcción del tablero se tomó en cuenta las medidas de cada uno de los dispositivos encontrados en los manuales de los mismos. Se colocó las canaletas que contendrán los cables y se dividió el tablero en 3 secciones cada una con su riel din para la suspensión de los dispositivos.

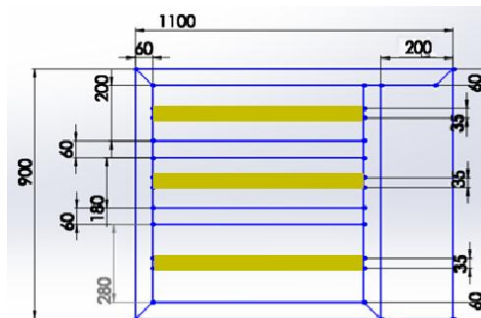


Figura III-61. Estructura del Tablero Virtual
Fuente.- Los Autores



Figura III-62. Estructura del Tablero Real
Fuente.- Los Autores

Los dispositivos utilizados son:

- Primera línea: 15 portafusibles y fusibles de 2A, 29 borneras para las salidas y entradas dl PLC, 1 PLC TWDCAE40DRF, 9 borneras (3 para 0V, 6 para 24V), 8 borneras para 110V (4 fases y 4 neutros), 1 breaker bifásico.
- Segunda línea: 14 relés de 110VCA.
- Tercera línea: 3 breakers trifásicos (2 de 16A, 1 de 25A), 3 contactores con sus respectivos térmicos.
- 1 Transformador 440-110V, 3 barras de cobre, 1 disyuntor de potencia de 3 polos 50A.

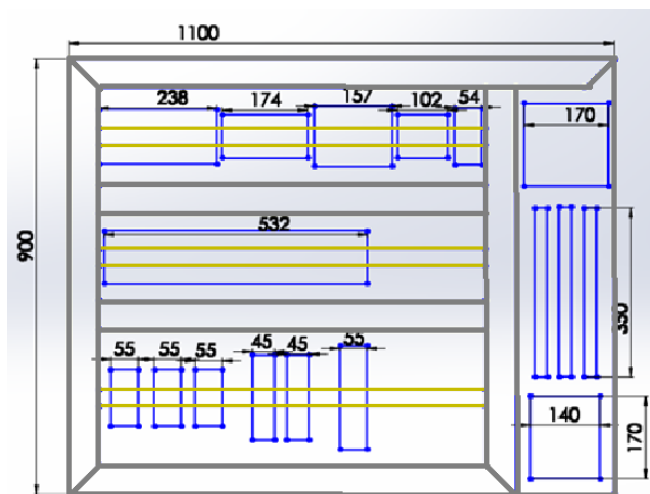


Figura III-63. Colocación de Dispositivos Virtual
Fuente.- Los Autores



Figura III-64. Colocación de Dispositivos Real
Fuente.- Los Autores

Para la botonera tenemos 1 botón de inicio con su luz indicadora de color verde, 1 botón de stop, 1 selector manual-automático con sus respectivas luces indicadoras verde-rojo y 9 selectores de 3 posiciones para el mando manual.



Figura III-65. Botonera
Fuente.- Los Autores

3.3.2. Tablero

3.3.2.1. Cableado del Tablero

De acuerdo a las especificaciones en los planos se procedió al cableado de la etapa de control y de la etapa de potencia.

Dentro de la etapa de control tenemos: las entradas del PLC para los sensores y pulsadores, las salidas del PLC hacia los fusibles los mismos que se

encargan de proteger los relés los cuales activaran cada una de las bobinas tanto de contactores como de electroválvulas.

Dentro de la etapa de potencia tenemos: los contactores que controlarán la activación y desactivación de los motores pasando primero por su respectiva protección, y un variador de frecuencia que controla la velocidad de funcionamiento del motor de la transmisión.

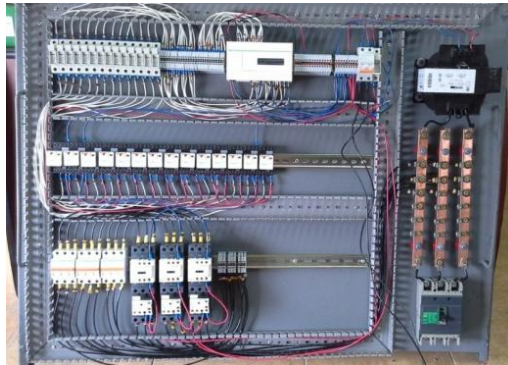


Figura III-66. Cableado del Tablero
Fuente.- Los Autores

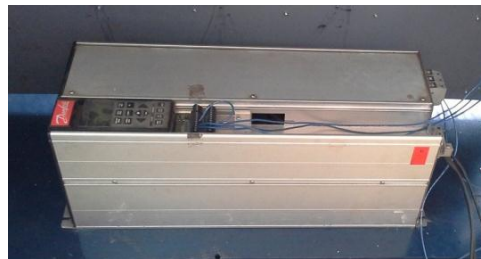


Figura III-67. Cableado Variador de Frecuencia
Fuente.- Los Autores

Para el mando manual se ocuparon selectores de 3 posiciones para emitir las señales hacia las electroválvulas, contactores y el variador de frecuencia.

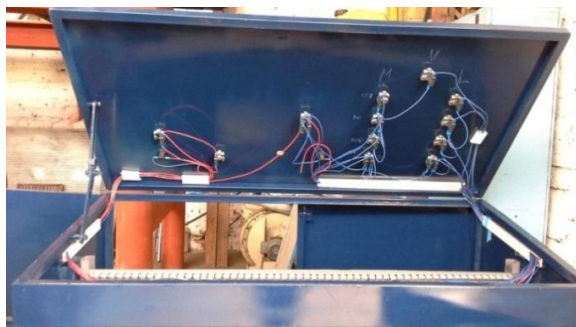


Figura III-68. Cableado Mando Manual
Fuente.- Los Autores

3.3.2.2. Señalización del Tablero

Para señalar las líneas de cada uno de sus dispositivos del tablero se utilizó marquillas del 0-9 y letras de A-C para de esta manera poder identificar más rápido las conexiones en caso de alguna falla.



Figura III-69. Señalización del Tablero
Fuente.- Los Autores

El panel de control se marcó con papel adhesivo la función que realiza cada uno de los componentes.

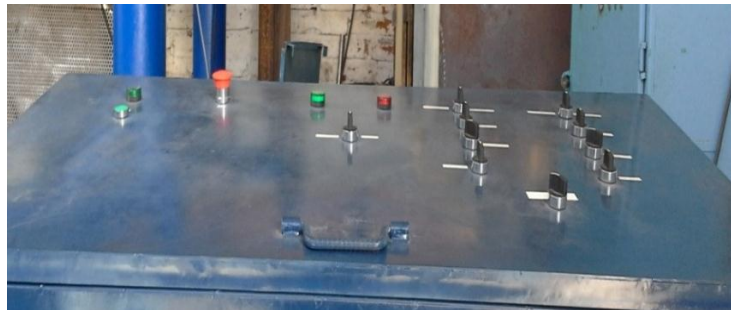


Figura III-70. Señalización del Panel de Control
Fuente.- Los Autores

3.3.3. Tarjetas Electrónicas

3.3.3.1. Señalización

A las tarjetas electrónicas se les pasó una base de laca para aislar las líneas de conexión y evitar la corrosión también de este modo se pudo poner la señalización para poder identificar los componentes y ponerlos correctamente.

Las tarjetas electrónicas centralizan todas las señales que provienen del PLC hacia la máquina y viceversa.



Figura III-71. Señalización Tarjetas Electrónicas
Fuente.- Los Autores

3.3.3.2. Cableado de las Tarjetas Electrónica hacia la Máquina Desmoldeadora

Para transmitir las señales del tablero hacia la máquina, es decir para que haya comunicación utilizamos las tarjetas electrónicas, interconectadas mediante cable multipar de 15 pares y conector DB-25.

La primera tarjeta electrónica está ubicada junto al tablero nos permite tomar las señales del tablero y transportarlas hacia sus respectivas válvulas y sensores.



Figura III-72. Cableado Tarjeta Electrónica 1
Fuente.- Los Autores

La segunda tarjeta electrónica está ubicada debajo del motor de la transmisión al lado derecho, nos permite una conexión entre el tablero y la máquina, en la cual se intercambian los pines para una mejor distribución de las señales a la tarjeta electrónica 3.



Figura III-73. Cableado Tarjeta Electrónica 2
Fuente.- Los Autores

La tercera tarjeta electrónica está ubicada en la parte inferior del coche esquina derecha junto al cilindro posterior de la ventosa lámina se encarga de distribuir las señales hacia las tarjetas electrónica finales como es la del molde y la lámina.



Figura III-74. Cableado Tarjeta Electrónica 3
Fuente.- Los Autores

La cuarta tarjeta electrónica está ubicada en la parte intermedia del coche esquina derecha, nos permite obtener las señales de los sensores y poner en funcionamiento a los actuadores para dar un movimiento de sube-baja a la ventosa y la expulsión de la lámina.



Figura III-75. Cableado Tarjeta Electrónica 4
Fuente.- Los Autores

La quinta tarjeta electrónica está ubicada en la parte intermedia del coche esquina izquierda, nos permite obtener las señales de los sensores y poner en funcionamiento a los actuadores para dar un movimiento de sube-baja a las ventosa y la expulsión del molde.

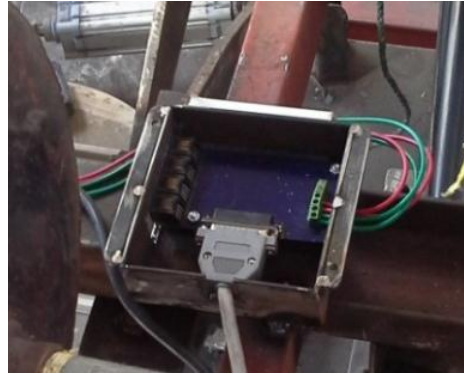


Figura III-76. Cableado Tarjeta Electrónica 5
Fuente.- Los Autores

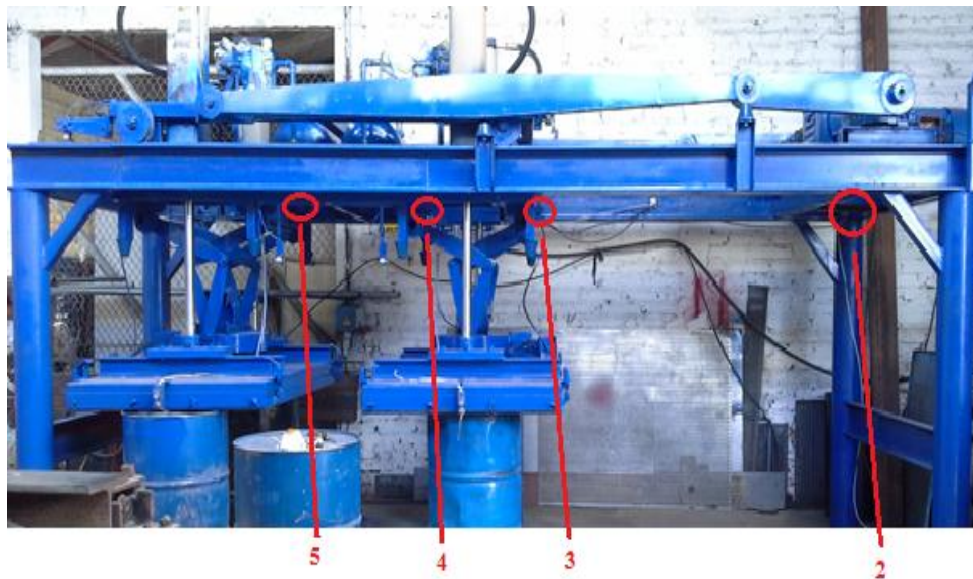


Figura III-77. Ubicación de las Tarjetas Electrónicas Vista Frontal
Fuente.- Los Autores

Tabla III-XII. Descripción de las Tarjetas Electrónicas

Número	Descripción
2	Tarjeta Electrónica 2 o de Separación
3	Tarjeta Electrónica 3 o de Distribución
4	Tarjeta Electrónica 4 o de Lámina
5	Tarjeta Electrónica 5 o de Molde

Fuente.- Los Autores

3.3.4. Calibración de los sensores

Para que el proceso funcione correctamente, se debe calibrar los sensores. En este sistema se utilizan finales de carrera para los límites del coche y para indicar hasta donde deben llegar las ventosas es decir hasta donde debe subir y bajar los cilindros. También tenemos un sensor inductivo que nos indica la presencia o ausencia de paquetes, para que el proceso pueda iniciar o continuar.

- Final de Carrera Derecha/Izquierda: Para evitar que el motor de la transmisión siga girando en sentido horario/anti horario y de esta manera cause daño a los brazos que llevan y traen el coche el sensor se activará segundos antes (3s) de que el coche llegue al final derecho/izquierdo del pórtico. El final de carrera se encuentra sujeto al extremo derecho/izquierdo del coche y su activación se realiza mediante una pequeña platina ubicada en la cabeza del sensor la cual será pulsada cuando el mismo llegue al fin.

Se calibró de tal manera que el coche llegue al tope del pórtico permitiendo que las ventosas tanto de lámina y molde encajen perfectamente, evitando los posibles daños de los moldes y láminas.



Figura III-78. Final de Carrera Izquierda
Fuente.- Los Autores

- Final de Carrera Inferior/Superior Lámina: El cilindro de la ventosa lámina posee dos sensores, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

El de la parte inferior está ubicado en la parte intermedia de la campana de la lámina, se debe calibrar de modo que no permita que la campana baje de manera excesiva evitando que alce el coche y descarrilándolo, también evitando daños en el sensor y láminas por la presión ejercida por los pistones. Debe bajar lo suficiente para poder succionar la lámina.

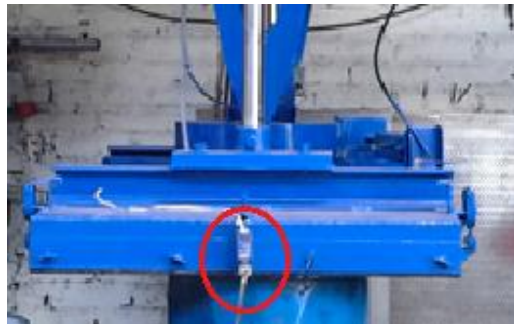


Figura III-79. Final de Carrera Inferior Lámina
Fuente.- Los Autores

El de la parte superior está ubicado en dirección de los topes sujetado por una platina al coche, se debe calibrar para que el cilindro sea incapaz de subir más de lo que lo permitan los topes.



Figura III-80. Final de Carrera Superior Lámina
Fuente.- Los Autores

- Final de Carrera Inferior/Superior Molde: Al igual que el cilindro de la lámina, el cilindro de la ventosa molde posee dos sensores, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

El de la parte inferior está ubicado en la parte intermedia de la campana del molde, se debe calibrar de modo que no permita que la campana baje de manera excesiva evitando que alce el coche y descarrilándolo, también evitando daños en el sensor y moldes por la presión ejercida por los pistones. Debe bajar lo suficiente para poder succionar el molde.



Figura III-81. Final de Carrera Inferior Molde
Fuente.- Los Autores

El de la parte superior está ubicado en dirección de los topes sujetado por una platina al coche, se debe calibrar para que el cilindro sea incapaz de subir más de lo que lo permitan los topes.



Figura III-82. Final de Carrera Superior Molde
Fuente.- Los Autores

- Sensor Inductivo: Debe ir ubicado bajo la banda que transportará el paquete molde-lámina para indicarnos la presencia o ausencia de los mismos, para poder iniciar el programa.



Figura III-83. Sensor Inductivo
Fuente.- Los Autores

CAPÍTULO IV

4. PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1. SOFTWARE

En la respectiva prueba de software del programa correspondiente al PLC se verificó que las entradas se activen mediante pulsos emitidos por LABVIEW y poder obtener la respuesta en la respectiva salida, evitando posibles errores.

De esta manera el programa está listo para ser puesto en funcionamiento el tablero con la máquina desmoldeadora.

Para lo cual se procedió a la siguiente configuración:

4.1.1. NI OPC SERVER

4.1.1.1. Configuración de dispositivos

Para la configuración de los dispositivos primero se debe abrir el programa NI OPC Servers creándose una nueva aplicación para la configuración de los dispositivos, se debe iniciar por la configuración del canal.

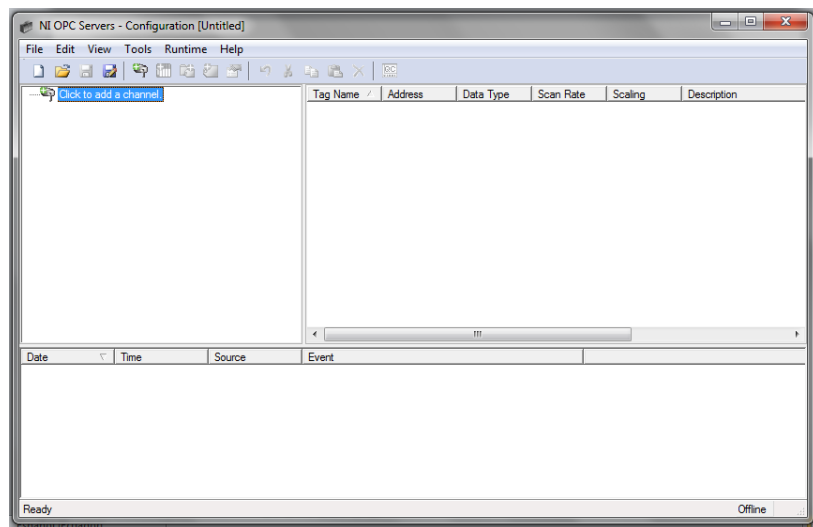


Figura IV-84. Nueva Aplicación
Fuente.- Los Autores

Se asigna el nombre del canal para la identificación, para el controlador, se debe seleccionar MODBUS TCP/IP ETHERNET que se usará para enlazar con el PLC Twido de la desmoldeadora y las siguientes ventanas de configuración se deja por defecto hasta finalizar.

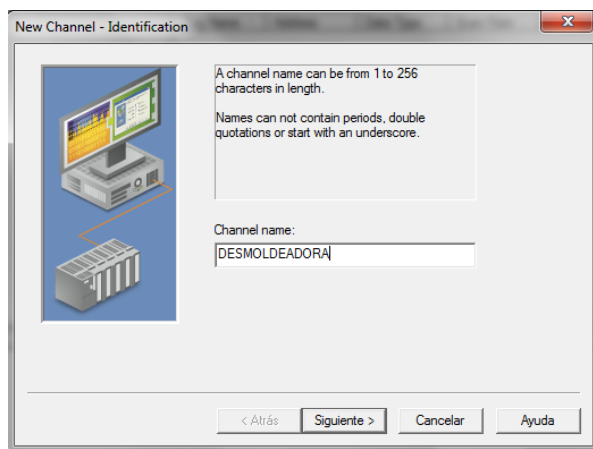


Figura IV-85. Crear un Nuevo Canal-Identificación
Fuente.- Los Autores

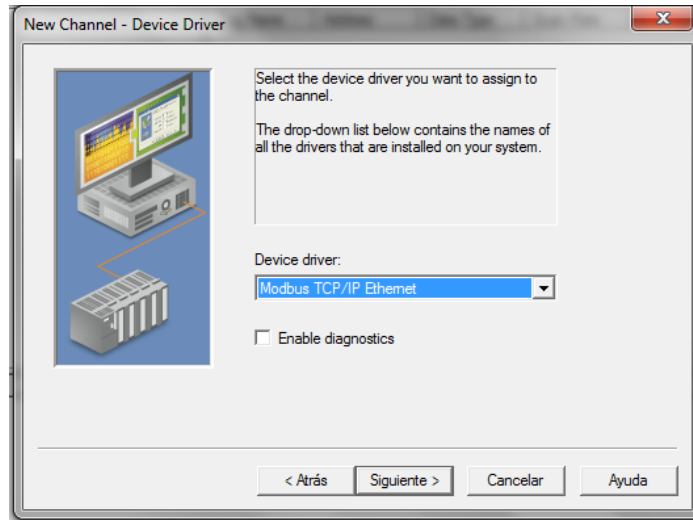


Figura IV-86. Tipo de Controlador
Fuente.- Los Autores

4.1.1.2. Configuración del PLC

Para esta configuración se debe insertar el PLC, asignarle un nombre, el tipo de comunicación en nuestro caso sería Modbus, la dirección IP después de esto las ventanas siguientes serán por defecto hasta su finalización.

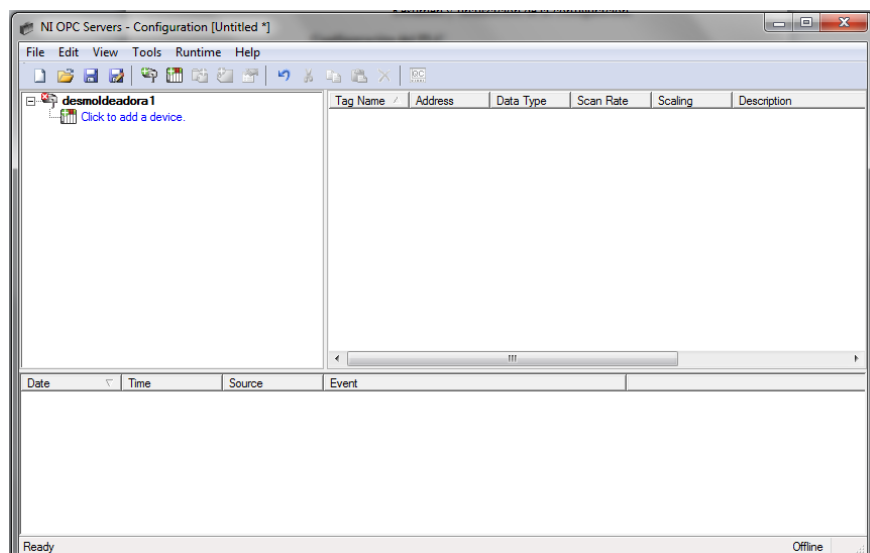


Figura IV-87. Insertar PLC
Fuente.- Los Autores

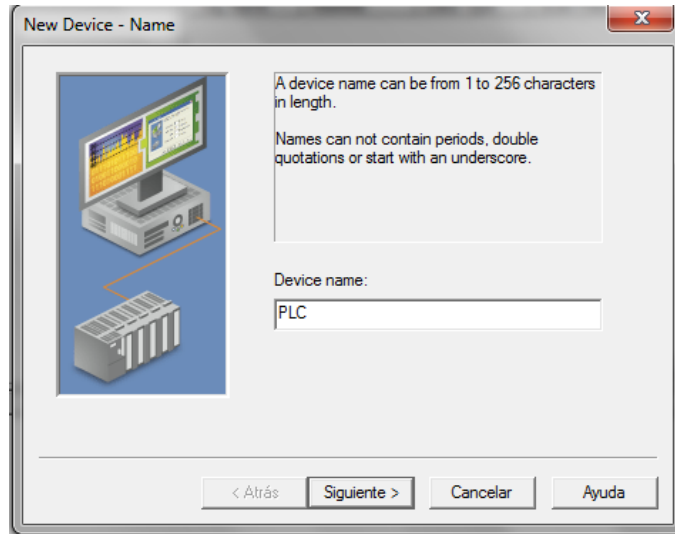


Figura IV-88. Nombre del PLC
Fuente.- Los Autores

4.1.1.3. Direccinamiento de Memorias

Para establecer las conexiones de las memorias del PLC con el NI OPC server se debe aumentar una unidad a la memoria del PLC. Es decir si en el PLC tenemos %M10 en el OPC irá 000011.

Añadimos las tags necesarias y en la pantalla derecha nos mostrará todas las que configuremos.

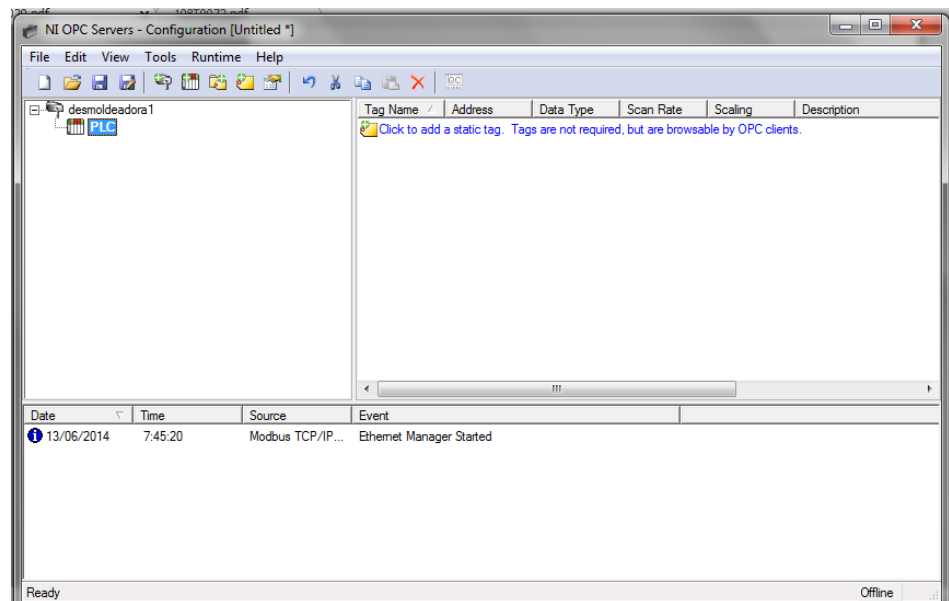


Figura IV-89. Configuración de las Tags
Fuente.- Los Autores

En la ventana de las propiedades de las tags se debe describir el nombre, la dirección, descripción, tipo de dato, tipo de accionamiento y el tiempo de escaneo.

En el presente proyecto empleamos:

- En la selección del tipo de datos manejamos la variable boolean que tiene un valor lógico, 1 o 0, siendo 1 para indicar activación y 0 para indicar desactivación.
- El tipo de accionamiento manejamos las dos opciones de solo lectura para obtener información del PLC, y lectura/escritura para poder leer la información e ingresar información al PLC.

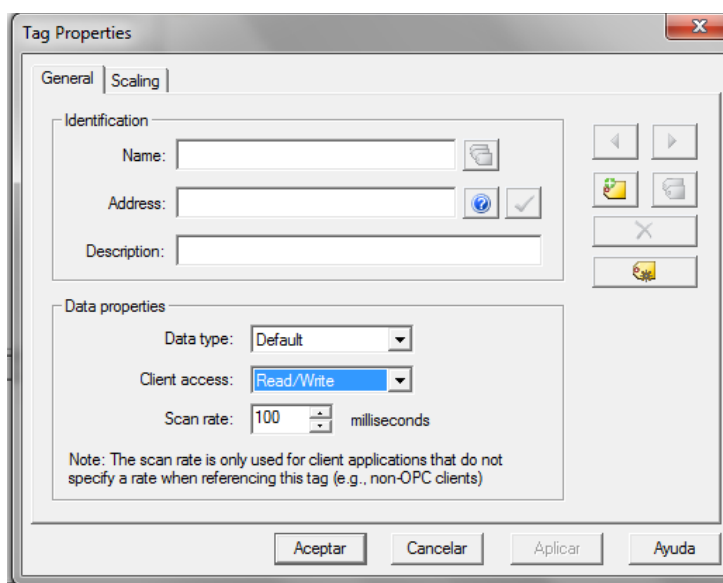


Figura IV-90. Propiedades de las Tags
Fuente.- Los Autores

Se va visualizando la creación de los tag con la configuración realizada.

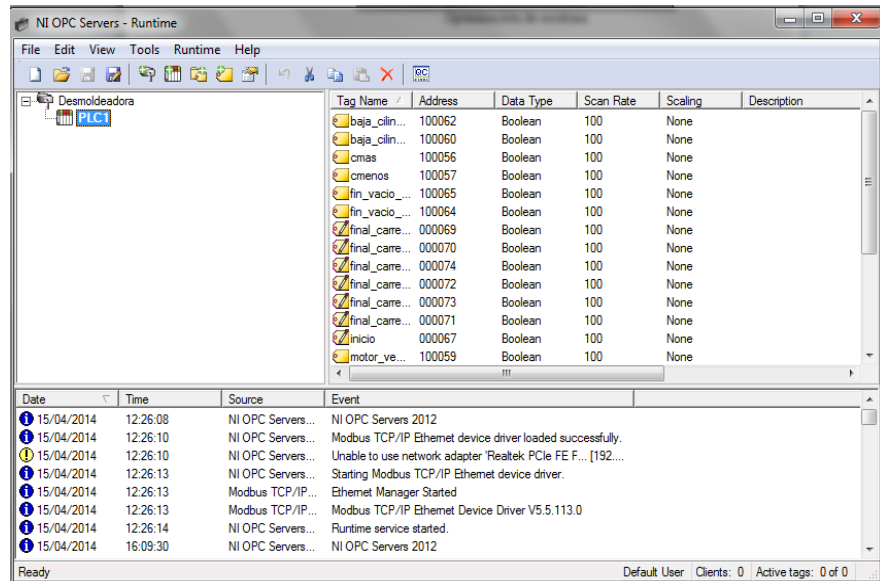


Figura IV-91. Tags Configuradas
Fuente.- Los Autores

4.1.2. LABVIEW

Luego de instalar el software LabVIEW 2012 Versión 12.0, se ejecuta el programa permitiéndonos crear o abrir un proyecto, damos clic en Blank VI para crear un nuevo proyecto y empezar a trabajar creando la interfaz necesaria.

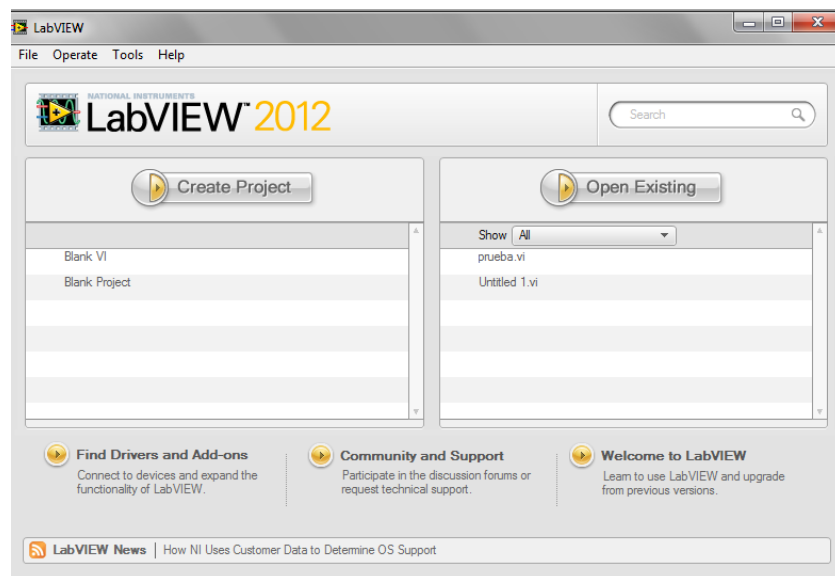


Figura IV-92. Crear o Abrir un Proyecto
Fuente.- Los Autores

La interfaz establecida a continuación fue hecha para las previas pruebas de nuestro programa también para calibrar la distancia a la que se encontraran los sensores y así poder identificar de mejor manera los posibles fallos.

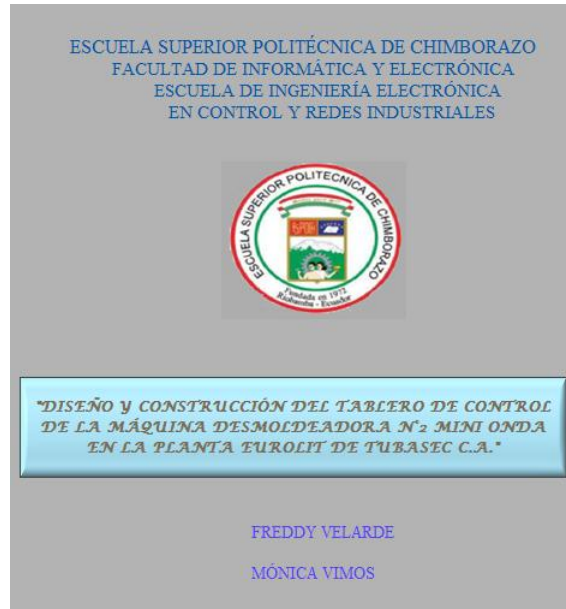


Figura IV-93. Pantalla de Inicio
Fuente.- Los Autores

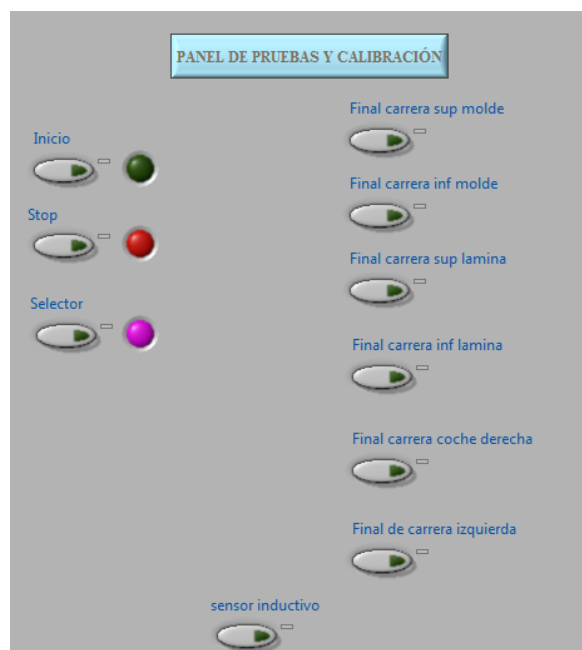


Figura IV-94. Panel de Pruebas y Calibración
Fuente.- Los Autores

4.2. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Se comprobó la activación y desactivación de los sensores, actuadores y botonera para tener un buen funcionamiento del sistema.

Los sensores se verificaron mediante las luces indicadoras del PLC, activando cada uno de estos teniendo una respuesta inmediata.

Los actuadores se probaron por separado antes de ser conectados al tablero de control.

- En lo correspondiente a cilindros, luego de realizar la conexión neumática, se procedió a alimentar los tanques de reserva de aire para tener el aire necesario para el buen funcionamiento de los pistones y se presionó los botones de mando manual de cada una de las electroválvulas que controlan los pistones comprobando así si los mismos suben y bajan y el tiempo que le lleva hacerlo para poder modificar el tiempo en la programación (3s).

El principal problema que se encontró fue la falta de aire proporcionada por la red neumática del área de mantenimiento, por lo que se debió usar una segunda alimentación hacia los reservorios teniendo una presión total de 100 PSI.



Figura IV-95. Cilindros de la Máquina Desmoldeadora
Fuente.- Los Autores

En lo que respecta a cada una de las tapas de los blowers, de igual manera se presionó el mando manual para verificar el cierre y la apertura de la tapa y que no exista un escape da aire al momento de cerrar.

- Tenemos tres motores cada uno con una conexión triángulo, para las conexiones de los dos motores de los blowers se mandó la corriente directamente desde una toma de 440V con una protección de un breaker trifásico de 16A y para el tercer motor de la transmisión se procedió de la misma manera encontrando el problema de que este gira demasiado rápido y por ende había vibración en el coche, para evitar esto se lo controló mediante un variador de frecuencia y reducir el movimiento.



Figura IV-96. Motor de la Transmisión
Fuente.- Los Autores

Mediante pulsos se verificó el funcionamiento de la botonera, teniendo también las luces piloto. La activación de los botones se visualizaba en los relés que controlaban cada uno de los actuadores.

Tabla IV-XIII. Botón Inicio

BOTÓN INICIO	
Desactivado	Activado
	

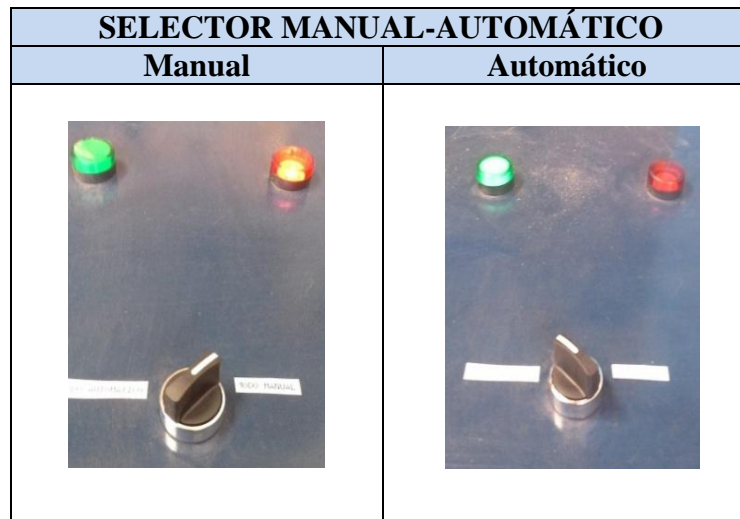
Fuente.- Los Autores

Tabla IV-XIV. Botón Stop



Fuente.- Los Autores

Tabla IV-XV. Selector Manual-Automático



Fuente.- Los Autores

Tabla IV-XVI. Selectores Mando Manual



Fuente.- Los Autores

4.3. RESULTADOS OBTENIDOS

El proceso de desmoldeo depende de la producción diaria de láminas de techo mini onda.

Para determinar los resultados con mayor certeza se empleó los siguientes métodos estadísticos: varianza y dispersión.

Con las muestras recolectadas se obtuvo la siguiente afirmación, la cual se detalla a continuación.

DESMOLDEO SIN MÁQUINA (OPERARIOS)

Tabla IV-XVII. Desmoldeo de Láminas Sin la Máquina

Días	Producción	Desmoldeo
1	575	550
2	550+25	540
3	570+35	555
4	570+50	550
5	565+70	530

Fuente.- Los Autores

Con los datos anteriores obtenemos la media \bar{x} que es la suma de todos los valores obtenidos dividido para el total de valores (N), es decir el promedio.

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\bar{x} = \frac{1}{5} (550 + 540 + 555 + 550 + 530)$$

$$\bar{x} = 545$$

Este valor nos muestra que en promedio semanal se desmoldean 545 láminas diariamente.

Con el valor anterior se calcula la varianza σ^2 del desmoldeo de láminas.

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Donde:

x_i : cada dato

N : Número total de datos

\bar{x} : media aritmética de los datos

$$\sigma^2 = \frac{1}{5} [(550 - 545)^2 + (540 - 545)^2 + (555 - 545)^2 + (550 - 545)^2 + (530 - 545)^2]$$

$$\sigma^2 = 80$$

Para obtener la desviación estándar σ sacamos la raíz cuadrada de la varianza.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$\sigma = \sqrt{80}$$

$$\sigma = 8.944$$

Obtenemos la desviación de la media $D_{\bar{x}}$

$$D_{\bar{x}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|$$

$$D_{\bar{x}} = \frac{1}{5} [|550 - 545| + |540 - 545| + |555 - 545| + |550 - 545| + |530 - 545|]$$

$$D_{\bar{x}} = 8$$

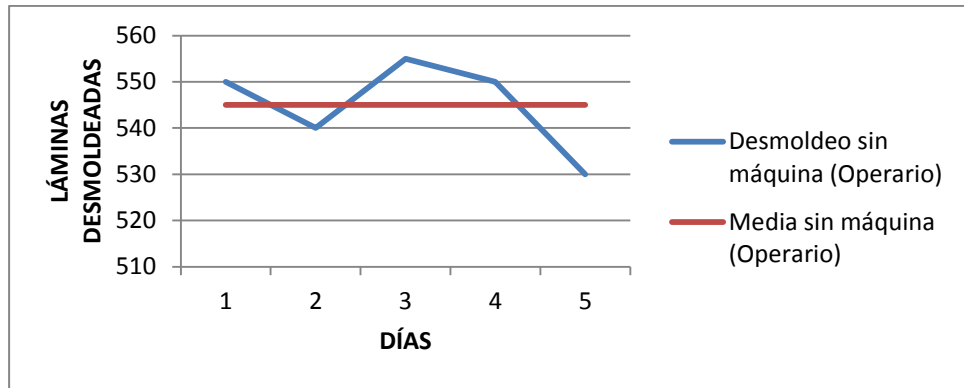


Figura IV-97. Desmoldeo sin Máquina
Fuente.- Los Autores

DESMOLDEO CON MÁQUINA

Tabla IV-XVIII. Desmoldeo de Láminas Con la Máquina

Días	Producción	Desmoldeo
1	575	575
2	550	550
3	570	570
4	570	570
5	565	565

Fuente.- Los Autores

Con los datos anteriores obtenemos la media \bar{x} que es la suma de todos los valores obtenidos dividido para el total de valores (N), es decir el promedio.

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\bar{x} = \frac{1}{5} (575 + 550 + 570 + 570 + 565)$$

$$\bar{x} = 566$$

Este valor nos muestra que en promedio semanal se desmoldean 566 láminas diariamente.

Con el valor anterior se calcula la varianza σ^2 del desmoldeo de láminas.

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Donde:

x_i : cada dato

N : Número total de datos

\bar{x} : media aritmética de los datos

$$\sigma^2 = \frac{1}{5} [(575 - 566)^2 + (550 - 566)^2 + (570 - 566)^2 + (570 - 566)^2 + (565 - 566)^2]$$

$$\sigma^2 = 74$$

Para obtener la desviación estándar σ sacamos la raíz cuadrada de la varianza.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$\sigma = \sqrt{74}$$

$$\sigma = 8.6$$

Obtenemos la desviación de la media $D_{\bar{x}}$

$$D_{\bar{x}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|$$

$$D_{\bar{x}} = \frac{1}{5} [|575 - 566| + |550 - 566| + |570 - 566| + |570 - 566| + |565 - 566|]$$

$$D_{\bar{x}} = 6.8$$

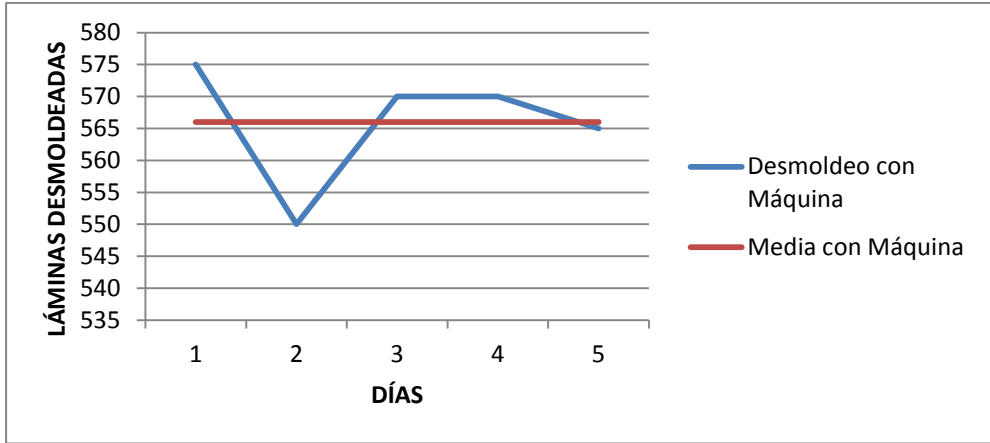


Figura IV-98. Desmoldeo con Máquina
Fuente.- Los Autores

La desviación estándar nos permite determinar cuál de los datos es más confiable o cual representa de mejor manera a la variable analizada por lo que de los 2 casos anteriores podemos decir que el desmoldeo realizado por la máquina es más confiable que el desmoldeo por parte de los operarios debido a que existe un ciclo de trabajo único el cual no es afectado por la fatiga de las personas.

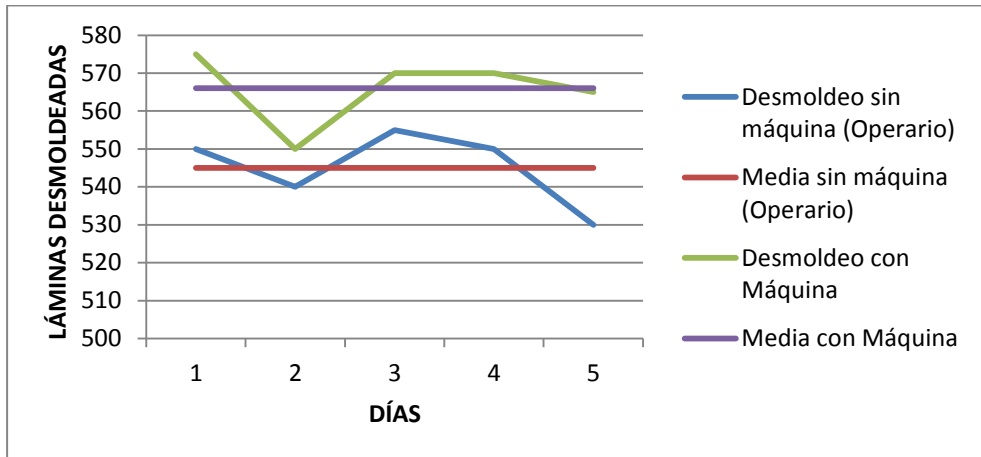


Figura IV-99. Desmoldeo Diario
Fuente.- Los Autores

4.4. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Hipótesis planteada: “El diseño y construcción del tablero de control de la máquina desmoldeadora N.2 mini onda en la planta EUROLIT, ayudará en la optimización del proceso de desmoldeo de las láminas de techo, obteniendo así un incremento en la cantidad de producto entregado por la actual línea manual”.

4.4.1. Optimización del Proceso

Para la optimización del proceso de desmoldeo se tomó en cuenta el tiempo que la línea manual de desmoldeo se demora en terminar un paquete de 25 láminas y el tiempo que se demora la máquina en la misma cantidad.

Al igual se tomó en cuenta los costos de mano de obra en un año con respecto al costo de la máquina.

Tiempo

- La línea manual cuenta con 4 operarios los cuales realizan un tiempo de 4 minutos con 30 segundos aproximadamente en el desmoldeo de un paquete más 5 minutos de descanso entre paquete y paquete, teniendo un total de 9 minutos con 30 segundos.

Dentro de este tiempo se recalca el desgaste físico el cual aumenta los tiempos anteriormente mencionados en el transcurso del día por lo que tienen un sobrante de paquetes por desmoldear al final del día.

- La línea automática cuenta con 1 operario el mismo que solo se encargará de iniciar la máquina y supervisar el proceso, la máquina se demorará un total de 4 minutos con 52 segundos aproximadamente en desmoldear un paquete completo.

La máquina trabajará continuamente sin descanso hasta terminar de desmoldear todos los paquetes.

Costos

Línea Manual

Tabla IV-XIX. Presupuesto Mano de Obra Línea Manual

Nombre	S. Mensual	S. Anual	De. Tercer	De. Cuarto	Apo. Patronal	TOTAL U.
Operario 1	400	4 800	400	340	535,20	6 075,20
Operario 2	400	4 800	400	340	535,20	6 075,20
Operario 3	400	4 800	400	340	535,20	6 075,20
Operario 4	400	4800	400	340	535,20	6 075,20
TOTAL						24 300,80

Fuente.- Los Autores

Línea Automática

Tabla IV-XX. Presupuesto Máquina

Construcción de la Máquina	13 000
Tablero de Control	5 284,56
TOTAL	18 284,56

Fuente.- Los Autores

Tabla IV-XXI. Presupuesto Mano de Obra

Nombre	S. Mensual	S. Anual	De. Tercer	De. Cuarto	Apo. Patronal	TOTAL U.
Operario 1	400	4 800	400	340	535,20	6 075,20
TOTAL						6 075,20

Fuente.- Los Autores

Tabla IV-XXII. Presupuesto Costos Indirectos de Fabricación

Concepto	Importe parcial	Importe anual
Depreciación	1828,45 anual	1 828,45
Serv. Públicos	110 mensual	1320
TOTAL		3148,45

Fuente.- Los Autores

○ *Presupuesto General Primer Año*

Tabla IV-XXIII. Presupuesto General Primer Año

Máquina	18 284,56
Mano de Obra	6 075,20
Costos Indirectos de Fabricación	3148,45
TOTAL	27 508,21

Fuente.- Los Autores

Mediante los factores analizados nos podemos dar cuenta que el tiempo de desmoldeo por parte de la línea manual es superior con respecto al de la línea automática, mientras que los costos representarán una gran inversión debido a las ganancias que la empresa tendrá a corto y largo plazo.

Tabla IV-XXIV. Comparación de Factores

FACTORES	LÍNEA MANUAL	LÍNEA AUTOMÁTICA
Tiempo desmoldeo	9.30	4.52
Costo Anual	24 300,80	27 508,21

Fuente.- Los Autores

4.4.2. Producto Entregado

Cada semana tenemos una producción total de 2830 láminas y al entrar al proceso de desmoldeo de acuerdo a los resultados obtenidos anteriormente tenemos:

- En la línea manual de desmoldeo tenemos un sobrante de 105 láminas por desmoldear lo cual implica una pérdida a la semana de \$ 1 155,00.

Tabla IV-XXV. Producto Entregado por la Línea Manual

Días	Producción	Desmoldeo
1	575	550
2	550+25	540
3	570+35	555
4	570+50	550
5	565+70	530

Fuente.- Los Autores

- En la línea automática o con la máquina desmoldeadora no tenemos ningún sobrante lo que implica una ganancia de \$ 1 155,00 semanal.

Tabla IV-XXVI. Producto Entregado por la Línea Automática

Días	Producción	Desmoldeo
1	575	575
2	550	550
3	570	570
4	570	570
5	565	565

Fuente.- Los Autores

En base a las pruebas realizadas y a los cálculos obtenidos se observó que con la línea automática mejora el proceso de desmoldeo elevando la producción de láminas mini onda en un 3.7% estimado, en relación a la etapa de fraguado.

Se logró comprobar la hipótesis mediante la optimización de cada una de las variables que son parte del proceso por ende tenemos una mayor cantidad de producto entregado para sus respectivas ventas.

CONCLUSIONES

- Al diseñar y construir un tablero de control para una máquina desmoldeadora de techos mini onda se obtuvo un sistema rápido y más confiable en el proceso de desmoldeo, esto se comprobó mediante métodos estadísticos los cuales nos arrojaron datos concretos teniendo una optimización en el proceso.
- El diseño del tablero permite ubicar los elementos en el lugar adecuado para que no haya interferencias con los demás elementos al momento de ser energizado evitando daños a corto o largo plazo.
- La implementación de un tablero de control para controlar una máquina desmoldeadora de techos nos facilita el proceso de desmoldeo de láminas de una manera segura y eficiente, aumentando así la productividad, dicho tablero es la parte principal del sistema en el cual encontramos diferentes dispositivos tales como: protección, control, maniobra y señalización los mismos que permiten que la instalación funcione adecuadamente.
- El tablero de mando y potencia permite la interacción entre las dos partes tanto mando como actuadores de modo que sean capaces de realizar cada una de las acciones requeridas por el proceso.
- La mejor manera de controlar un proceso complejo es a través de un PLC ya que es un dispositivo electrónico mediante el cual podemos desarrollar trabajos de automatización y utiliza una memoria programable para guardar la información.
- Los planos eléctricos son una parte fundamental en el cableado de los dispositivos ayudando a la ubicación de los mismos, previniendo conexiones erróneas que afectarán al sistema y son utilizados en el caso de cambios de componentes así como en el mantenimiento.

RECOMENDACIONES

- Previo a la construcción de un tablero de control se debe tener un diseño establecido tomando en cuenta las medidas de los componentes.
- Para realizar la programación es importante conocer el proceso que se desea que realice.
- Para las conexiones del tablero se debe realizar un diagrama y seguir este facilitando la conexión del tablero evitando errores al momento de encender el proceso de la máquina.
- Seguir las instrucciones de los manuales y planos eléctricos para evitar inconvenientes en el funcionamiento del sistema y previniendo daños futuros.
- Cuando se trabaja con voltajes elevado se debe utilizar las respectivas protecciones ya que de no hacerlo puede causar daños a la integridad física.

RESUMEN

Se diseñó y construyó un tablero de control de la máquina desmoldeadora N.2 mini onda en la Planta Eurolit de TUBASEC C.A., Riobamba, que será utilizado en el proceso de desmoldeo.

Para el diseño se empleó Autocad que facilita el diseño de planos eléctricos y distribución del tablero, en su constitución se utilizaron elementos de protección, control, mando y luces indicadoras para la activación/desactivación de las cargas, que se encuentran alojados en un gabinete metálico.

El control automático de desmoldeo se realizó con el Controlador Lógico Programable (PLC) TWRCAE40DRF el cual se encarga de llevar a la maquina a condiciones de inicio para empezar el ciclo de trabajo secuencial.

Los Softwares: Proteus se usó para el diseño de placas electrónicas, ApacheOffice, facilito el diseño del diagrama grafico funcional etapa transición (GRAFCET), Twido Suite permitió la programación del PLC para el control automático del proceso.

Con las pruebas realizadas y en base a los cálculos realizados, se observó que mejoro el proceso de desmoldeo elevando la producción de láminas mini onda en un 3.7% estimado, en relación a la etapa de fraguado.

En conclusión, el tablero diseñado y construido, puede controlar el proceso de desmoldeo acorde a los requerimientos de la empresa.

Palabras Clave: /TABLERO ELECTRÓNICO DE CONTROL AUTOMÁTICO/
PROCESO DE DESMOLDEO/ SISTEMAS DE CONTROL AUTOMÁTICO/
PRODUCCIÓN DE LÁMINAS DE FIBROCEMENTO/ EMPRESA TUBASEC C.A.

SUMMARY

It was designed and built a board of control of the demolding machine N.2 mini wave in the Plant Eurolit of TUBASEC C.A., Riobamba, that will be used in the demolding process.

For the design Autocad was used that facilitates the design of electric planes and distribution of the board, in its construction protection elements, control, control and indicative lights for the activation/disabling of the loads were used that are housed in a metallic cabinet.

The automatic control of demolding was carried out with the Programmable Logical Controller (PLC) TWRCAE40DRF which takes charge of taking to the machine to beginning conditions to begin the sequential operation cycle.

The Softwares: Proteus was used for the design of electronic badges, ApacheOffice, it facilitated the design of the functional graphic diagram transition stage (GRAFCET), TwidoSuite allowed the programming of the PLC for the automatic control of the process.

With the realized tests and based on the realized calculations, it was observed that it improved the demolding process by raising the production of foils mini wave in an estimated 3.7%, in relation to the setting stage.

In conclusion, the board of control designed and built, can control the process of demolding according to the requirements of the company.

Password: / ELECTRONIC BOARD OF AUTOMATIC CONTROL / PROCESS OF DEMOLDING/ SYSTEMS OF AUTOMATIC CONTROL / PRODUCTION OF SHEETS OF FIBROCEMENT / COMPANY TUBASEC C.A.

ANEXOS

ANEXO 1. Manual de Usuario

MANUAL DE USUARIO MAQUINA DESMOLDEADORA MINI ONDA

TUBASEC C.A



Las instrucciones que se detallan a continuación tienen el fin de precautelar la seguridad del operario así como el buen uso de la máquina la cual debe ser manejada con precaución y solo por personal autorizado.

En este manual se encontrarán las funciones de cada uno de los elementos del tablero de mando así como también las partes principales de la máquina que usted debe saber para poder ponerla en funcionamiento.

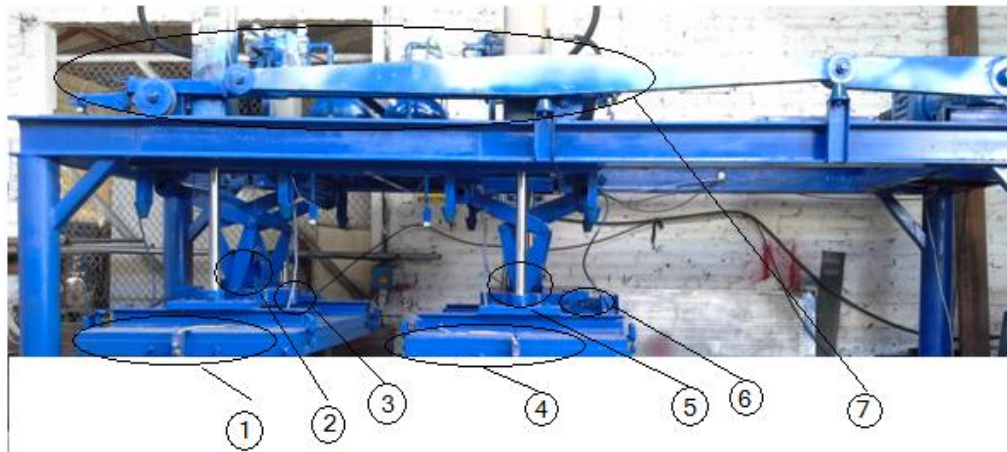
Precauciones:

- Bajo ningún motivo ubicarse bajo las ventosas de la máquina cuando esté encendida.
- Los componentes de la máquina solo deben ser manipulados por personal autorizado.
- En caso de daños o fallas consulte con el departamento de mantenimiento.
- Recuerde que está trabajando con altos voltajes así que no se exponga a ningún cable ni lo manipule.

Nota:

Antes de realizar cualquier acción verifique que los paquetes de láminas utilizados para la máquina se encuentren debidamente ubicados y que no exista obstáculo en la trayectoria de descenso de las ventosas.

Partes elementales de la máquina.



La máquina está dividida básicamente en 3 secciones las cuales son:

Parte del molde:

1. Ventosa
2. Blower (Soplador)
3. Tapa del Blower (Soplador)

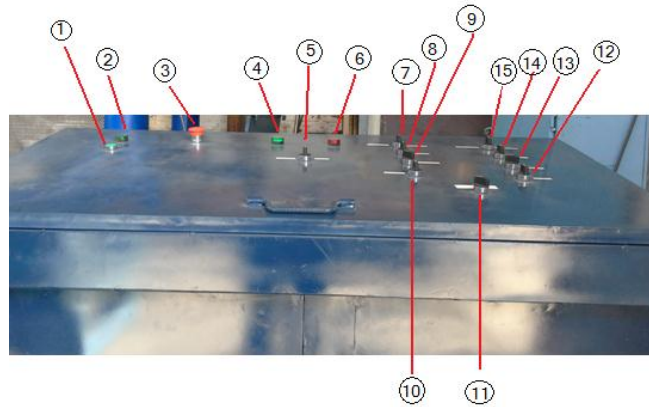
Parte de la Lámina:

4. Ventosa
5. Blower(Soplador)
6. Tapa del Blower (Soplador)

Coche de Traslación:

7. Coche de traslación.

Tablero de control máquina desmoldeadora mini onda



Numeración	Nombre		Descripción
1	Botón de Inicio.		Inicia el proceso de desmolde.
2	Luz de Inicio.		Indica que se está ejecutando el proceso en forma automática.
3	Stop.		Detiene la máquina y la regresa a la posición inicial.
4	Luz de modo Automático.		Indica que el modo automático se encuentra habilitado.
5	Selector manual o Automático.		Permite cambiar la maquina a modo manual para la manipulación de todo el proceso desde la botonera.
6	Luz de modo Manual.		Indica que el modo manual se encuentra habilitado.
7	Apartado correspondiente modo manual del molde.	Subir o bajar ventosa.	Al encontrarse el selector hacia el lado derecho la ventosa baja y caso contrario al estar al lado izquierdo sube.
8		Encender Blower.	Activa el Blower para que la ventosa pueda sujetar el molde.
9		Cerrar tapa del Blower.	Genera un vacío permitiendo la expulsión del molde sujetado.

10	Apartado correspondiente	Giro derecha.	Avanza el coche hacia la derecha.
11	al modo manual del coche.	Encender Variador.	Habilita la movilidad del coche.
12		Giro izquierda	Avanza el coche hacia la izquierda.
13	Apartado correspondiente	Cerrar tapa del Blower.	Genera un vacío permitiendo la expulsión del molde sujetado.
14	al modo manual de la lámina.	Encender Blower.	Activa el Blower para que la ventosa pueda sujetar la lámina.
15		Subir o bajar ventosa.	Al encontrarse el selector hacia el lado derecho la ventosa baja y caso contrario al estar al lado izquierdo sube.

Tipos de selectores y Botones.

- **Botón de Inicio:** Pulsador normalmente abierto activación al pulsar.
- **Stop:** Botón pulsador tipo Hongo que se debe girar para desactivar.
- **Selectores de tres posiciones:** Selector manual o Automático, Subir o bajar ventosa. En estos selectores la posición central se encuentra desactivada.
- **Selectores de dos posiciones:** Encender Blower, cerrar tapa del Blower, giro derecha, encender variador, giro izquierda, funcionalidad a manera de interruptores normalmente abiertos con una posición deshabilitada.

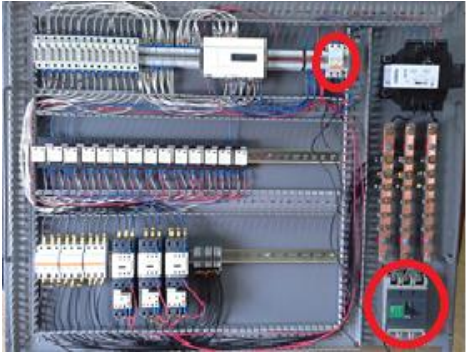
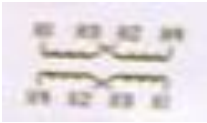


Recomendaciones


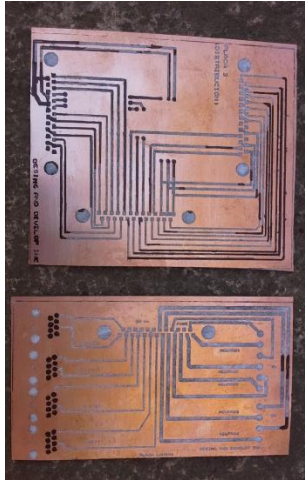
- Por seguridad no tocar los dispositivos electrónicos ni las conexiones del tablero cuando esté energizado.
- Los dispositivos que se dañen solo podrán ser reemplazados por elementos de la misma serie.
- Realizar un mantenimiento preventivo una vez al mes para el óptimo funcionamiento del sistema.

ANEXO 2. Manual Técnico


A continuación se detallará algunos de los problemas que puede presentarse en el proceso y las posibles soluciones para su buen funcionamiento.


PROCESO NO ARRANCA

POSIBLES CAUSAS	POSIBLES SOLUCIONES	GRÁFICO DE UBICACIÓN
Falta de energía.	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el voltaje de alimentación con un multímetro. • Encender los breakers especificados en el gráfico. 	
Desconexión de los bornes de 110V del transformador.	<ul style="list-style-type: none"> • Conectar los bornes de 110V del transformador de acuerdo a la siguiente configuración. 	
Daño del fusible que se encuentra en el neutro proveniente del transformador	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar el fusible deteriorado por otro de las mismas especificaciones. 	




<p>PLC en STOP</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Volver a cargar el programa y ponerle en RUN. • Verificar que el indicador lumínico de RUN esté encendido. • Presionar el botón STOP para que se regrese a la posición inicial. 	
<p>Falla en las tarjetas electrónicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el buen estado de las tarjetas es decir que las pistas de conexión no estén entre cortadas. • Comprobar que los pines de los dispositivos no estén haciendo contacto con la parte metálica de sus cajas. • En el caso que alguna tarjeta electrónica se encuentre deteriorada intercambiar por su respectivo repuesto. 	

EL PLC ENCIENDE PERO LOS ACTUADORES NO LO HACEN




<p>POSIBLES CAUSAS</p>	<p>POSIBLES SOLUCIONES</p>	<p>GRÁFICO DE UBICACIÓN</p>
<p>Daños en los fusibles de salida del PLC.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar el fusible deteriorado por otro de las mismas especificaciones. 	

Falla de los relés	<ul style="list-style-type: none"> • Con el multímetro verificar que la bobina se active y desactive. • En caso de no activarse cambiar la cabeza del relé. • Revisar las conexiones en los pines del relé. 	
Daño del cable que transporta las señales desde y hacia la máquina.	<ul style="list-style-type: none"> • Volver a reconectar el cable y si el daño persiste cambiar por su repuesto. 	


NO SE ENCIENDEN LOS BLOWERS


POSIBLES CAUSAS	POSIBLES SOLUCIONES	GRÁFICO DE UBICACIÓN
Relé de activación	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar que los relés #1 y #2 correspondientes al blower de la lámina y del molde estén bien conectados. 	
Falla en los contactores y relés térmicos	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar que los contactores #1 y #2 se activen y los térmicos tenga el amperaje necesario para arrancar el motor. 	
Botón STOP	<ul style="list-style-type: none"> • Girar el botón STOP en el sentido que le indican las flechas y volver a dar el pulso de inicio para la activación. 	

NO SE MUEVE EL COCHE



POSIBLES CAUSAS	POSIBLES SOLUCIONES	GRÁFICO DE UBICACIÓN
Falla en el variador	<ul style="list-style-type: none">• Volver a reconectar el variador de frecuencia.• Reprogramar el variador utilizando su manual respectivo.	
Falla del contactor y relé térmico	<ul style="list-style-type: none">• Revisar que el contactor #3 se activen y el térmico tenga el amperaje necesario para arrancar el motor.	
Falla en los relés que controlan los giros	<ul style="list-style-type: none">• Comprobar que el relé #12 esté bien conectados.	

NO SUELTA EL MOLDE




POSIBLES CAUSAS	POSIBLES SOLUCIONES	GRÁFICO DE UBICACIÓN
Relé de activación del cilindro de apertura	<ul style="list-style-type: none">• Comprobar si el relé #7 está bien conectado y en buen estado .	

<p>Falla en las electroválvula</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que las electroválvulas estén alimentadas eléctricamente. • Verificar que la presión de aire de los tanques de reserva sea de 100 PSI. 	




NO SUELTA LA LÁMINA

<p>POSIBLES CAUSAS</p>	<p>POSIBLES SOLUCIONES</p>	<p>GRÁFICO DE UBICACIÓN</p>
<p>Relé de activación del cilindro de apertura</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar si el relé #8 está bien conectado y en buen estado . 	
<p>Falla en las electroválvula</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar que las electroválvulas estén alimentadas eléctricamente. • Verificar que la presión de aire de los tanques de reserva sea de 100 PSI. 	

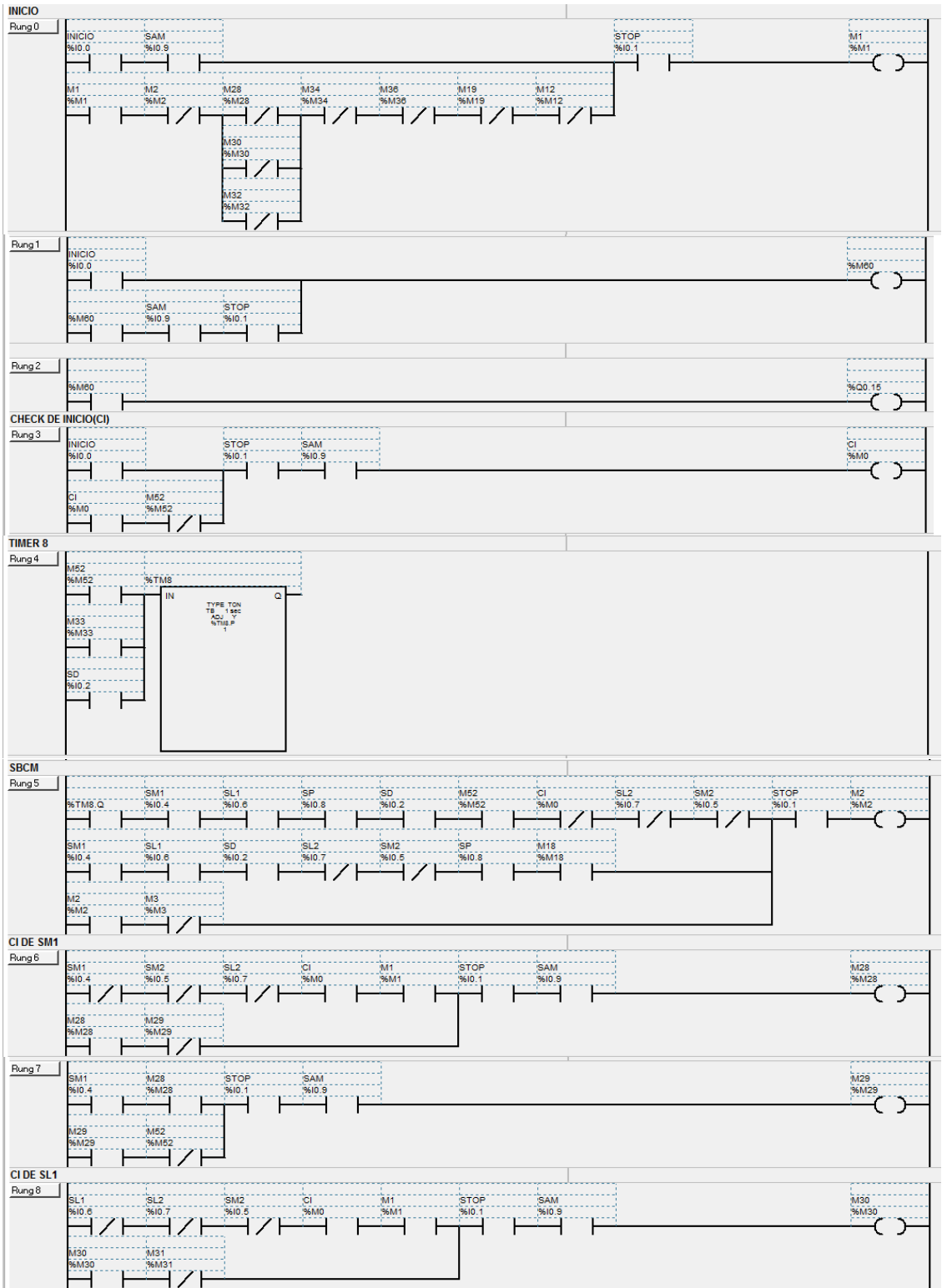
NO BAJA/SUBE LA VENTOSA MOLDE

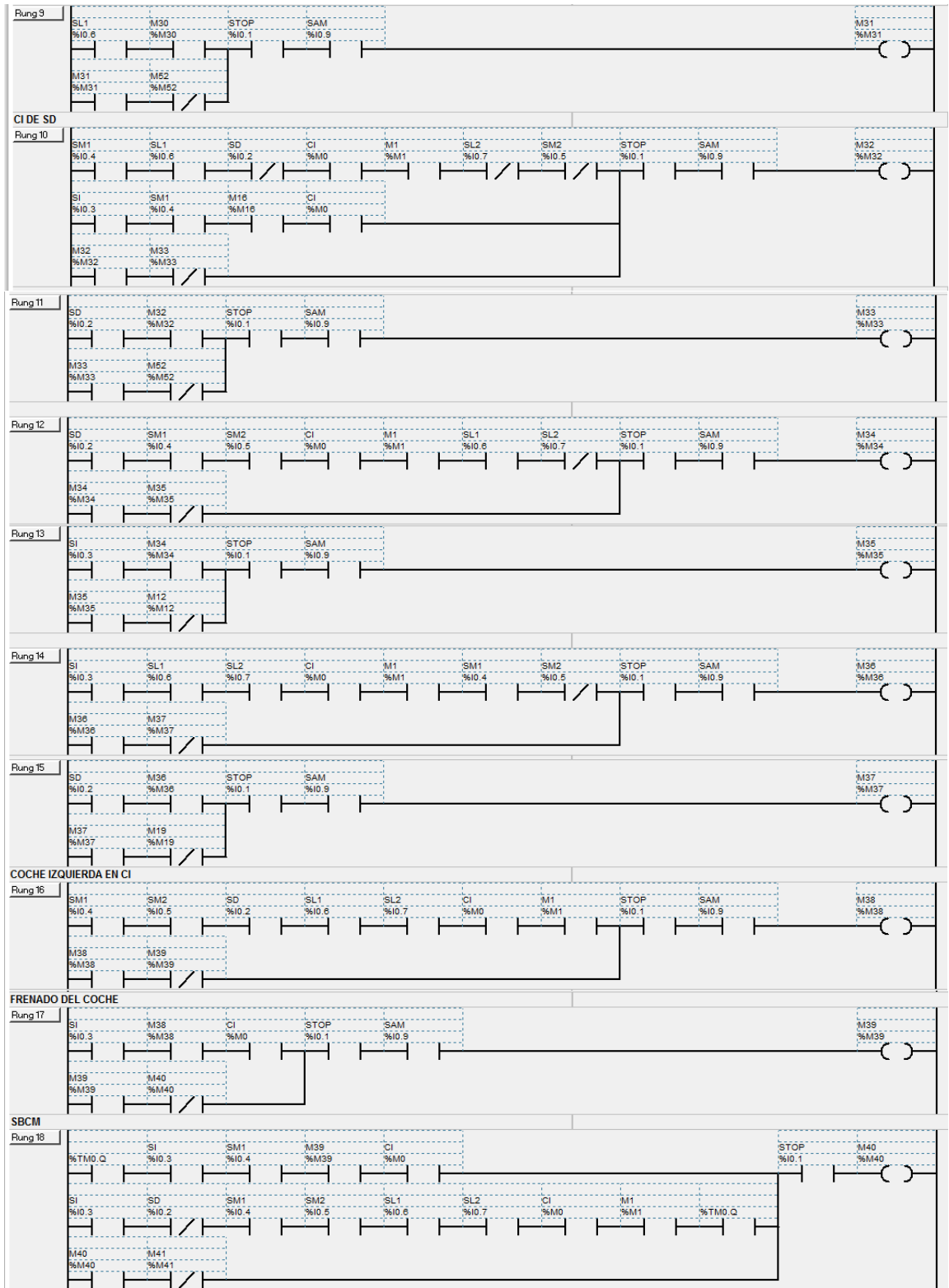
POSIBLES CAUSAS	POSIBLES SOLUCIONES	GRÁFICO DE UBICACIÓN
Selector Automático-manual	<ul style="list-style-type: none">El selector deberá estar en la posición de automático para que el sistema funcione.	
Relé de activación	<ul style="list-style-type: none">Comprobar si el relé #3 y #4 de bajada y subida respectivamente estén bien conectados y en buen estado. correspondiente al	
Falla en las electroválvula	<ul style="list-style-type: none">Verificar que las electroválvulas estén alimentadas eléctricamente.Verificar que la presión de aire de los tanques de reserva sea de 100 PSI.	
Final de Carrera	<ul style="list-style-type: none">Si no sube la ventosa verificar que el final de carrera de la parte inferior esté bien calibrado.Accionarlo para observar si el final de carrera cambia de estado	

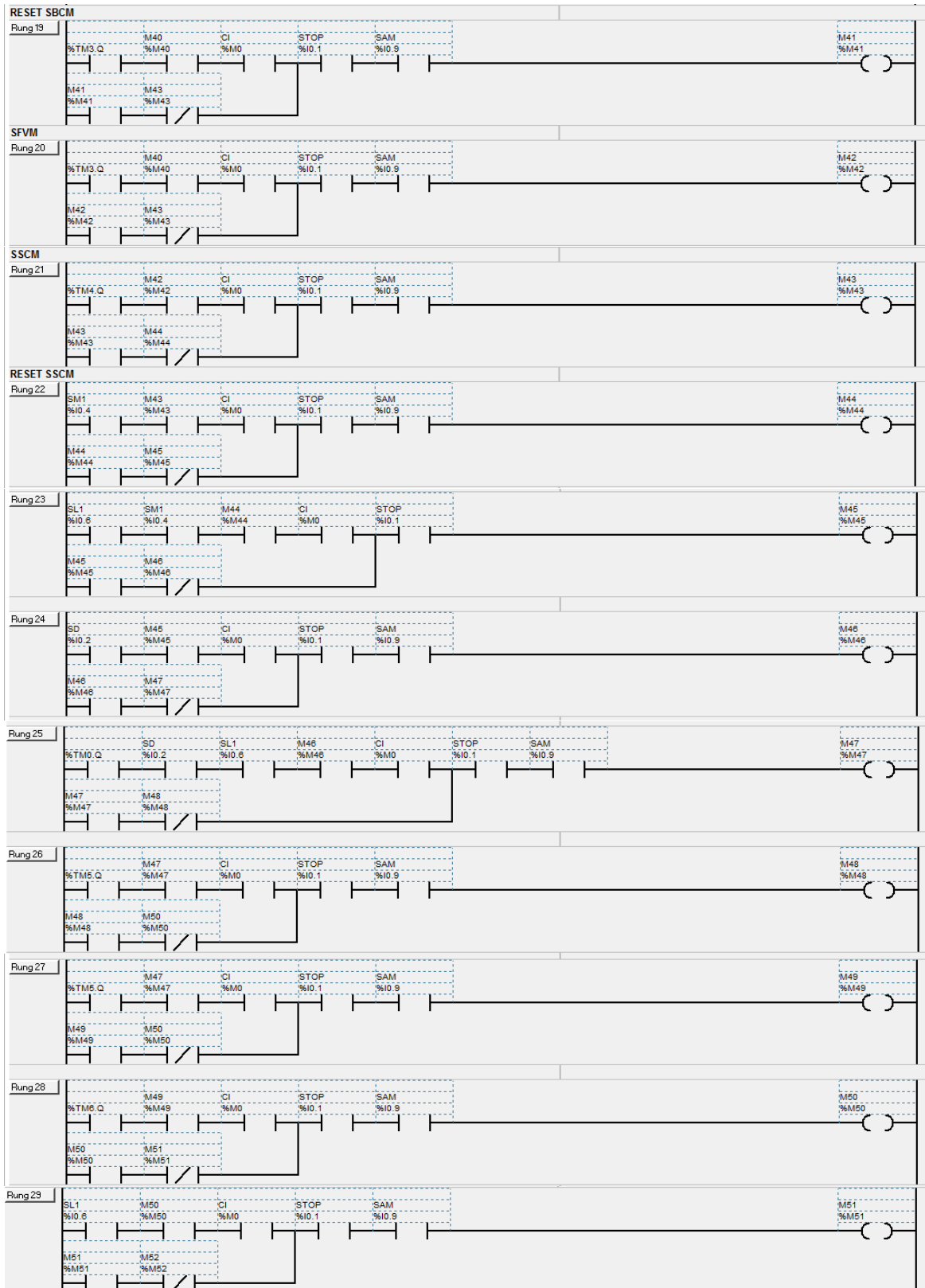
NO BAJA/SUBE LA VENTOSA LÁMINA

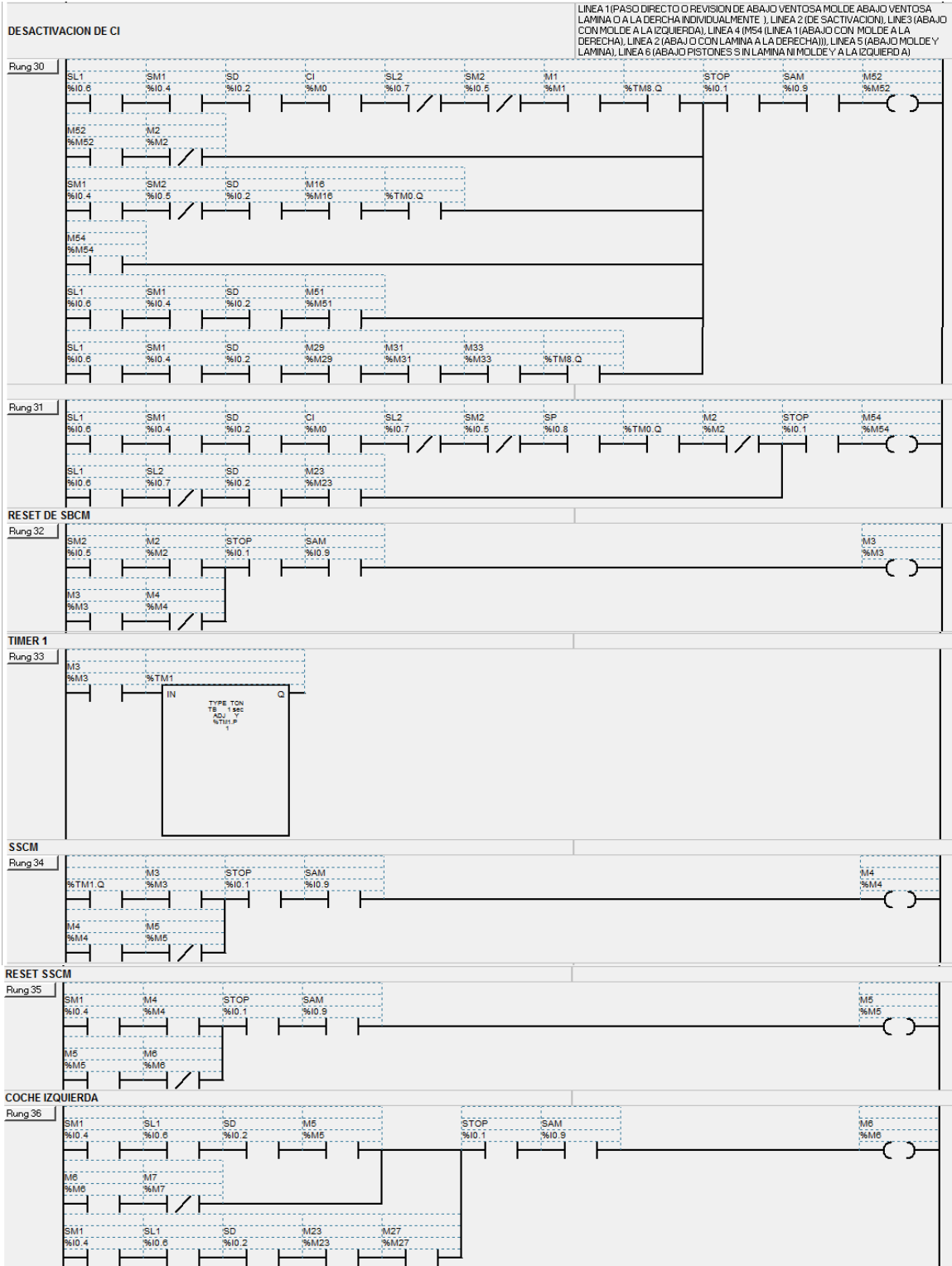
POSIBLES CAUSAS	POSIBLES SOLUCIONES	GRÁFICO DE UBICACIÓN
Final de Carrera	<ul style="list-style-type: none">• Si no sube la ventosa verificar que el final de carrera de la parte inferior esté bien calibrado.• Accionarlo para observar si el final de carrera cambia de estado	
Selector Automático-manual	<ul style="list-style-type: none">• El selector deberá estar en la posición de automático para que el sistema funcione.	
Relé de activación	<ul style="list-style-type: none">• Comprobar si el relé #5 y #6 de bajada y subida respectivamente estén bien conectados y en buen estado. correspondiente al	
Falla en las electroválvula	<ul style="list-style-type: none">• Verificar que las electroválvulas estén alimentadas eléctricamente.• Verificar que la presión de aire de los tanques de reserva sea de 100 PSI.	

ANEXO 3. Programación del PLC en TwidoSuite

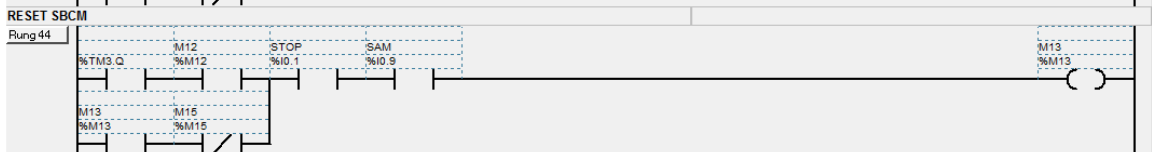
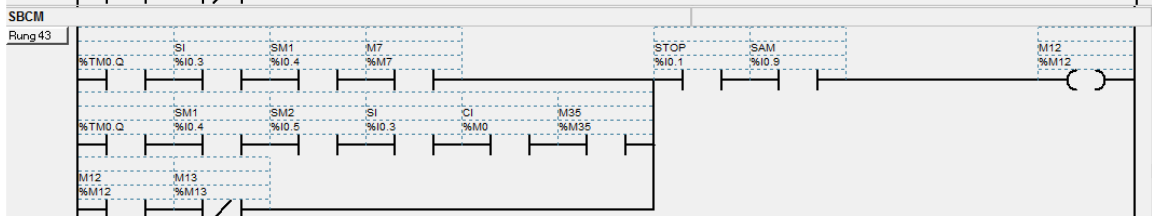
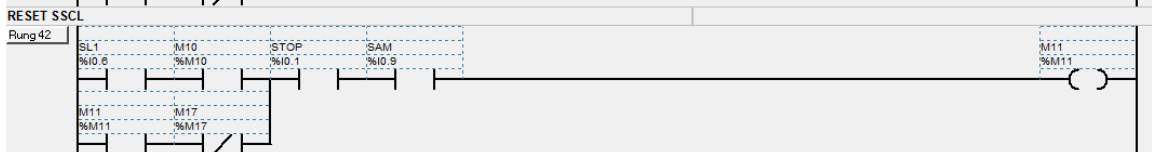
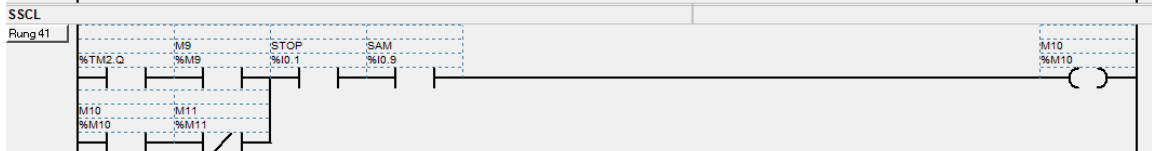
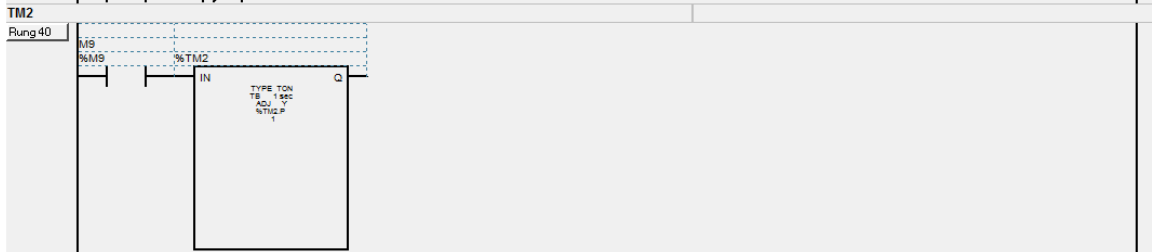
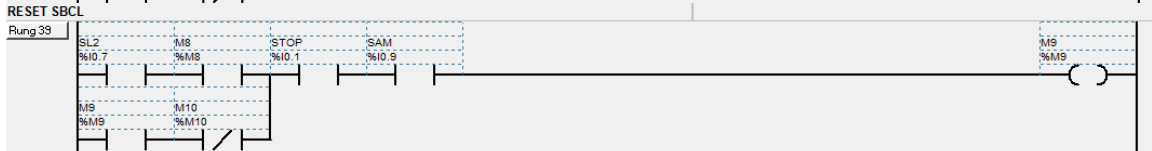
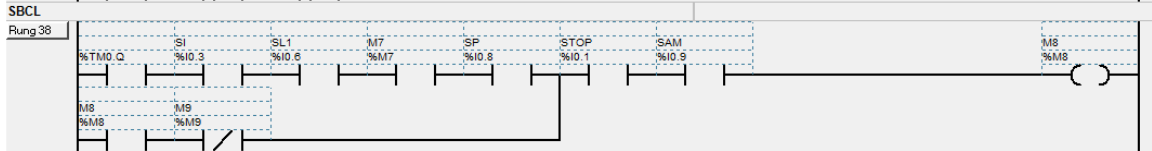
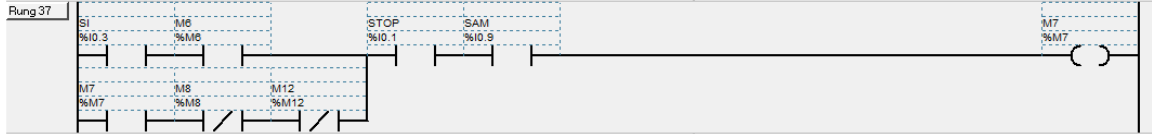


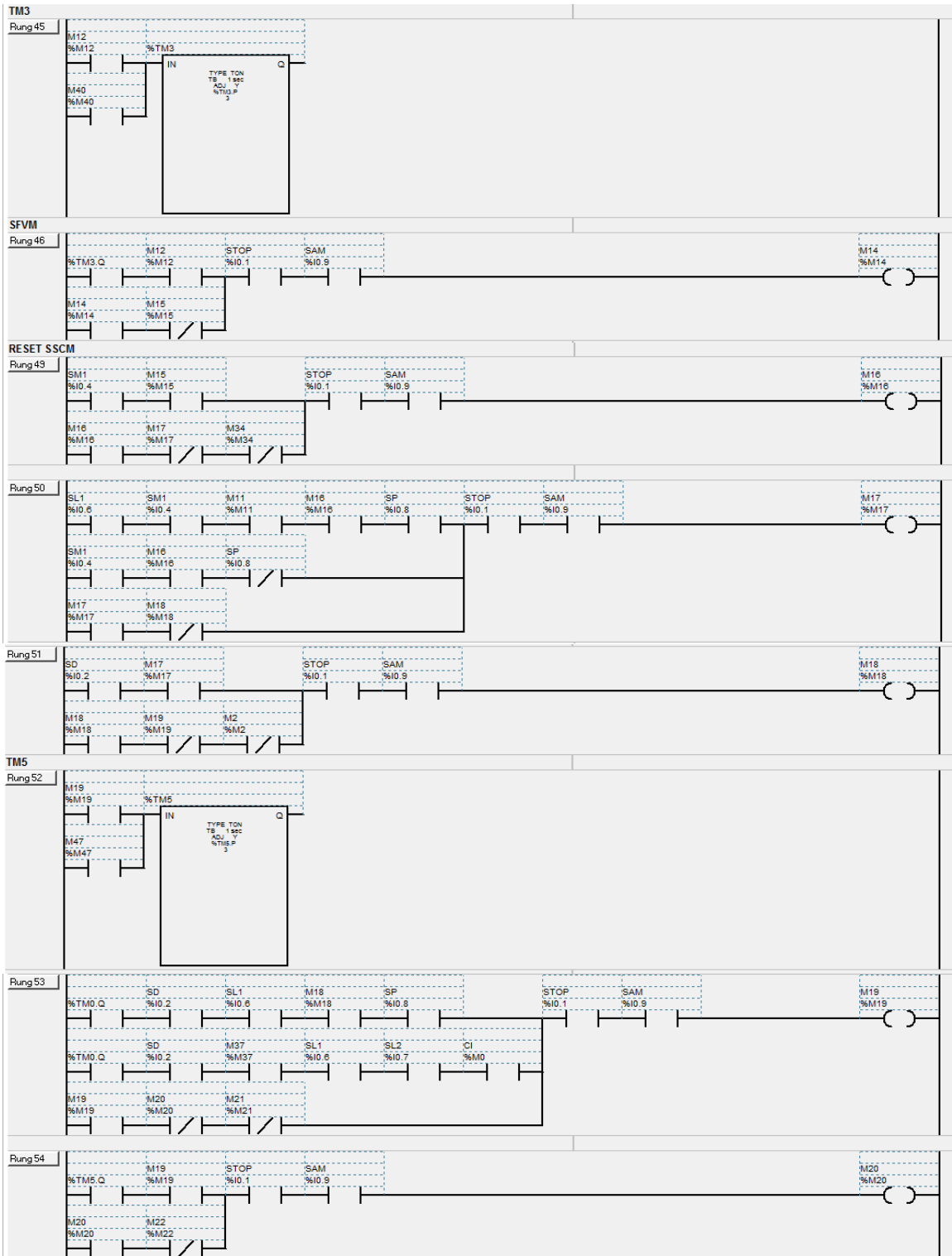


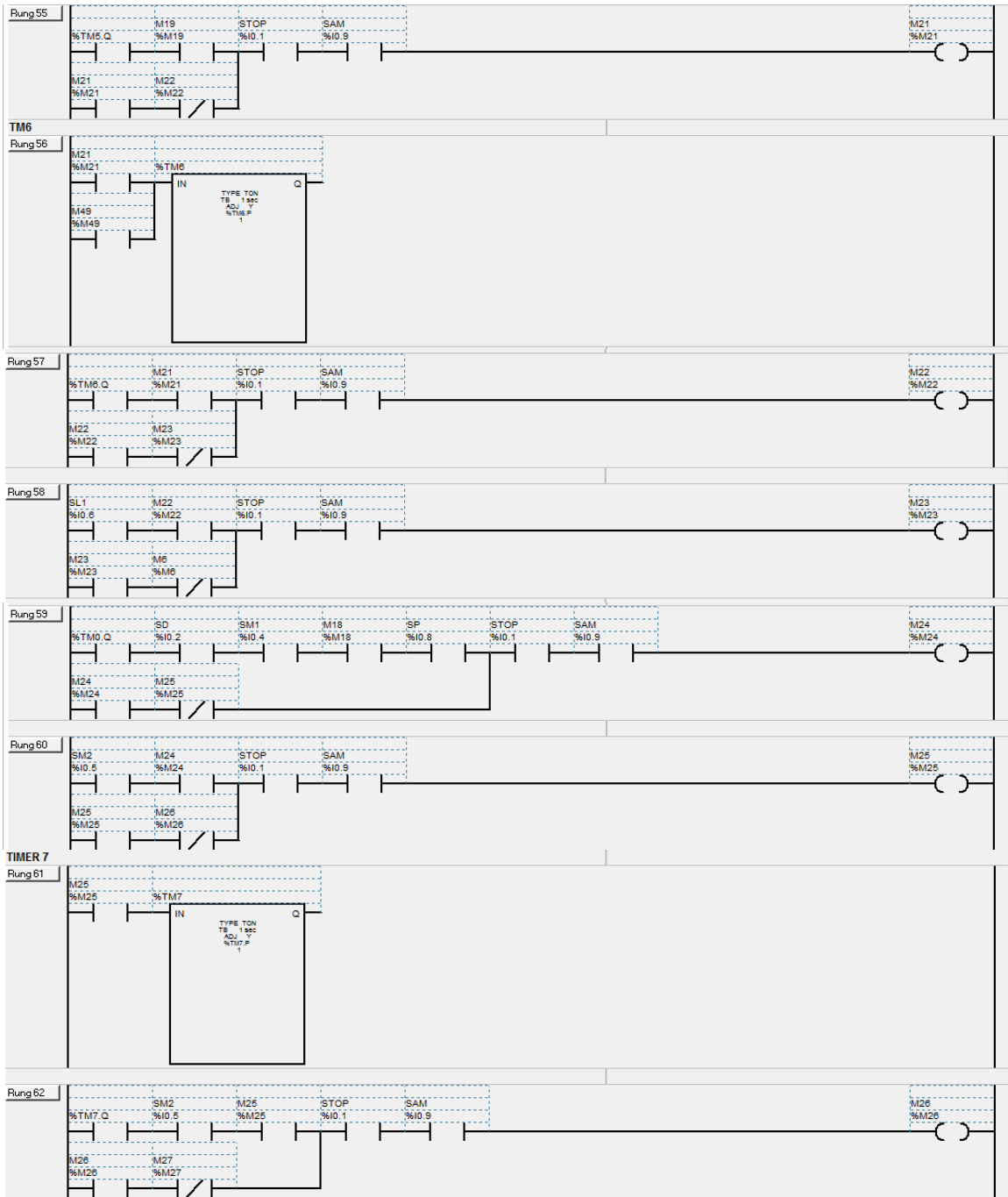


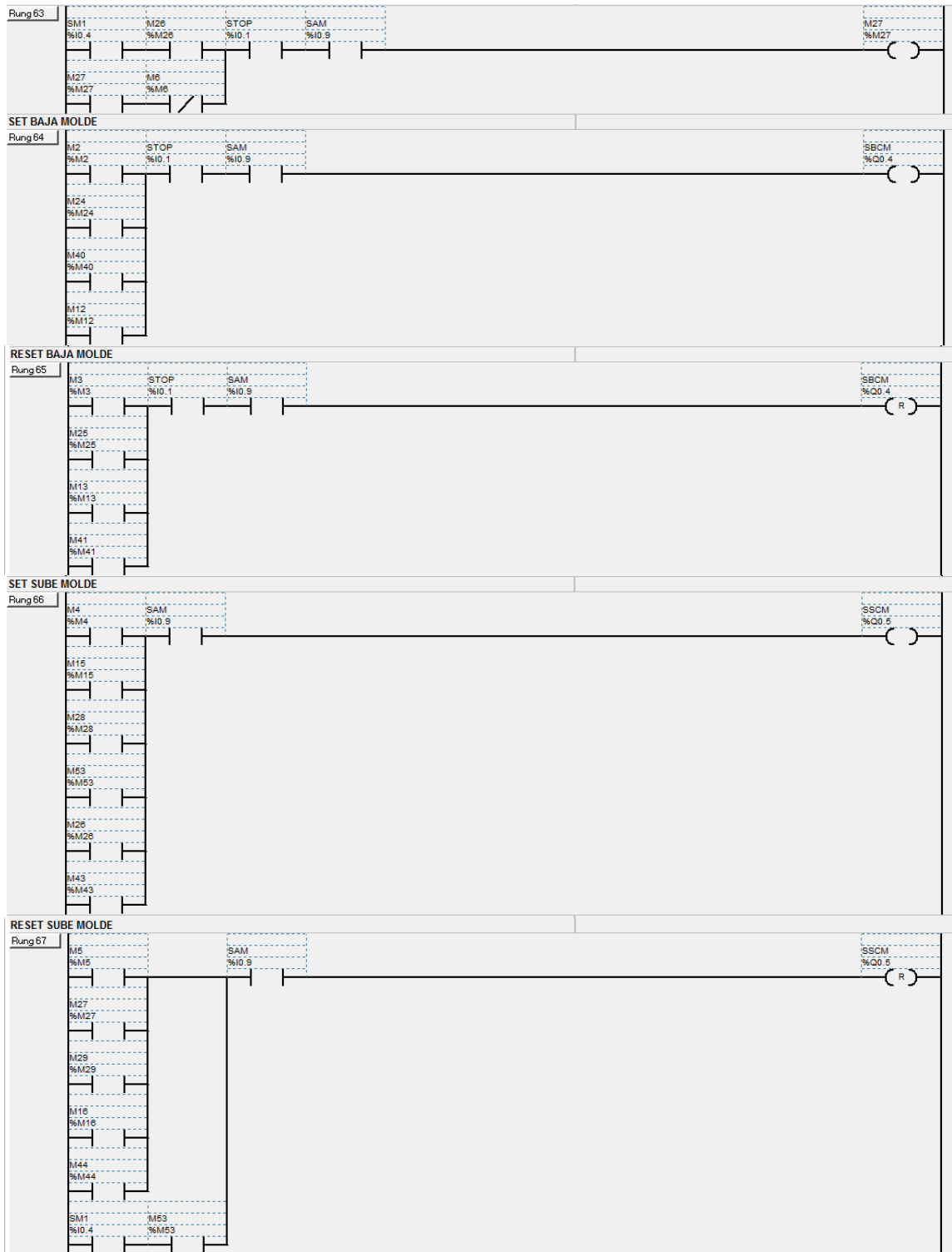


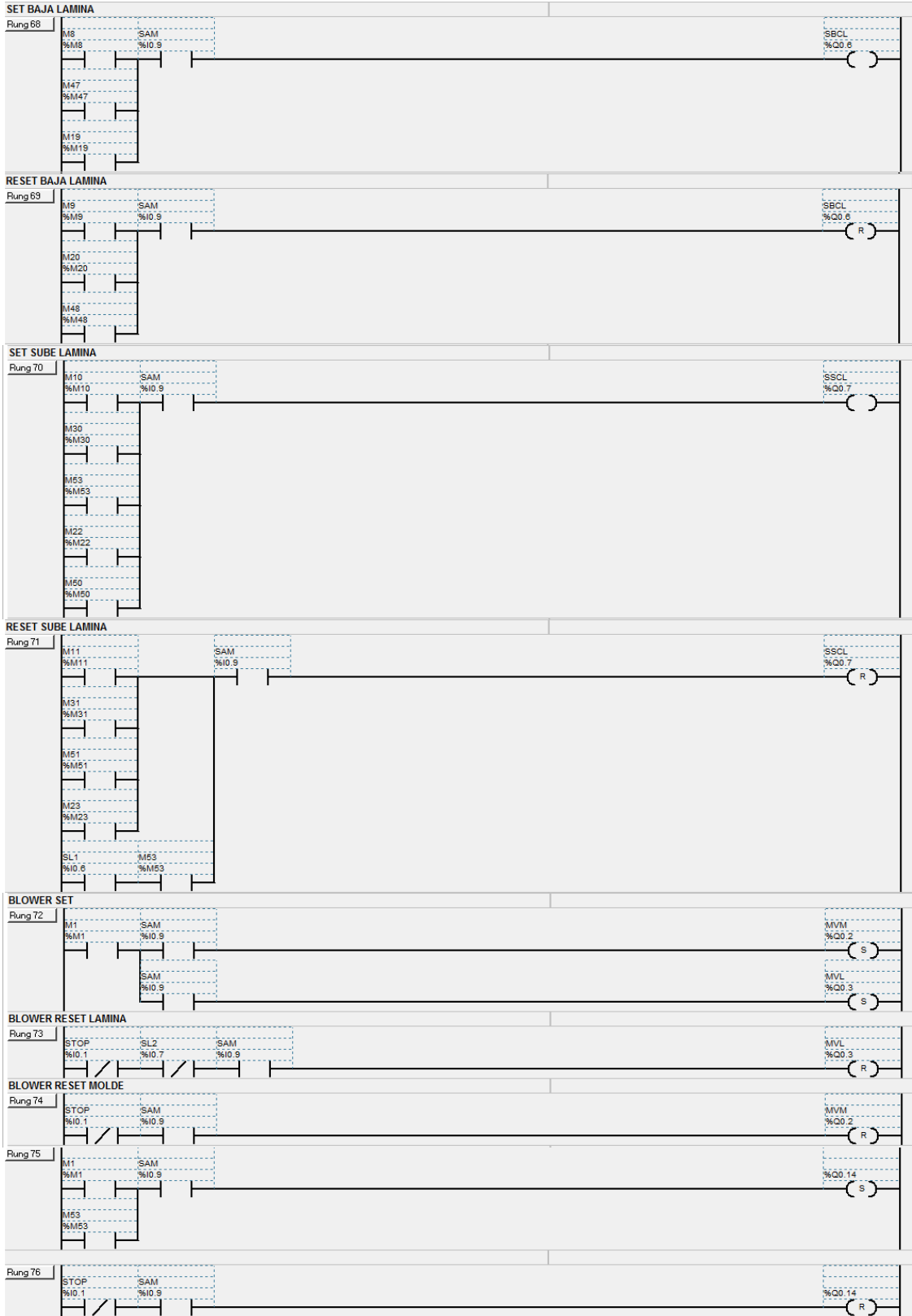
FRENADO DEL COCHE







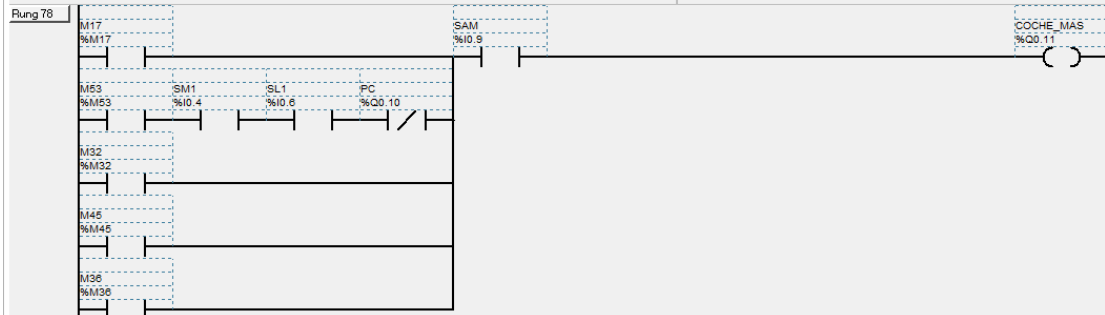




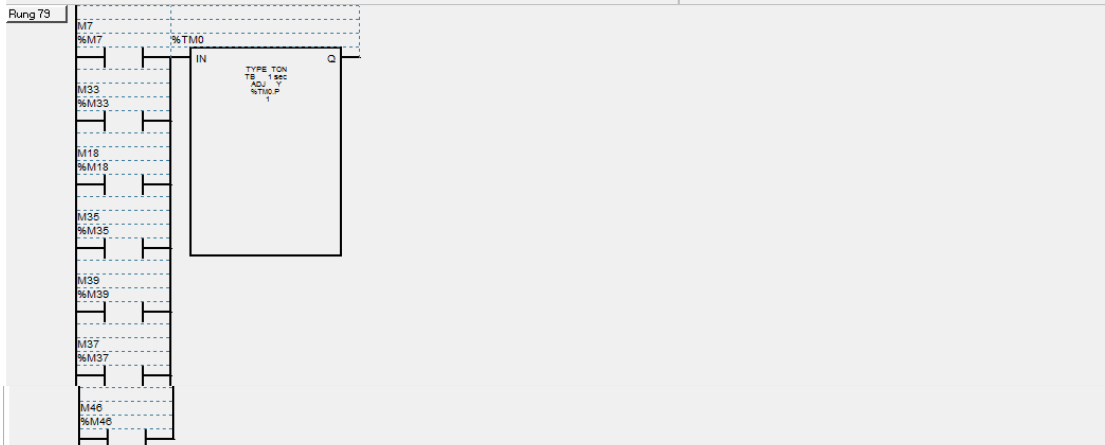
GIRO IZQUIERDA



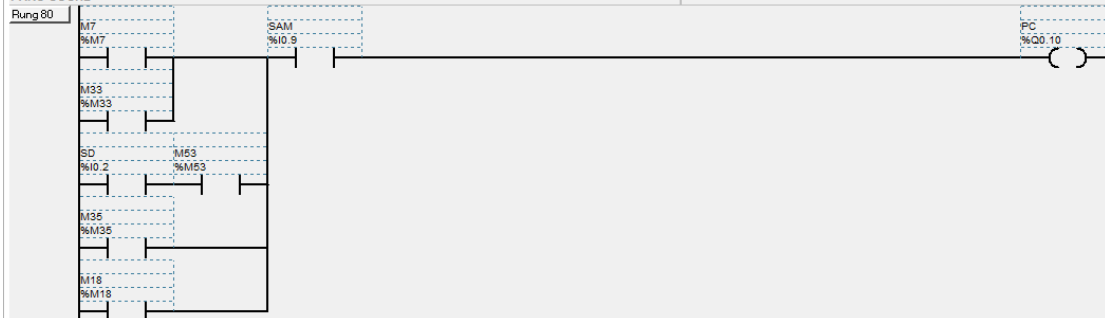
GIRO A LA DERECHA

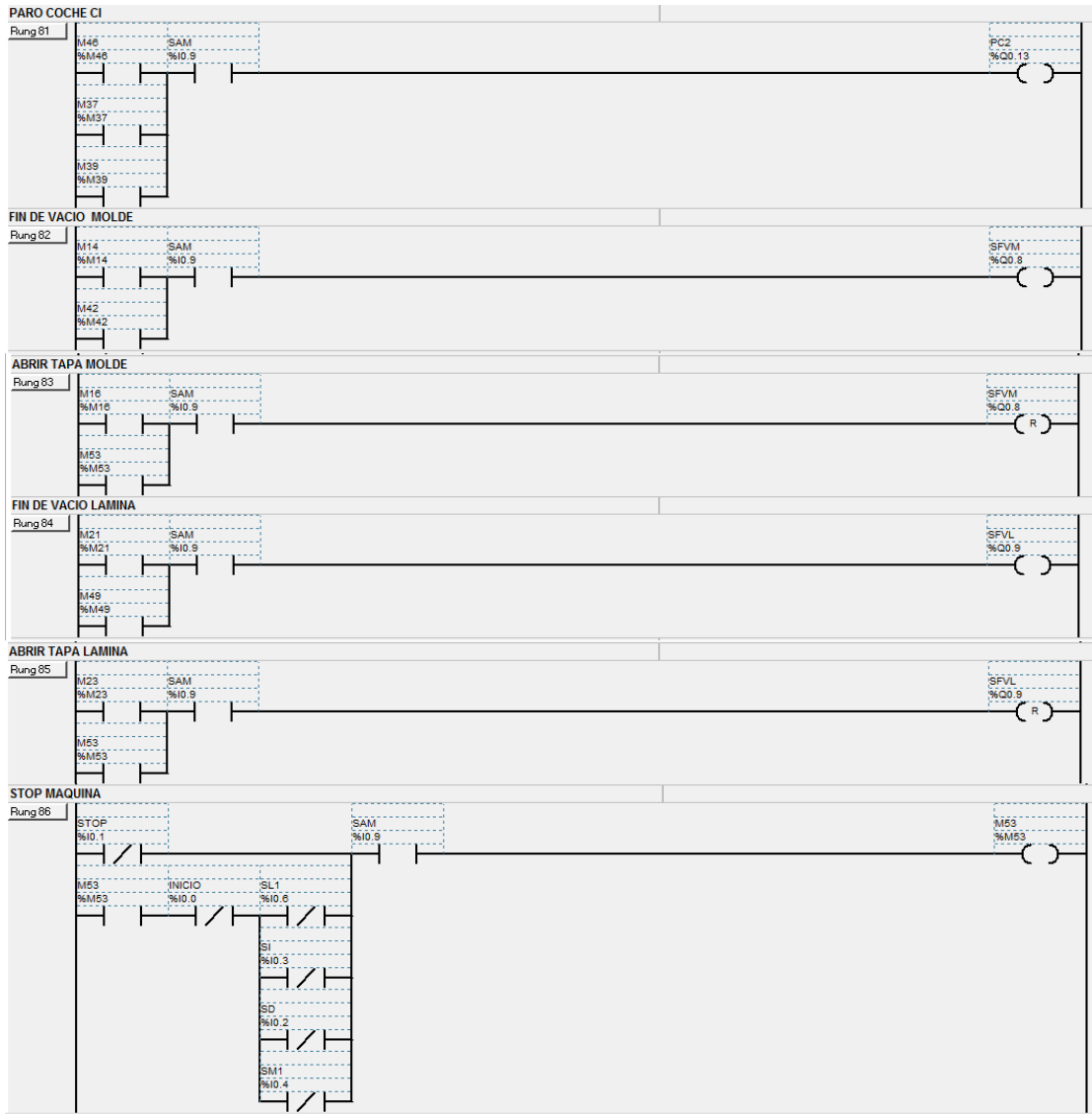


TIMER DE PARADA



PARO COCHE





ANEXO 4. Especificaciones Técnicas de los Elementos que Componen el Tablero

Product data sheet
Characteristics

TWDLCAE40DRF

compact PLC base Twido - 100..240 V AC
supply - 24 I 24 V DC - 16 O



Main

Range of product	Twido
Product or component type	Compact base controller
Discrete I/O number	40
Discrete input number	24
Discrete input voltage	24 V
Discrete input voltage type	DC
Discrete output number	2 transistor 14 relay
Number of I/O expansion module	7
[Us] rated supply voltage	100...240 V AC
Use of slot	Memory cartridge
Data backed up	Internal RAM external battery TSXPLP01 3 years
Integrated connection type	Ethernet TCP/IP RJ45 10/100 Mbit/s 1 twisted pair transparent ready class A10 Non isolated serial link mini DIN Modbus/character mode master/slave RTU/ASCII RS485 half duplex 38.4 kbit/s Power supply Serial link interface adaptor RS232C/RS485
Complementary function	PID Event processing

Complementary

Concept	Transparent Ready
Discrete input logic	Sink or source
Input voltage limits	20.4...26.4 V
Discrete input current	7 mA I0.2 to I0.5 7 mA I0.8 to I0.23 11 mA I0.0 to I0.1 11 mA I0.6 to I0.7
Input impedance	2100 Ohm I0.0 to I0.1 2100 Ohm I0.6 to I0.7 3400 Ohm I0.2 to I0.5 3400 Ohm I0.8 to I0.23
Filter time	35 µs + programmed filter time for I0.0 to I0.5 at state 1 40 µs + programmed filter time for I0.0 to I0.5 at state 0 40 µs + programmed filter time for I0.6 to I0.23 at state 1 150 µs + programmed filter time for I0.6 to I0.23 at state 0
Insulation between channel and internal logic	1500 Vrms for 1 minute
Insulation resistance between channel	None
Minimum load	0.1 mA
Contact resistance	≤ 30000 µOhm
Load current	2 A 240 V AC resistive 30 cyc/mn relay outputs 2 A 30 V DC resistive 30 cyc/mn relay outputs 2 A 240 V AC inductive 30 cyc/mn relay outputs 2 A 30 V DC inductive 30 cyc/mn relay outputs
Mechanical durability	≥ 20000000 cycles relay outputs
Electrical durability	≥ 100000 cycles relay outputs

provided in this documentation contains general descriptions and/or technical characteristics of the performance of the products contained herein. It is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. Any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. ABB Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

TeSys™ D Contactors

Table 14: TeSys D Contactors

Catalog Number	Standard Motor Ratings @ 50/60 Hz (hp)						Max. Inductive AC3 Current (A)	Max. Resistive AC1 Current (A)	Max. Component SCCR (kA) ¹	
	1 Ø		3 Ø						Circuit Breakers @ 480 V ²	Fuses @ 600 V ³
	120 V	240 V	208 V	240 V	480 V	600 V				
LC1D09	0.5	1	2	2	5	7.5	9	20	85	100
LC1D12	1	2	3	3	7.5	10	12	25	85	100
LC1D18	1	3	5	5	10	15	18	32	85	100
LC1D25	2	3	7.5	7.5	15	20	25	40	85	100
LC1D32	2	5	10	10	20	30	32	50	85	100
LC1D40A	3	5	10	10	30	30	40	60	100	100
LC1D50A	3	7.5	15	15	40	40	50	80	100	100
LC1D65A	5	10	20	20	40	50	65	80	100	100
LC1D80	7.5	15	25	30	60	60	80	125	100	100
LC1D115	—	—	30	40	75	100	115	200	100	100
LC1D150	—	—	40	50	100	125	150	200	100	100

¹ Ratings apply to circuits with voltages no greater than those listed.

² When protected by any circuit breaker, including thermal-magnetic and magnetic-only, meeting the size limits in Table 15.

³ When protected by any Class J or CC time-delay fuse meeting the size limits in Table 15.

NOTE: This table lists the maximum SCCR of the component when protected by any circuit breaker or fuse. If the maximum component SCCR is 100 kA and a 25 kA rated circuit breaker is used, then the system will be 25 kA as the circuit breaker becomes the weakest link.



TeSys D Contactor
LC1D12

Table 15: TeSys D Contactor Maximum Component SCCR ¹

Catalog Number	Circuit Breakers @ 480 V ²		Fuses @ 600 V ³	
	Max. Breaker Size (A)	Max. SCCR (kA)	Max. Fuse Size (A)	Max. SCCR (kA)
LC1D09	35	85	25	100
LC1D12	35	85	30	100
LC1D18	60	85	40	100
LC1D25	60	85	60	100
LC1D32	60	85	80	100
LC1D40A	110	100	90	100
LC1D50A	110	100	110	100
LC1D65A	110	100	125	100
LC1D80	150	100	175	100
LC1D115	250	100	250	100
LC1D150	250	100	300	100

¹ Ratings apply to circuits with voltages no greater than those listed.

² When protected by any circuit breaker, including thermal-magnetic and magnetic-only.

³ When protected by any Class J or CC time-delay fuse (Class CC applicable up to 30A only).

NOTE: This table lists the maximum SCCR of the component when protected by any circuit breaker or fuse. If the maximum component SCCR is 100 kA and a 25 kA rated circuit breaker is used, then the system will be 25 kA as the circuit breaker becomes the weakest link.



Product information

Model:	
TEMCo product ID	GT1183
Brand	General Electric
Mfg part number	9T58K2813
Specifications:	
Transformer subcategory	Control
Electrical Specifications:	
Phase	Single
Frequency (Hz)	60
kVA	1.5
K rating	1
Primary configuration	Two Winding
Secondary configuration	Two Winding
Winding material	Copper
Electrostatically shielded	No
Connection type	Wire Leads
Mechanical Specifications:	
Temperature rise (deg C)	100
Insulation system (deg C)	180
Enclosure rating	NEMA 1
Construction style	Open - Cast or Encapsulated Core & Coil
Mounting type	Base/panel
Cooling	Air/Dry
Other Information:	
UL listed	Yes
CSA approved	Yes
Warranty	1 Year
Input voltage	Output voltage
240	120
240	240
480	240
480	120
Weight & Dimensions:	
Weight	28.00 lbs. (12.70 kg)
LxWxH	6.72 x 9.38 x 11.12 in. (17.07 x 23.83 x 28.24 cm)

SPECIFICATIONS	
MAX COIL OPERATING VOLTAGE	110%
MAX PICK-UP VOLTAGE	80%
MIN COIL DROP-OUT VOLTAGE	AC 90%
	DC 15%
CONTACT RATING (RESISTIVE)	AC 110V, 10A; 220V, 7.5A
	DC 24V, 10A
CONTACT RATING (INDUCTIVE)	AC 110V, 7.5A; 220V, 5A
	DC 24V, 7.5A
CONTACT CARRY CURRENT	10A
MAX SWITCHING CAPACITY (RESISTIVE)	AC 1650VA
	DC 240W
MAX SWITCHING CAPACITY (INDUCTIVE)	AC 1100VA
	DC 225W
MAX SWITCHING CURRENT	10A
CONTACT RESISTANCE	.03 ohms
OPERATE TIME	25ms
RELEASE TIME	25ms
POWER CONSUMPTION	AC 50% TH, 60 Hz, 2.9VA
	DC 1.5W
INSULATION RESISTANCE	100 M Ω
DIELECTRIC STRENGTH	1500VAC, 50/60 Hz
OPERATING FREQUENCY	1800 Per Hour
TEMPERATURE RISE	Coil 85°C
	Contact 65°C
VIBRATION RESISTANCE	6G
SHOCK RESISTANCE	10G
MECHANICAL LIFE	5,000,000 Minimum
ELECTRICAL LIFE	500,000 Minimum
WEIGHT	3 oz.

COIL RATINGS				
RATED VOLTAGE (V)	RATED CURRENT (mA) $\pm 1.5\%$ AT 20°C		COIL RESISTANCE (Ω) $\pm 10\%$ AT 20°C	
	50 Hz	60 Hz		
AC	110	27	23	1,640
	220	13.3	11.5	6,800
DC	12	120		100
	24	60		400

ORDERING INFORMATION						
MODEL NUMBER	UL RECOGNIZED	COIL VOLTAGE	CIRCUIT	TERMINATION	LED	SOCKET
KH-102-2C-110	yes	110vac	2FDT	6-PIN	No	606-3-0013
KH-102-2CL-110	no	110vac	2FDT	6-PIN	Yes	606-3-0013
KH-102-2C-220AC	yes	220vac	2FDT	6-PIN	No	606-3-0013
KH-102-2C-120C	yes	12vac	2FDT	6-PIN	No	606-3-0013
KH-102-2CL-120C	no	12vac	2FDT	6-PIN	Yes	606-3-0013
KH-102-2C-24DC	yes	24vac	2FDT	6-PIN	No	606-3-0013
KH-102-2CL-24DC	no	24vac	2FDT	6-PIN	Yes	606-3-0013
KH-102-2C-24AC	yes	24vac	2FDT	6-PIN	No	606-3-0013
KH-102-2CL-24AC	no	24vac	2FDT	6-PIN	Yes	606-3-0013

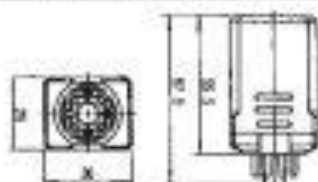


CAUS

Plug-In 10 AMP Relay

- 2FDT
- Low Power Consumption
- Wide Range of Operating Voltages
- Pin Termination
- LED Indicator Available

DIMENSIONS (MILLIMETERS)



REFERENCIAS

- [1] *Automatización Industrial*. (s.f.). Recuperado de http://es.wikipedia.org/wiki/Automatización_industrial
- [2] Gómez, L. (2010). *Automatización Industrial*. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/29338450/AUTOMATIZACION-INDUSTRIAL>
- [3] *Clases de Automatización*. (s.f.). Recuperado de http://www.sites.upiicsa.ipn.mx/polilibros/portal/Polilibros/P_externos/Nuevas_tecnologias_Areli_Araos_Pe%C3%B1alozarobotica/paginas/rob8.htm
- [4] *Los tableros eléctricos, sus tipos y aplicaciones según el uso de la energía eléctrica*. (2011). Quiminet.com. Recuperado de <http://www.quiminet.com/articulos/los-tableros-electricos-sus-tipos-y-aplicaciones-segun-el-uso-de-la-energia-electrica-2586331.htm>
- [5] *Disyuntor*. (s.f.). Recuperado de <http://es.wikipedia.org/wiki/Disyuntor>

- [6] *Concepto de fusibles y sus aplicaciones.* (s.f.). Bricolajecasero.com. Recuperado de <http://www.bricolajecasero.com/electricidad/concepto-de-fusibles-y-sus-aplicaciones.php>
- [7] *Transformadores.* (s.f.). Recuperado de <http://ddtorres.webs.ull.es/Docencia/Intalaciones/Electrifica/Tema%203.htm>
- [8] Ortega, E. (2013). Clasificación de Sensores. *Universidad Santiago de Cali.* Recuperado de <http://es.slideshare.net/Edw1a/clasificacion-de-sensores>
- [9] Daneri, P. (2008), *PLC Automatización y Control Industrial.* Buenos Aires. Argentina: HASA. pp. 58- 63.
- [10] *Sensores de proximidad.* (s.f.). Recuperado de <http://sensoresdeproximidad.blogspot.com/p/sensor-fin-de-carrera-el-final-de.html>
- [11] *Actuadores.* (s.f.). Recuperado de <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/actuadores.pdf>
- [12] *Actuadores.* (s.f.). Recuperado de <http://proton.ucting.udg.mx/materias/robotica/r166/r68/r68.htm>
- [13] *Sistema de control.* (2014). Recuperado de http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_control
- [14] *Programación en Labview.* (s.f.). Recuperado de <http://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/154/3/Capitulo%202.pdf>
- [15] Daneri, P. (2008). *PLC Automatización y Control Industrial.* Buenos Aires. Argentina: HASA. pp. 44-71.

[16] Arroyo, M. (2012). *PLC*. Recuperado de http://es.slideshare.net/marco_arroyo/plc-12250169

[17] García, J. (2014). *Conductores Eléctricos*. Recuperado de <http://es.slideshare.net/juangarciabernal14/conductores-electricos-31120757>

BIBLIOGRAFÍA

- Pineda, M. & Pérez J. (2008). *Automatización de Maniobras Industriales mediante Autómatas Programables*. México: Alfaomega. pp. 140-173.
- García, E. (2001). *Automatización de Procesos Industriales*. México: Alfaomega. pp. 139-251.
- Daneri, P. (2008). *PLC Automatización y Control Industrial*. Buenos Aires, Argentina: HASA. pp. 44-71.
- Pallás, R. (2009). *Sensores y Acondicionadores de Señal Problemas Resueltos*. 4ta. ed. México: Alfaomega. pp 1-5.
- Roldán, J. (1997). *Esquemas Básicos de Telemando para Controladores*. Madrid, España: Paraninfo. pp. 50-124.

- Rojas, D,(2009). Ventajas y Desventajas en el empleo de los PLC. *Automatización Industrial mediante PLCs*. Recuperado de <http://davidrojasplc.wordpress.com/2009/01/14/ventajas-y-desventajas/>
- *Sistemas Automáticos de Control*. (s.f.). Recuperado de http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~23005153/d_tecnologia/bajables/2%20bachillerato/SISTEMAS%20AUTOMATICOS%20DE%20CONTROL.pdf
- López, Y. & Hoyos, J. (2008). *Automatismos Eléctricos Cableados y Programados*. Recuperado de http://www.lavirtu.com/eniusimg/enius4/2009/39/adjuntos_fichero_408734.pdf
- Avila, M. (2009). *Luz piloto*. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/12616568/definiciones-ISA>
- *EL contactor*. (s.f.). Recuperado de <http://www.nichese.com/contactor.html>
- *Sistema de lazo abierto*. (s.f.). Recuperado de <https://sites.google.com/site/sistemadelazodecerrado/>