

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

SEDE LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**AUTOMATIZACIÓN, CONTROL Y MONITOREO DE LA MÁQUINA
INYECTORA DE SUELAS DE CALZADO MARCA “SVIT”
MEDIANTE PANEL VIEW PARA LA EMPRESA CASS**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
ELECTROMECAÁNICO**

CRISTIAN GABRIEL MORENO REMACHE

MILTON SAMUEL TACO LASCANO

LATACUNGA, MARZO 2009

AUTORIZACIÓN

Nosotros, Cristian Gabriel Moreno Remache portador de la cédula de identidad 050291862-6 y Milton Samuel Taco Lascano con C.I. N° 180353653-9, en pleno uso de nuestras facultades “Autorizamos” a la ESPE la publicación en la biblioteca virtual de la institución el proyecto de grado con tema, **“AUTOMATIZACIÓN, CONTROL Y MONITOREO DE LA MÁQUINA INYECTORA DE SUELAS DE CALZADO MARCA SVIT MEDIANTE PANEL VIEW PARA LA EMPRESA CASS”** cuyo contenido y criterios son de nuestra autoría.

Latacunga, marzo del 2009

Sr. Cristian Moreno Remache.
C.I. 050291862-6

Sr. Milton Taco Lascano.
C.I. 180353653-9

DECLARACIÓN

Quienes suscriben, Cristian Gabriel Moreno Remache portador de la cédula de identidad 050291862-6 y Milton Samuel Taco Lascano con cédula de identidad 180353653-9, que el presente tema de tesis: **“AUTOMATIZACIÓN, CONTROL Y MONITOREO DE LA MÁQUINA INYECTORA DE SUELAS DE CALZADO MARCA SVIT MEDIANTE PANEL VIEW PARA LA EMPRESA CASS”**, contenido, ideas, análisis, conclusiones y recomendaciones son originales, auténticas y personales.

Por tal razón declaramos la autenticidad del contenido del proyecto de grado, estos son y serán de nuestra propiedad legítima y responsabilidad legal y académica.

La información secundaria utilizada en el presente a manera de bibliografía, se muestra en el documento como pie de página.

Ésta información refleja los conocimientos y enseñanzas adquiridas en el transcurso de la carrera estudiantil y durante el desarrollo del proyecto.

Sr. Cristian Moreno Remache.

C.I. 050291862-6

Sr. Milton Taco Lascano.

C.I. 180353653-9

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por los señores: Cristian Gabriel Moreno Remache y Milton Samuel Taco Lascano, bajo nuestra supervisión.

.....

Ing. Fausto Acuña.
DIRECTOR DE PROYECTO

.....

Ing. Mario Jiménez.
CODIRECTOR DE PROYECTO

CASS
SHOES

CERTIFICADO

En atención a la solicitud de los interesados:

Certifico:

Que los señores, Cristian Gabriel Moreno Remache portador de la cédula de identidad N° 050291862-6 y Milton Samuel Taco Lascano con cédula de identidad N° 180353653-9, egresados de la Escuela Politécnica del Ejercito Sede Latacunga, realizaron la tesis de grado con el tema "**AUTOMATIZACIÓN, CONTROL Y MONITOREO DE LA MÁQUINA INYECTORA DE SUELAS DE CALZADO MARCA "SVIT" MEDIANTE PANELVIEW PARA LA EMPRESA CASS**", desde el mes de Marzo del 2008 hasta el mes de noviembre del mismo año, tesis que culminaron exitosamente con el 100% de la elaboración de dicho proyecto.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad; los interesados pueden hacer uso del presente documento como estimen conveniente.

Ambato, 7 de Marzo del 2009.



Sr. Luis Castro.

PROPIETARIO INDUSTRIAS CASS.

Al terminar una etapa más de mi vida, dedico a mis padres y hermanos todo el esfuerzo reflejado en este trabajo ya que sin su apoyo constante, no hubiese alcanzado mi meta.

Cristian.

El presente trabajo va dedicado de manera especial a mis padres Milton y Lourdes, a mi hermano Ricardo, a mi familia y amigos quienes han sabido estar conmigo en los momentos más difíciles de mi vida a través de sus palabras de aliento y apoyo incondicional.

Sam.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi eterna gratitud para quienes me apoyaron en todo momento, de manera especial a mi familia, maestros, compañeros testigos de triunfos y fracasos y a esta gran institución "ESPE" de la cual llevo las mejores enseñanzas.

Cristian.

Agradezco de manera especial a Dios por brindarme la tranquilidad espiritual durante mi carrera, a los profesores de la ESPE quienes han sabido compartir sus conocimientos con mi persona. A la empresa Cass por facilitarnos sus instalaciones durante la ejecución de nuestro proyecto.

Sam.

PROLOGO

A medida que avanza la tecnología los sistemas y procesos aplicados a la industria tienden a ser más productivos debido a la competencia cada vez mayor por parte de los productores, los cuales hacen necesario establecer estándares más estrictos para incrementar la calidad de los productos.

Es por esta razón que en la actualidad se tiene la necesidad de automatizar los procesos de producción, ya que en muchas industrias las tecnologías y esquemas de trabajo no han ido evolucionando. El proceso de producción de suelas de calzado en la empresa CASS se realiza en forma manual, lo cual limita tiempos de trabajo, pues entre cada proceso existen tiempos muertos que afectan a la cadena de producción incluyendo la distribución a los distintos mercados.

La finalidad del proyecto es automatizar las actividades que involucran el proceso de fabricación de suelas de calzado, basado en las temperaturas, tiempos y matrices que son los parámetros con los cuales se elabora el producto, integrando todas estas variables en una sola respuesta real y confiable que permita a diferencia del método actual disminuir costos, aumentar la velocidad de producción y mejorar la calidad.

ÍNDICE DE CONTENIDO

(Documento adjunto en la carpeta Contenido teórico)

CONTENIDO TEÓRICO DE LA TESIS (Capítulos)

(Documento adjunto en la carpeta Contenido teórico)

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- PVC.- Policloruro de vinilo.
- EVA.- Acetato de vinilo y etileno.
- LED.- Diodo emisor de luz.
- LDR.- Fotorresistencia (Resistencia dependiente de luz).
- RTD.- Detector de temperatura por resistencia.
- F.e.m.- Fuerza electro motriz.
- TEV.- Válvula de expansión térmica.
- PLC.- Controlador lógico programable.
- CPU.- Unidad de procesamiento central.
- AC.- Corriente alterna.
- DC.- Corriente continúa.
- HMI.- Interface hombre máquina.
- XIC.- Contacto normalmente abierto.
- XIO.- Contacto normalmente cerrado.
- OTE.- Activación de la variable de salida.
- TON.- Temporizador.
- CTU.- Contador.
- RES.- Resetear.
- MOV.- Mover.
- LCD.- Dispositivos de cristal líquido.
- Tag.- Etiquetas de dirección.
- FRL.- Filtro regulador lubricador.
- DIN.- Normas industriales alemanas.
- AWG.- Galgas Americanas de alambres.

ANEXOS

(Documento adjunto en la carpeta Contenido teórico)

**(Documento adjunto en la carpeta Programación de
Equipos)**

(Documento adjunto en la carpeta Planos)

Latacunga, marzo del 2008.

REALIZADO POR:

Sr. Cristian Moreno Remache.
C.I. 050291862-6

Sr. Milton Taco Lascano.
C.I. 180353653-9

Ing. Mario Jiménez.
Coordinador de Carrera.

Dr. Eduardo Vásquez.
Secretario Académico.

ÍNDICE DE CONTENIDO.

CONTENIDO	Pag
<i>CAPÍTULO I</i>	
<i>FUNDAMENTOS</i>	<i>1</i>
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.1.1. Información general del proceso.....	1
1.1.2. Preparación del material.....	2
1.1.3. Línea de producción.....	3
1.1.4. Capacidad de producción.....	4
1.2. DISPOSITIVOS DE CONTROL ELÉCTRICO	4
1.3. ELECTROVÁLVULAS.....	4
1.3.1 Generalidades.....	4
1.3.2. Clases y funcionamiento.....	5
1.4. CILINDROS NEUMÁTICOS.....	6
1.4.1. Cilindros de simple efecto.....	6
1.4.2. Cilindros de doble efecto.....	8
1.4.3. Cilindros de doble efecto, en ejecución especial.....	8
1.4.4. Cilindros especiales.....	9
1.5. SENSORES.	11
1.5.1. Sensores y su clasificación.....	11
1.5.2. Sensores de temperatura y conceptos.....	12
1.5.3 Tipos de sensores de temperatura.....	13
1.6. SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN.....	17
1.6.1. Generalidades.....	17
1.6.2. Refrigeración por compresión.....	18

1.7. SISTEMAS DE INYECCIÓN DE PLÁSTICOS.....	22
1.7.1. Método de moldeo por Inyección.....	22
1.8. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES (PLC'S) Y MÓDULOS DE EXPANSIÓN.....	24
1.8.1. Introducción.....	24
1.8.2. Ventajas y desventajas de los PLC's.....	24
1.8.2.1. Ventajas.....	24
1.8.2.2. Desventajas.....	25
1.8.3. Estructura general del PLC.....	26
1.8.4. Módulos de expansión (entrada/salida).....	28
1.8.4.1. Módulos de entradas digitales.....	28
1.8.4.2. Módulos de salida digitales.....	29
1.8.4.3. Módulos de entradas analógicas.....	29
1.8.4.4. Módulos de salida analógicas.....	30
1.9. PLATAFORMAS DE VISUALIZACIÓN Y CONTROL.....	30
1.9.1. Introducción.....	30
1.9.2. Características y tipos de terminales PanelView.....	32
1.9.3. Conexiones de red para los terminales PanelView.....	32
1.10. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN.....	33
1.10.1. Protocolo.....	33
1.10.2. Protocolo de comunicación DH-485.....	33
1.10.3. Protocolo DF1 Full-Duplex.....	35
1.10.4. Protocolo DF1 Half-Duplex.....	36
1.10.5. Arquitectura de comunicación.....	38
1.10.6. Red serial (Punto a punto).....	40

CAPÍTULO II

ESTUDIO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN Y SELECCIÓN DE

EQUIPOS..... 42

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CALZADO

EN LA EMPRESA “CASS” 42

2.1.1. Máquina inyectora..... 43

2.2. SELECCIÓN DEL EQUIPO NECESARIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN

DEL SISTEMA..... 47

2.2.1. Selección del controlador..... 49

2.2.2. Selección del módulo analógico de entradas RTD's..... 54

2.2.3. Selección del módulo de salidas digitales..... 55

2.2.4. Selección del panel de operador..... 56

2.2.5. Selección de cables de comunicación..... 60

2.2.6. Selección de los sensores de temperatura..... 61

2.2.7. Selección de elementos electrónicos de control..... 62

2.2.8. Selección de la fuente..... 63

2.2.9. Selección de elementos de protección..... 64

CAPÍTULO III

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.....66

3.1. DISEÑO DEL SISTEMA PARA LA EJECUCIÓN DEL PROCESO..... 66

3.1.1. Determinación de la temperatura de fundición del material (PVC)..... 67

3.1.2. Determinación de los tiempos en el proceso..... 67

3.1.2.1. Tiempo de inyección del material..... 67

3.1.2.2. Tiempo de enfriamiento del material..... 67

3.2. DISEÑO DE LA TARJETA DE RELÉS..... 70

3.3. CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE EQUIPOS..... 70

3.3.1. Controlador.....	70
3.3.1.1. Configuración del controlador.....	70
3.3.1.2. Programación del controlador.....	71
3.3.2. Configuración de módulos del controlador.....	80
3.3.2.1. Configuración del módulo de entradas para RTD's.....	80
3.3.2.2. Configuración del módulo de expansión de salidas digitales.....	81
3.3.3. Panel del operador.....	82
3.3.3.1. Configuración del panel de operador.....	82
3.3.3.2. Programación del panel de operador.....	83
3.4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.....	90
3.4.1. Generalidades.....	90
3.4.2. Proceso de implementación.....	91

CAPÍTULO IV

PRUEBAS Y CALIBRACIÓN DEL SISTEMA.....	100
4.1. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	100
4.1.1. Pruebas de funcionamiento del sistema eléctrico y electrónico.....	100
4.1.2. Pruebas de funcionamiento del sistema neumático.....	101
4.1.3. Pruebas de comunicación entre el PLC – Módulos de Expansión –Panel de operador.....	101
4.1.4. Pruebas de los sensores de temperatura.....	102
4.1.5. Pruebas del sistema de refrigeración.....	103
4.2. PRUEBAS DE PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA.....	103
4.2.1. Pruebas de programación del controlador Micrologix 1200 y del PanelView 300 Micro.....	103
4.3. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA CON LAS DIFERENTES MATRICES.....	104

4.4. MANUAL DE OPERACIÓN.....	106
4.4.1. Introducción.....	106
4.4.2. Información importante para el usuario.....	106
4.4.3. Trabajo propio de la máquina.....	107
4.4.3.1. Trabajo en modo manual.....	108
4.4.3.2. Trabajo en modo automático.....	108

CAPÍTULO V

ANÁLISIS FINANCIERO..... 114

5.1. Análisis Financiero.....	114
5.1.1. Costos de inversión en la automatización.....	114
5.1.2. Productividad y Ganancias.....	115

CAPÍTULO VI

6.1. CONCLUSIONES..... 118

6.2. RECOMENDACIONES..... 119

6.3 BIBLIOGRAFÍA..... 120

6.4. ENLACES 121

GLOSARIO DE TERMINOS.

ANEXOS.

ÍNDICE DE FIGURAS.

CONTENIDO	Pag
CAPÍTULO I	
• Figura 1.1. Modelo de suela deportiva.....	2
• Figura 1.2. Máquina inyectora	3
• Figura 1.3. Funcionamiento de una Electroválvula	5
• Figura 1.4. Cilindro de simple efecto.....	6
• Figura 1.5. Cilindro de émbolo.....	7
• Figura 1.6. Cilindro de membrana arrollable.....	7
• Figura 1.7. Cilindro de doble efecto.....	8
• Figura 1.8. Cilindro de doble vástago.....	9
• Figura 1.9. Ejemplos de Cilindros Normalizados.....	9
• Figura 1.10. Cilindro resistente a la corrosión.....	10
• Figura 1.11. Cilindro plano.....	10
• Figura 1.12. Cilindro de carrera corta.....	10
• Figura 1.13. Sensor reflectivo, de ranura, símbolo.....	12
• Figura 1.14. Sensor de presión, símbolo.....	12
• Figura 1.15. Termómetro Bimetálico.....	13
• Figura 1.16. Sensores RTD's.....	14
• Figura 1.17. Termopares o termocuplas.....	15
• Figura 1.18. Pirómetro de radiación.....	17
• Figura 1.19. Ciclo de refrigeración por compresión.....	19
• Figura 1.20. Válvula de Expansión Térmica.....	19
• Figura 1.21. Evaporador.....	20
• Figura 1.22. Compresores herméticos.....	21
• Figura 1.23. Esquema de un condensador.....	21
• Figura 1.24. Sistema de moldeo por inyección.....	23
• Figura 1.25. Diagrama en bloques de la estructura de un PLC.....	26
• Figura 1.26. Modulo CPU 226 marca Siemens.....	27
• Figura 1.27. Programador con software y PLC.....	27
• Figura 1.28. Módulo de ampliación digital EM 22X marca siemens.....	29

- Figura 1.29. Módulo de ampliación analógico EM 23 marca Siemens..... 30
- Figura 1.30. Tipos de PanelView de la familia Allen Bradley..... 31
- Figura 1.31. Terminal Monocromático, en Escala de Grises y Color..... 32
- Figura 1.32. Red Ethernet Allen Bradley..... 38
- Figura 1.33. Red ControlNet Allen Bradley..... 39
- Figura 1.34. Red DeviceNet Allen Bradley..... 39
- Figura 1.35. Red serial Allen Bradley..... 41

CAPÍTULO II

- Figura 2.1. Descripción del proceso..... 42
- Figura 2.2. Ciclo de funcionamiento de la máquina..... 43
- Figura 2.3. Tolvas de almacenamiento..... 44
- Figura 2.4. Cámaras de caldeo con sus niquelinas..... 44
- Figura 2.5. (a) Sujeción horizontal, (b) Sujeción vertical..... 45
- Figura 2.5c. Diagrama neumático..... 45
- Figura 2.6. Acople del motor con los husillos de inyección..... 46
- Figura 2.7. Sistema de refrigeración..... 46
- Figura 2.8. Producto terminado..... 47
- Figura 2.9. PLC MicroLogix 1200 Allen-Bradley..... 49
- Figura 2.10. Pantalla RSLogix 500..... 50
- Figura 2.11. Pantalla RSLinx Gateway..... 51
- Figura 2.12. Funcionamiento del Timer On-Delay..... 52
- Figura 2.13. Funcionamiento contador CTU..... 53
- Figura 2.14. Funcionamiento reset RES..... 53
- Figura 2.15. Paleta de instrucciones..... 54
- Figura 2.16. Módulo de entrada de RTD/resistencia Allen-Bradley..... 54
- Figura 2.17. Módulos de salidas digitales Allen-Bradley..... 55
- Figura 2.18. PanelView 300Micro marca Allen-Bradley..... 56
- Figura 2.19. Pantalla Panelbuilder32..... 57
- Figura 2.20. Cuadro de diálogo del pulsador..... 58
- Figura 2.21. Cuadro de diálogo del selector de pantalla..... 58

- Figura 2.22. Cuadro de diálogo del selector de lista de control..... 59
- Figura 2.23. Opciones del visualizador de datos numéricos..... 59
- Figura 2.24. Cables 2711-CBL-HM05..... 60
- Figura 2.25. Cables 1761-CBL-PM02..... 61
- Figura 2.26. RTD tipo arandela de ¼ Ø, 3hilos..... 61
- Figura 2.27. Transistor D2369..... 63
- Figura 2.28. Fuente de poder..... 64

CAPÍTULO III

- Figura 3.1. Proceso de funcionamiento de la inyectora..... 66
- Figura 3.2. Tarjeta de relés..... 70
- Figura 3.3. Configuración del controlador..... 71
- Figura 3.4. Nomenclatura de las botoneras..... 74
- Figura 3.5. Secuencias de subrutinas..... 79
- Figura 3.6. Cuadro de diálogo de la configuración de E/S..... 80
- Figura 3.7. Ventana para configuración de los canales de entrada..... 81
- Figura 3.8. Cuadro de diálogo de la configuración de E/S..... 82
- Figura 3.9. Selección del panel de operador..... 83
- Figura 3.10. Ventana para la configuración de nodos..... 84
- Figura 3.11. Ventana para configuración del tag de un pulsador..... 84
- Figura 3.12. Pantalla Menú Principal..... 86
- Figura 3.13. Pantalla Elegir Molde (Inyector 1)..... 87
- Figura 3.14. Pantalla Seleccionar Molde (Inyector 1)..... 87
- Figura 3.15. Pantalla Seleccionar Molde (Inyector 1)..... 88
- Figura 3.16. Pantalla Inyectar (Inyector 1 & Inyector 2)..... 89
- Figura 3.17. Pantalla Producción (Inyector 1 & Inyector 2)..... 90
- Figura 3.18. Desmontaje del sistema eléctrico antiguo..... 92
- Figura 3.19. Sistema FRL..... 93
- Figura 3.20. Cilindro desmontado para su chequeo..... 93
- Figura 3.21. Sistema de refrigeración..... 94
- Figura 3.22. Acoplamiento entre niquelinas y cañones..... 94

- Figura 3.23. Montaje de las RTD`s en las cámaras de caldeo..... 95
- Figura 3.24. Configuración de RTD de tres cables..... 95
- Figura 3.25. Montaje de la tarjeta de relés..... 96
- Figura 3.26. Montaje del controlador y sus módulos de expansión..... 96
- Figura 3.27. Conexión entre los Módulos de expansión y el PLC..... 97
- Figura 3.28. Montaje del Panel de operador..... 98
- Figura 3.29. Diagrama en bloques del circuito de control..... 98
- Figura 3.30. Circuito de fuerza..... 99

CAPÍTULO IV

- Figura 4.1.- Nomenclatura de las teclas del panel de operador. 108

ÍNDICE DE TABLAS.

CONTENIDO

Pag

CAPÍTULO I

- Tabla 1.1. Parámetros de configuración DH-485..... 34
- Tabla 1.2. Parámetros de configuración DF1 Full-Duplex..... 36
- Tabla 1.3. Parámetros de configuración DF1 Half-Duplex..... 37

CAPÍTULO II

- Tabla 2.1a. Número de entradas necesarias en el proceso..... 48
- Tabla 2.1b. Número de salidas necesarias en el proceso..... 48
- Tabla 2.2 Descripción del controlador..... 49
- Tabla 2.3 Descripción del módulo..... 55
- Tabla 2.4 Descripción del módulo de salidas..... 55
- Tabla 2.5 Características del terminal..... 56
- Tabla 2.6. Características de la rtd tipo arandela de $\frac{1}{4}$ \varnothing , 3hilos..... 62
- Tabla 2.7. Características de los relés..... 62
- Tabla 2.8. Características del transistor D2396..... 63
- Tabla 2.9. Características de la fuente..... 64

CAPÍTULO III

- Tabla 3.1. Tiempos de inyección del material..... 68
- Tabla 3.2. Tiempos de enfriamiento del material..... 69
- Tabla 3.3. Direcciones en el controlador para el mando manual /
automático..... 72
- Tabla 3.4. Direcciones del controlador en funcionamiento manual..... 75
- Tabla 3.5. Direcciones tag y función en el controlador..... 85
- Tabla 3.6. Direcciones y funciones de las salidas del controlador..... 91

CAPÍTULO IV

- Tabla 4.1. Prueba de sensores de temperatura..... 102
- Tabla 4.2. Prueba del sistema con las diferentes matrices..... 105

CAPÍTULO V

- Tabla 5.1. Costos de equipos y materiales..... 115
- Tabla 5.2. Ganancias por producción..... 116

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS

1.1. INTRODUCCIÓN.

En la producción de calzado se pueden usar muchos tipos de materiales para producir una amplia variedad de modelos, incluyendo: zapatos de PVC¹, sandalias, zapatillas, botas de cuero genuinos, zapatos para mujer de taco alto, calzado para hombres, así como una amplia variedad de zapatos casuales o informales para varones y mujeres. El beneficio que se puede obtener de una planta capaz de producir una amplia variedad de tamaños y estilos de calzado son obvios, particularmente desde el punto de vista de la comercialización.

Otro beneficio importante se da en la operación de la planta, donde estos calzados pueden ser hechos con una gran variedad de materiales incluyendo cuero, cuero sintético, lona, nylon, así como PVC, EVA² y caucho. Ya que la demanda de calzados nunca decrecerá, debido al uso diario de estos y al aumento de los estándares de vida, significa que incrementarán su demanda proporcionalmente a escala mundial.

¹ PVC.- Policloruro de vinilo.

² EVA.- Acetato de vinilo y etileno.

1.1.1 Información general del proceso³.

Se puede producir una variedad de calzados, aunque no es posible realizar una descripción de todos los tipos, el proceso de producción de calzado casual describe los pasos básicos que envuelve la fabricación de muchas clases de zapatos.

1.1.2. Preparación del material.

Cara superior (Pala).

- **Recorte, pegado y costura.**- Los materiales son cortados en segmentos pequeños por una máquina cortadora. El tamaño y la forma está determinado por el molde de corte, para luego ser pegado entre ellos y cosidos para así dar forma a la cara superior del calzado.

Suelas.

Estas pueden ser hechas de PVC o de una amplia variedad de materiales como cuero, caucho, corcho, y cuero sintético. En la figura 1.1 se aprecia una suela o planta deportiva. El proceso de producción seguido para la elaboración de las suelas es el siguiente:



Figura 1.1. Modelo de suela deportiva.

³<http://turnkey.taiwantrade.com.tw/catlist.asp?mainid=c08&catname=PRODUCTOS+DE+CAUCHO+Y+%0APLASTICO&fname=RUBBER+%26+PLASTICS>.

- Se añade cantidades apropiadas de colorantes al PVC y son mezclados hasta obtener una textura consistente.
- Luego, esta mezcla es colocada en el tanque de almacenamiento de la máquina moldeadora de inyección directa.
- Seguidamente se sujetan los moldes en la máquina de inyección directa.
- Después, la máquina calienta, e inyecta la mezcla de PVC en la cavidad del molde en forma automática. La figura 1.2. muestra la máquina inyectora.



Figura 1.2. Máquina inyectora.

- Una vez solidificados, se abren los moldes y se desalojan las suelas.
- Las suelas son examinadas visualmente para encontrar algún defecto, luego son almacenadas y enviadas al área de montaje.

1.1.3. Línea de producción.

Hormado.- La suela y la pala es clavada a la horma (molde para hacer zapatos) y es moldeado a una forma específica por una máquina diseñada especialmente para esa finalidad.

Formado.- La suela es cementada a la pala usando un pegamento de alta resistencia y colocada en un calentador. La suela es prensada para asegurar el proceso de sellado.

Colocación y empaque.- El calzado es enfriado y removido de la horma, cualquier hilo u otro material de desecho son retirados. Luego, el calzado es limpiado, inspeccionado y empaquetado.

Acabado, inspección y empaque.- Cualquier hilo u otro material de desecho son eliminados. Las agujetas (cordones) y las plantillas son colocadas en los calzados. Luego el calzado es limpiado e inspeccionado para encontrar algún defecto y finalmente empaquetarlo en cajas.

1.1.4. Capacidad de producción.

La capacidad de producción de la planta dependerá del número de máquinas usadas, la asignación de mano de obra, la eficiencia de producción y del tipo de calzado producido.

1.2. DISPOSITIVOS DE CONTROL ELÉCTRICO.

Existen muchos dispositivos que proporcionan diferentes soluciones para las distintas aplicaciones que pueden existir en las industrias, algunos de los cuales se mencionan a continuación en forma resumida.

- Contactores.
- Disyuntor para protección de motores.
- Relés de corriente, voltaje, fase, térmicos.
- Dispositivos de estado sólido: arranque suave, contactores de estado sólido, variador de velocidad.
- Temporizadores y controladores de temperatura.
- Botones, pulsadores.
- Señalizadores.
- Interruptores sensores de condición.

1.3. ELECTROVÁLVULAS.

1.3.1. Generalidades.

Una electroválvula es un dispositivo diseñado para controlar el flujo de un [fluido](#) a través de un conducto como puede ser una [tubería](#). Estas [válvulas](#) se utilizan cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, presostatos o mandos electrónicos. En general, se elige el accionamiento eléctrico para mandos con distancias extremadamente largas y cortos tiempos de conexión.

1.3.2. Clases y funcionamiento⁴.

Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula. El [solenoide](#) convierte [energía eléctrica](#) en [energía mecánica](#) para actuar la válvula. Existen varios tipos de electroválvulas. En algunas el solenoide actúa directamente sobre la válvula proporcionando toda la energía necesaria para su movimiento. Es común que la válvula se mantenga cerrada por la acción de un muelle y que el solenoide lo abra venciendo la fuerza del muelle. Esto quiere decir que el solenoide debe estar activado y consumiendo mientras la válvula deba estar abierta. El gráfico de la figura 1.3, muestra el funcionamiento de este tipo de válvula.

⁴ <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Electrov%C3%A1lvula&action=edit§ion=1>

A- Entrada.

B- Diafragma.

C- Cámara de presión.

D- Conducto de vaciado de presión.

E-Solenoide.

F- Salida.

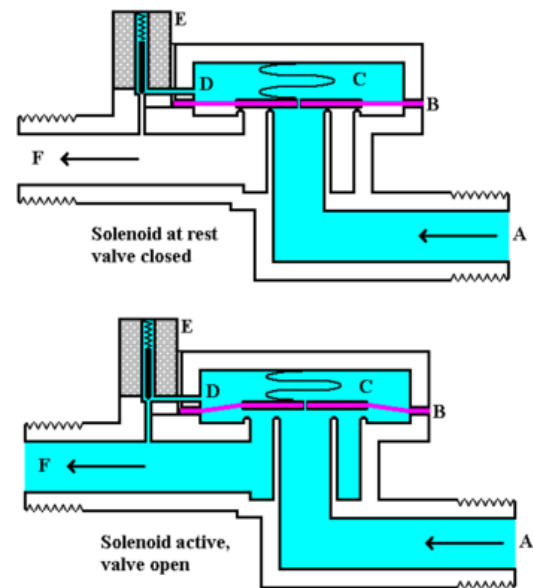


Figura 1.3. Funcionamiento de una Electroválvula.

También es posible construir electroválvulas biestables que usan un solenoide para abrir la válvula y otro para cerrar o bien un solo solenoide que abre con un impulso y cierra con el siguiente. Las electroválvulas pueden ser normalmente cerradas lo cual quiere decir que cuando falla la alimentación eléctrica quedan cerradas o bien pueden ser del tipo normalmente abiertas que quedan en apertura cuando no hay alimentación.

1.4. CILINDROS NEUMÁTICOS⁵

La energía del aire comprimido se transforma por medio de cilindros en un movimiento lineal de vaivén, y mediante motores neumáticos en movimiento de giro. A continuación se describen algunos elementos neumáticos de trabajo.

1.4.1. Cilindros de simple efecto.

Estos tienen una sola conexión de aire comprimido. No pueden realizar trabajos más que en un sentido, se necesita aire sólo para un movimiento de traslación. El vástago retorna por el efecto de un muelle (resorte) incorporado o de una fuerza

⁵ <http://www.monografias.com/trabajos12/moviunid/moviunid.shtml>

externa, dicho resorte incorporado se calcula de modo que haga regresar el émbolo a su posición inicial a una velocidad suficientemente grande.

En los cilindros de simple efecto con muelle incorporado la longitud de éste limita la carrera, por eso estos cilindros no sobrepasan una carrera de unos 100mm. Son utilizados principalmente para sujetar, expulsar, apretar, levantar, alimentar, etc. estos cilindros son como muestra la figura 1.4.

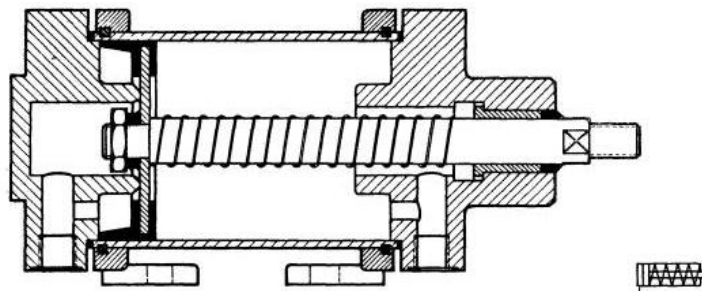


Figura1.4. Cilindro de simple efecto.

- **Cilindro de émbolo.**

Este tipo de cilindros se pueden observar en la figura 1.5. La posición inicial se logra con un material flexible que recubre el pistón metálico o plástico. Durante el movimiento del émbolo los labios de junta se deslizan sobre la pared interna del cilindro. En la segunda ejecución aquí mostrada, el muelle realiza la carrera de trabajo; el aire comprimido hace retornar el vástago a su posición inicial.

- Aplicación: frenos de camiones y trenes.
- Ventaja: frenado instantáneo en cuanto falla la energía.



Figura 1.5. Cilindro de émbolo.

- **Cilindros de membrana arrollable.**

La construcción de estos cilindros es similar a la de los anteriores. También se emplea una membrana que cuando está sometida a la presión del aire, se desarrolla a lo largo de la pared interior del cilindro (así como se visualiza en la figura 1.6) y hace salir el vástago. El rozamiento en estos cilindros es mucho menor.

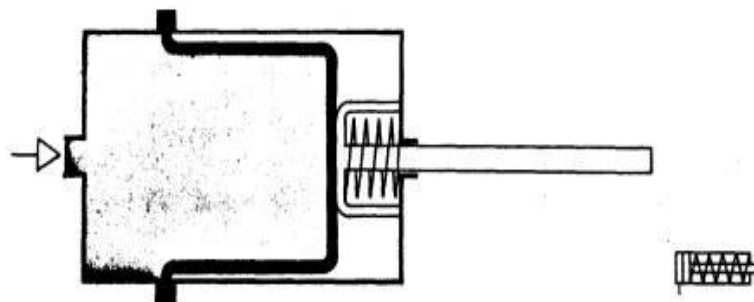


Figura 1.6. Cilindro de membrana arrollable.

1.4.2. Cilindros de doble efecto.

La fuerza ejercida por el aire comprimido anima al émbolo, en cilindros de doble efecto el cual es ilustrado en la figura 1.7, realizar un movimiento de traslación en los dos sentidos. Se dispone de una fuerza útil tanto en la ida como en el retorno. Los cilindros de doble efecto se emplean especialmente en los casos en que el émbolo tiene que realizar una misión también al retornar a su posición inicial.

En principio, la carrera de los cilindros no está limitada, pero hay que tener en cuenta el pandeo y doblado que puede sufrir el vástago salido. También en este caso, sirven de empaquetadura los labios y émbolos de las membranas.

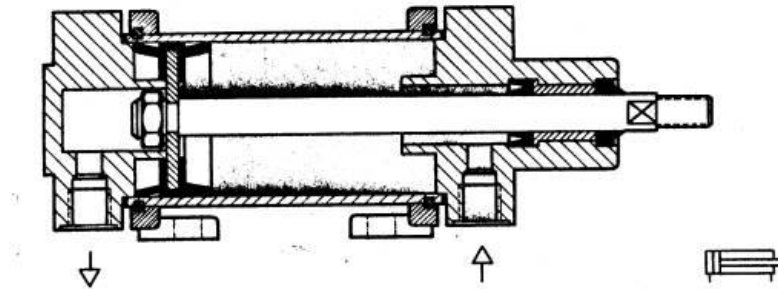


Figura 1.7. Cilindro de doble efecto.

1.4.3. Cilindros de doble efecto, en ejecución especial.

- **Cilindros de doble vástago.**

Este tipo de cilindros tiene un vástago corrido hacia ambos lados como se muestra en la figura 1.8. La guía del vástago es mejor porque dispone de dos cojinetes y la distancia entre éstos permanece constante. Por eso, este cilindro puede absorber también cargas pequeñas laterales.

Los elementos señalizadores pueden disponerse en el lado libre. La fuerza es igual en los dos sentidos (las superficies del émbolo son iguales).

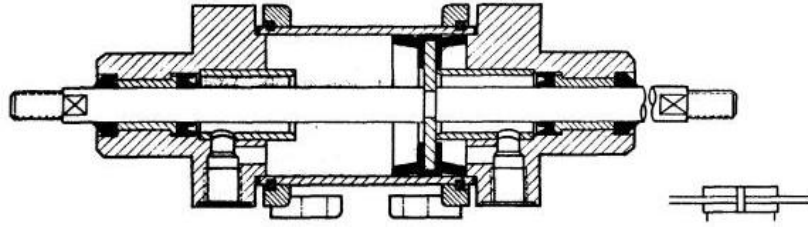


Figura 1.8. Cilindro de doble vástago.

1.4.4. Cilindros especiales⁶.

- **Actuadores cilíndricos normalizados.**

Aprovechan los márgenes permitidos por las normas: El novedoso diseño del perfil de aluminio y el uso de tornillos extremadamente adaptados permiten ganar más espacio para el montaje en comparación con los cilindros normalizados tradicionales, obsérvese la figura 1.9.



Figura 1.9. Ejemplos de Cilindros Normalizados.

Poseen camisa de acero inoxidable anticorrosivo, con amortiguación regulable en finales de carrera y con una detección magnética. En el émbolo del cilindro hay un imán permanente y a través del campo magnético de éste se accionan los interruptores de proximidad. Puede funcionar sin lubricación.

- **Cilindros resistentes a la corrosión.**

El cilindro que esta ilustrado en la figura 1.10, es apropiado para ser utilizado en la industria química, en los procesos de galvanización, en la industria alimenticia

⁶ http://www.festo.com/INetDomino/innovations_2006/es/bdda62e9b7b125713e0049423e.htm

etc. Los cilindros son de acero inoxidable, resistentes a la corrosión, posee larga duración debido a la amortiguación regulable en las posiciones finales.



Figura 1.10. Cilindro resistente a la corrosión.

- **Cilindros planos.**

Ocupan menos espacio que los cilindros normalizados y estándar. Su construcción es extremadamente plana la cual se aprecia en la figura 1.11.



Figura 1.11. Cilindro plano.

- **Cilindros compactos y de carrera corta.**

Son muy utilizados en ambientes donde existen espacios pequeños ya que su limitada carrera como observamos en la figura 1.12, es ideal para estas aplicaciones.



Figura 1.12. Cilindro de carrera corta.

1.5. SENSORES⁷.

1.5.1. Sensores y su clasificación.

Un sensor es un dispositivo que detecta manifestaciones de cualidades o fenómenos físicos, como la energía, velocidad, aceleración, tamaño, cantidad, etc. para transformarla en otra magnitud normalmente eléctrica que seamos capaces de cuantificar y manipular para que finalmente se la pueda utilizar en el control de un sistema automático. Podemos decir también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro elemento, como por ejemplo el termómetro de mercurio que aprovecha la propiedad que posee éste elemento de dilatarse o contraerse por la acción de la temperatura. Muchos de los sensores son eléctricos o electrónicos, aunque existen otros tipos.

Pueden estar conectados a un indicador (posiblemente a través de un convertidor analógico a digital, un computador y un display) de modo que los valores sensados puedan ser leídos por un humano. Los sensores más utilizados en automatización se describen a continuación:

- **Sensores reflectivos y por intercepción (de ranura).**

Los sensores de objetos por reflexión están basados en el empleo de una fuente de señal luminosa (lámparas, diodos LED, diodos láser, etc.) y una célula receptora del reflejo de esta señal, que puede ser un fotodiodo, un fototransistor, LDR, incluso chips especializados, como los receptores de control remoto.

Con elementos ópticos similares, es decir emisor-receptor, existen los sensores "de ranura" (en algunos lugares se lo referencia como "de barrera"), donde se establece un haz directo entre el emisor y el receptor, con un espacio entre ellos que puede ser ocupado por un objeto. La figura 1.13 presenta al sensor con su respectivo símbolo.

⁷ <http://robots-argentina.com.ar/robots.htm>



Figura 1.13. Sensor reflectivo, de ranura, símbolo.

- **Sensores de presión.**

En la industria hay un amplio rango de sensores de presión, la mayoría orientados a medir la presión de un fluido sobre una membrana. Pueden ser útiles como sensores de fuerza (el esfuerzo que realiza una parte mecánica), con la debida adaptación. La figura 1.14, presenta al sensor con su respectivo símbolo.



Figura 1.14. Sensor de presión, símbolo.

1.5.2. Sensores de temperatura y conceptos.

La medición de temperatura constituye una de los procesos más comunes e importantes que se efectúan a nivel industrial, entre los que figuran:

- Variaciones en el volumen o en el estado de los cuerpos (sólidos, líquidos o gases).
- Variación de resistencia de un conductor (sondas de resistencia).
- Variación de resistencia de un semiconductor (termistores).
- Fem. creada en la unión de dos metales distintos (termopares)
- Intensidad de la radiación total emitida por el cuerpo (pirómetros de radiación).

1.5.3. Tipos de sensores de temperatura.

Sensores de temperatura basados en la dilatación.

Consta de un bulbo metálico o de vidrio que aloja un líquido que al calentarse se expande y sube a través del bulbo capilar. La lectura se toma en la escala graduada junto al tubo capilar.

- **Termómetro bimetalico.**

Están contruidos de dos tiras metálicas con distinto coeficiente de dilatación térmica que se unen a todo lo largo como se ilustra en la figura 1.15. Estos pueden ser de latón, monel o acero de una aleación de ferro níquel o invar (35% de níquel) laminado conjuntamente. Las láminas bimetalicas pueden ser rectas o curvas, formando espirales hélices. La precisión típica es de $\pm 1\%$ y su campo de medida de -200 a $+300$ ° C.

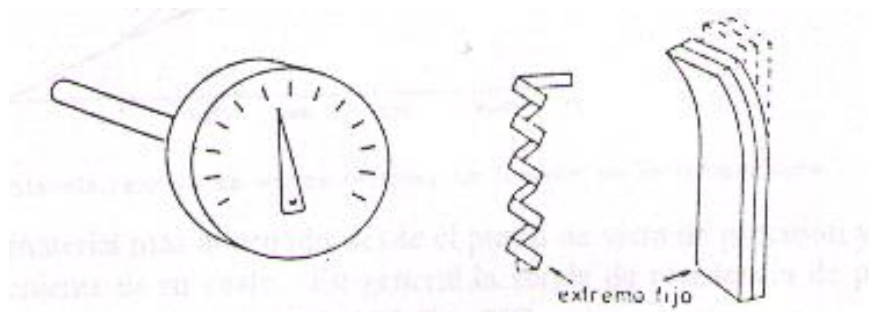


Figura 1.15. Termómetro Bimetalico.

Termómetro de resistencia⁸.

Comúnmente conocidos como RTD (Resístanse Temperatura Detector) se elaboran de un material conductor metálico. Las sondas RTD presentan la forma de alambre o películas metálicas. Los materiales son el platino, níquel, y aleaciones de éste último. Estos tienen un coeficiente térmico de resistencia

⁸ www.watlow.com

positivo, generalmente lineal en un amplio intervalo. La figura 1.16, indica algunas RTD's.



Figura 1.16. Sensores RTD's.

- Materiales de las RTD's.

El platino es el material más adecuado desde el punto de vista de precisión y de estabilidad pero presenta el inconveniente de su costo. En general la sonda de resistencia de un platino utilizada en la industria (pt -100) tiene una resistencia de 100 ohmios a 0 ° C. E

El níquel es más barato que el platino y posee una resistencia más elevada con una mayor variación por grado, sin embargo tiene por desventaja la falta de linealidad. El cobre tiene una variación de resistencia uniforme, es estable y barato, pero el inconveniente es su baja resistividad.

9 Termopares .

El transductor termoeléctrico indicado en la figura 1.17, conocido como termopar o temocupla se basa en el efecto Seebeck el cual es una corriente que fluye en un circuito cerrado compuesto de distintos conductores metálicos expuestos a diferentes temperaturas. La corriente Seebeck observada es en realidad el

⁹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Termopar#Funcionamiento>

resultado de dos fenómenos termoeléctricos reversibles: efecto Peltier y efecto de Thomson.



Figura 1.17. Termopares o termocuplas.

La f.e.m.¹⁰ debido al efecto Peltier es la porción de la f.e.m total de un termopar originada por una diferencia de potencial en la unión de dos conductores diferentes. Este potencial varía en función de la temperatura de la unión. La f.e.m Thomson es la porción de la f.e.m total de un termopar, que existe debido a una diferencia de potencial en una sección de conductor que tiene un gradiente de temperatura.

Un circuito de termopar práctico consta de dos alambres de aleaciones especiales unidos en un extremo que es la unión de referencia. Los alambres de extensión finalizan y se conecta a través de cables ordinarios de cobre en la unión de referencia. El tipo de material empleado en la construcción, define el tipo de termopar como se indica a continuación:

- **Tipo E:** Cromel – Constatan, adecuado para atmósferas oxidantes o inertes Alto. Rango: -200 a +900 °C; -9 a 70mV.
- **Tipo J:** **Cobre – Constatan; atmósferas reductoras, inertes, vació; no recomendadas para bajas temperaturas. Rango: 0 a 750 °C; 0 a 42mV.**

¹⁰ F.e.m.- Fuerza Electro Motriz

- **Tipo K:** Cromel – Alumel: Atmósferas oxidantes o inertes. limitado uso en vacío. Rango: -200 a 1200°C ; -6 a 55mV.
- **Tipo R:** Platino-Platino /Rodio (13%); atmósferas oxidantes o inertes, no insertable en tubos de metal, altas temperaturas.
Rango: 0 a 1700°C, 0 a 20mV.
- **Tipo S:** Platino-Platino/Rodio (10%); atmósferas oxidantes o inertes, no insertable en tubos de metal, cuidado con la contaminación.
Rango: 0 a 1450°C; a 15mV.
- **Tipo N:** ([Nicrosil \(Ni-Cr-Si\)](#) / [Nisil \(Ni-Si\)](#)): es adecuado para mediciones de alta temperatura gracias a su elevada estabilidad y resistencia a la oxidación de altas temperaturas, y no necesita del [platino](#) utilizado en los tipos B, R y S que son más caros.
- **Tipo B:** ([Platino \(Pt\)](#)-[Rodio \(Rh\)](#)): son adecuados para la medición de altas temperaturas superiores a 1800 °C. El tipo B por lo general presentan el mismo resultado a 0 °C y 42 °C debido a su curva de temperatura / voltaje.
- **Tipo T:** es un termopar adecuado para mediciones en el rango de -200 °C a 0 °C. El conductor positivo está hecho de cobre y el negativo, de [constantán](#).

Pirómetros de radiación.

Son sensores de temperatura sin contacto que responden a la transferencia relativa, en la figura 1.18, se puede observar un pirómetro de radiación. Se basan en los principios básicos que se detallan a continuación:

- La ley de Stefan-Boltzman, que relaciona la emisión total de energía radiante con la temperatura $W = RT^4$.

- **La ecuación de Plank que relaciona la distribución espectral de la energía indicada con la temperatura.**



Figura 1.18. Pirómetro de radiación.

Los pirómetros térmicos (radiación total) constan de un cuerpo colector ennegrecido a fin de absorber al máximo la radiación de todas las longitudes de onda con un transductor de temperatura unido, que mide la temperatura del colector.

1.6. SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN¹¹.

1.6.1. Generalidades.

La refrigeración es el proceso de reducción y mantenimiento de la temperatura (a un valor menor a la del medio ambiente) de un objeto o espacio. La reducción de temperatura se realiza extrayendo energía del cuerpo, generalmente reduciendo su energía térmica, lo que contribuye a reducir la temperatura de este cuerpo. La refrigeración implica transferir la energía del cuerpo que pretendemos enfriar a otro, aprovechando sus propiedades termodinámicas, entre otras formas:

- Aprovechar diferencias de temperaturas entre el medio receptor y emisor, transfiriendo el calor por convección, conducción o Radiación.
- Usar un proceso que requiera una aportación externa de energía en forma de trabajo, como el ciclo de Carnot.

¹¹ www.caloryfrio.com

- Aprovechar el efecto magnetocalórico de los materiales, como en la desimanación adiabática.

Las aplicaciones de la refrigeración son entre muchas:

- La climatización, para alcanzar un grado de confort térmico adecuado para la habitabilidad de un edificio.
- La conservación de alimentos, medicamentos u otros productos que se degraden con el calor. Como por ejemplo la producción de hielo o nieve, la mejor conservación de órganos en medicina o el transporte de alimentos perecederos.
- Los procesos industriales que requieren reducir la temperatura de maquinarias o materiales para su correcto desarrollo. Algunos ejemplos son el mecanizado, la fabricación de plásticos, la producción de energía nuclear.
- La crío génesis o enfriamiento a muy bajas temperaturas, empleada para licuar algunos gases o para algunas investigaciones científicas.
- **Las máquinas herramientas también llevan incorporado un circuito de refrigeración y lubricación para bombear el líquido refrigerante que utilizan, se llama taladrina o aceite de corte sobre el filo de la herramienta para evitar un calentamiento excesivo que la pudiese deteriorar rápidamente.**

1.6.2. Refrigeración por compresión¹².

El método convencional de refrigeración, y el más utilizado, es por compresión, figura 1.19, mediante energía mecánica se comprime un gas refrigerante, al condensar éste gas emite el calor latente que antes, al evaporarse, había absorbido el mismo refrigerante a un nivel de temperatura inferior. Para mantener este ciclo se emplea energía mecánica, generalmente mediante energía eléctrica.

¹² <http://www.caloryfrio.com/dossiers/saberhacer/aire/saberhacer-clima-compresi%F3n.htm>

Dependiendo de los costos de la electricidad, este proceso de refrigeración es muy costoso. Por otro lado, tomando en cuenta la eficiencia de las plantas termoeléctricas, solamente una tercera parte de la energía primaria es utilizada en el proceso, además los refrigerantes empleados hoy en día pertenecen al grupo de los fluoro-cloro carbonos, que por un lado dañan la capa de ozono y por otro lado contribuyen al efecto invernadero. Un ciclo simple comprende cuatro procesos fundamentales:

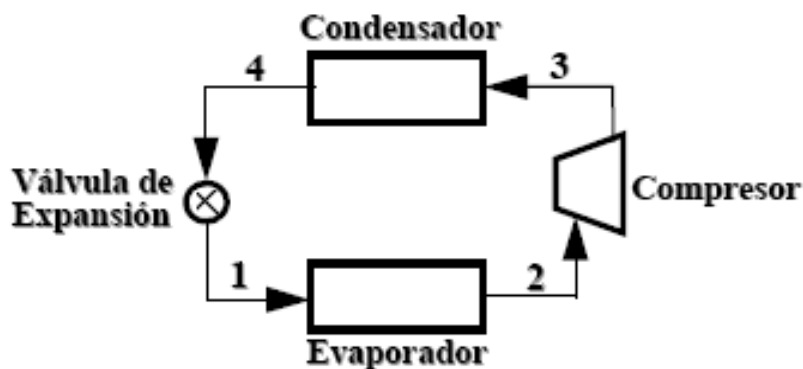


Figura 1.19. Ciclo de refrigeración por compresión.

1. Regulación.

El ciclo de regulación ocurre entre el condensador y el evaporador, en efecto, el refrigerante líquido entra en el condensador a alta presión y temperatura, y se dirige al evaporador a través del regulador. La presión del líquido se reduce a la presión de evaporación cuando el líquido cruza el regulador, entonces la temperatura de saturación del refrigerante entra en el evaporador y será en éste lugar donde se enfría. Una parte del líquido se evapora cuando cruza el regulador con el objetivo de bajar la temperatura del refrigerante a la temperatura de evaporación. La figura 1.20, indica una TEV¹³ de la marca Danfoss.

¹³ TEV.- Válvula de Expansión Térmica.



Figura 1.20. Válvula de Expansión Térmica.

2. Evaporación.

En el evaporador, figura 1.21, el líquido se vaporiza a presión y temperatura constantes gracias al calor latente suministrado por el refrigerante que cruza el espacio del evaporador. Todo el refrigerante se vaporiza completamente y se recalienta al final del evaporador.

Aunque la temperatura del vapor aumenta un poco al final del evaporador debido al sobrecalentamiento, la presión se mantiene constante, aunque el vapor absorbe el calor del aire alrededor de la línea de aspiración aumentando su temperatura y disminuyendo ligeramente su presión debido a las pérdidas de cargas a consecuencia de la fricción en la línea de aspiración, estos detalles no se tiene en cuenta cuando uno explica el funcionamiento de un ciclo de refrigeración normal.



Figura 1.21. Evaporador.

3. Compresión.

Por la acción del compresor, figura 1.22, el vapor resultante de la evaporación es aspirado por el evaporador por la línea de aspiración hasta la entrada del compresor. En el compresor, la presión y la temperatura del vapor aumenta considerablemente gracias a la compresión, entonces al vapor a alta temperatura y a alta presión es devuelto por la línea de expulsión.



Figura 1.22. Compresores herméticos.

4. Condensación.

El vapor atraviesa la línea de expulsión hacia el condensador, figura 1.23, donde libera el calor hacia el aire exterior. Una vez que el vapor ha prescindido de su calor adicional, su temperatura se reduce a su nueva temperatura de saturación que corresponde a su nueva presión. En la liberación de su calor, el vapor se condensa completamente y entonces es enfriado. El líquido enfriado llega al regulador y está listo para un nuevo ciclo.

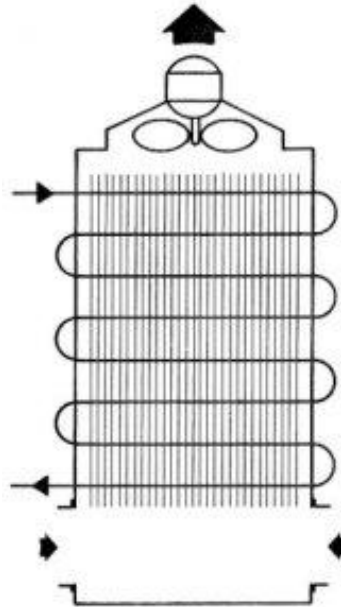


Figura 1.23. Esquema de un condensador.

1.7. SISTEMAS DE INYECCIÓN DE PLÁSTICOS¹⁴.

En la industria de los plásticos, participan los manufactureros de las resinas básicas, a partir de [productos](#) químicos básicos provenientes del [petróleo](#) y de sus gases y que suelen producir la [materia prima](#) en forma de polvo, gránulos, líquidos ó en forma estándar como láminas, películas, barras, tubos y formas estructurales y laminados, participan también los [procesadores](#) de plásticos que conforman y moldean las resinas básicas en productos terminados.

En la conformación y moldeo de las resinas se utilizan también diversos componentes químicos y no químicos, que le proporcionan al [producto](#) terminado ciertas características especiales, dentro de ellos tenemos:

- Componentes de relleno, que sirven para dar resistencia, rigidez al moldeo o bajar los [costos de producción](#), dentro de ellos tenemos el aserrín, [tejidos](#) de algodón, limaduras de [hierro](#), fibra de [vidrio](#), etc.
- Colorantes, para proporcionar [color](#) al producto terminado, son de origen mineral como los óxidos, se proporcionan en forma de polvos y en forma de resinas de óleo.

¹⁴ <http://www.monografias.com/trabajos32/procesamiento-plasticos/procesamiento-plasticos.shtml>

Los métodos de moldeo y conformados más comunes son el moldeo por [prensa](#) y el moldeo por inyección.

1.7.1. Método de moldeo por Inyección.

En las máquinas inyectoras de husillo sin fin, el calor y la presión necesaria para la polimerización¹⁵ de la resina se realiza en una cámara de caldeo y compresión, en ella previamente calentada se aplica una determinada cantidad de resina en forma de polvo o en forma granulada. Cuando la resina se hace plástica, se transfiere al molde propiamente dicho mediante un émbolo en la cámara de caldeo. Por medio de inyectoras o canales de transferencia, después de inyectado el plástico se abre el molde y se extrae la pieza.

El material plástico en forma de polvo o en forma granulada, se deposita para varias [operaciones](#) en una tolva, que alimenta una cilindro de caldeo, mediante la rotación de un husillo o tornillo sin fin, se transporta el plástico desde la salida de la tolva, hasta la tobera de inyección, por efecto de la fricción y del calor la resina se va fundiendo hasta llegar al [estado](#) líquido, el husillo también tiene aparte del movimiento de rotación un movimiento axial para darle a la masa líquida la presión necesaria para llenar el molde, actuando de ésta manera como un émbolo.

Una vez que el molde se ha llenado, el tornillo sin fin sigue presionando la masa líquida dentro del molde y éste es refrigerado por medio de [aire](#), por agua a presión o por algún sistema de refrigeración hasta que la pieza se solidifica. Las [máquinas](#) para este trabajo se denominan inyectora de husillo impulsor o de tornillo sin fin, también se le denomina extrusora en forma genérica. La figura 1.24 ilustra los elementos básicos de un sistema de moldeo por inyección.

1. Motor.
2. Tolva.
3. Husillo sin fin.

¹⁵ Polimerización.- Calor y presión necesaria para fundir.

4. Molde.

5. Sistema de calefacción.

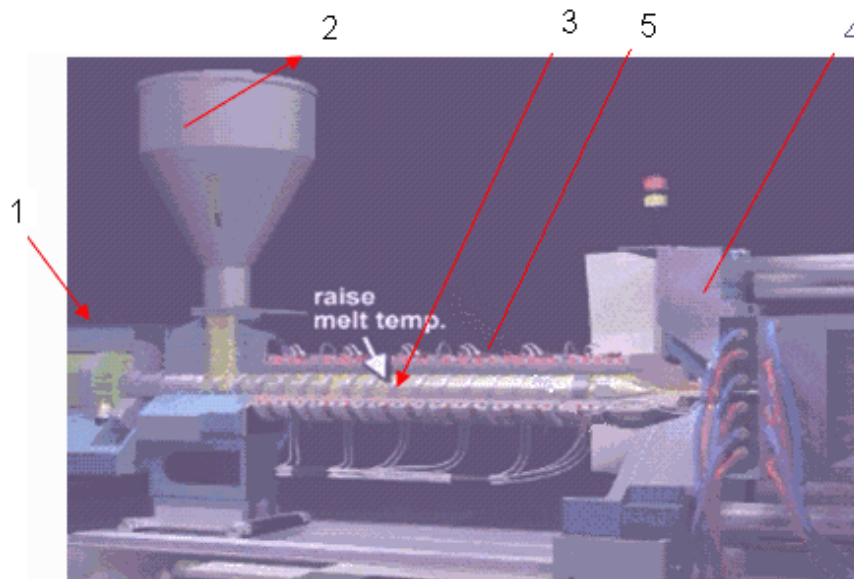


Figura 1.24. Sistema de moldeo por inyección.

1.8. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES (PLC'S) Y MÓDULOS DE EXPANSIÓN.

1.8.1. Introducción¹⁶.

Los controladores lógicos programables son computadores digitales industriales dedicados a las tareas de control de procesos. Dichos dispositivos fueron creados para mejorar el sistema de control convencional mediante contactores. Los PLC's inicialmente fueron dispositivos simples para el control de máquinas, y evolucionaron a lo que son actualmente, la solución a la mayoría de los problemas de automatización en diversos procesos e industrias. La importancia de conocer estos dispositivos radica en su gran aplicabilidad en las diferentes áreas de la industria, por este motivo es de vital importancia conocer el funcionamiento de los PLC.

1.8.2. Ventajas y desventajas de los PLC's.

1.8.2.1. Ventajas.

¹⁶ <http://personal3.iddeo.es/joseor/plcs.htm#Definición:>

Algunas de las ventajas de usar un PLC's son las siguientes:

- **Flexibilidad.-** Un modelo de PLC puede controlar varias máquinas diferentes, cada una con su propio programa, no se requiere un controlador para cada una.
- **Implementación de cambios y corrección de errores.-** Cuando se decide cambiar un programa o parte de él, se puede realizar desde un dispositivo de entrada (teclado) en solo unos minutos; anteriormente se requería realizar de nuevo el alambrado del panel de control.
- **Bajo costo.-** El incremento de la tecnología ha posibilitado introducir mayor cantidad de funciones en espacios más reducidos y baratos.
- **Prueba piloto.-** El PLC programado puede ser probado para evaluarlo en condiciones de laboratorio; de esta forma se realizan las modificaciones necesarias para que trabaje correctamente en el campo.
- **Velocidad de operación.-** La velocidad de operación de un programa de PLC es bastante rápida, en general esta determinada por el tiempo de escaneo de los datos, que ronda los milisegundos.
- **Seguridad.-** Un cambio en el programa del PLC no puede hacerse a menos que éste sea debidamente intervenido; en los sistemas de relés se podían realizar cambios fácilmente sin documentación, que eran olvidados fácilmente.

Estas son sólo algunas de las ventajas que presentan los PLC's, aunque pueden derivarse otras de las aplicaciones particulares en un campo específico.

1.8.2.2. Desventajas.

También existen desventajas en el uso de estas herramientas:

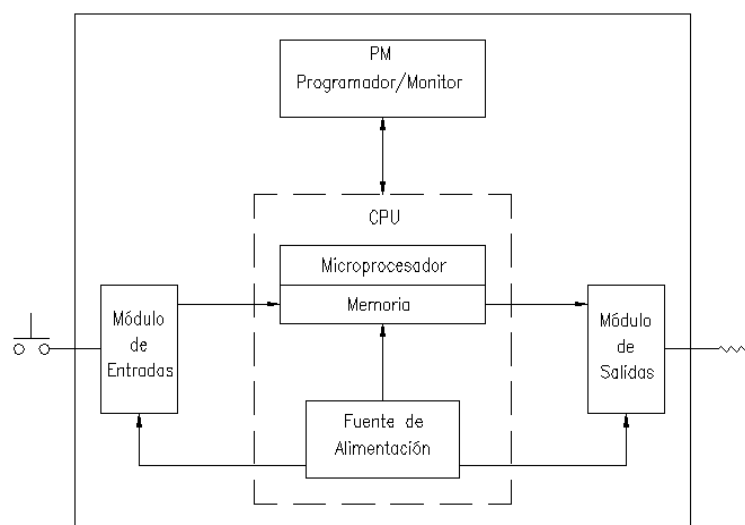
- **Tecnología nueva.-** Puede resultar difícil cambiar el modo de pensar de algunas personas de los relés a un concepto más computarizado como el PLC. Sin embargo, actualmente el uso de las computadoras está bastante

extendido en hogares y oficinas, además de en la industria, y poco a poco la gente se ha ido habituando a su uso.

- **Aplicaciones de programas fijos.-** Algunas aplicaciones son de función simple, es decir, su operación no se cambia nunca o casi nunca. No es una buena inversión un PLC con su capacidad de manejo de múltiples programas y facilidad de variar los mismos, si no se va a utilizar.
- **Consideraciones ambientales.-** Las condiciones ambientales en que se desarrollan ciertos procesos, como alta temperatura y vibraciones, producen interferencias en los dispositivos electrónicos del PLC.
- **Operación segura en fallas.-** En los sistemas de relés, una falla en la alimentación detiene el sistema, y el relé no se restaura automáticamente cuando ésta acaba. Esto se puede programar en un PLC, sin embargo, algunos programas requieren alimentación para detener el dispositivo. Esta desventaja se puede resolver agregando relés de seguridad al sistema del PLC.

1.8.3. Estructura general del PLC¹⁷.

Las unidades principales de un PLC y la forma como están interconectadas se muestran en la figura 1.25.



¹⁷ Introducción a los Controladores Lógicos Programable (PLC). Universidad de Costa Rica.

Figura 1.25. Diagrama en bloques de la estructura de un PLC.

Las cuatro partes principales de los PLC's son:

1. **Unidad de procesamiento central (CPU).**- Este es el corazón de todo el sistema del PLC. Podemos ver un módulo simple del PLC en la figura 1.26. El tamaño puede variar dependiendo del proceso a ser controlado. Operaciones pequeñas pueden requerir una unidad pequeña con poca memoria. Un sistema grande requerirá una unidad mayor con más memoria y funciones. El CPU es el cerebro del sistema y tiene tres subpartes:
 - **Microprocesador.**- Se encarga de las operaciones lógicas y matemáticas.
 - **Memoria.**- Es el área del CPU en la cual se almacenan los datos y la información; también contiene el software del sistema y el programa de usuario.
 - **Fuente de alimentación.**- Fuente eléctrica que transforma la alimentación AC a los diversos valores DC que el sistema requiere para operar.



Figura 1.26. Modulo CPU 226 marca Siemens

2. **Programador/monitor.**- Es el dispositivo usado para comunicarse con los circuitos del PLC, puede ser ésta una terminal de mano, terminales industriales o por medio de computadoras personales. En la figura 1.27, se muestra el programador con el respectivo software y el PLC.

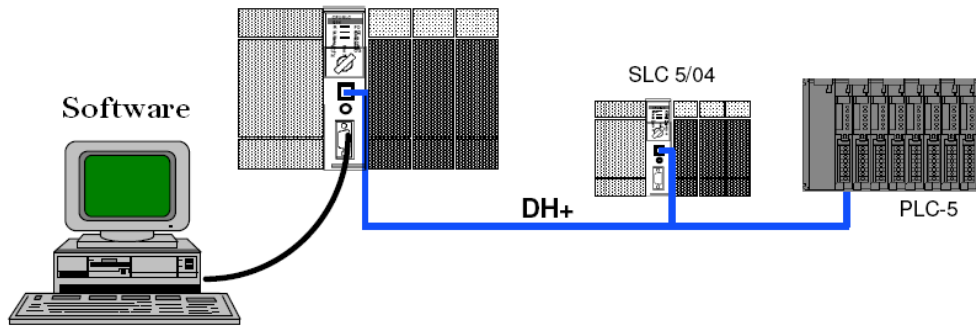


Figura 1.27. Programador con software y PLC.

3. **Módulos I/O.-** El módulo de entradas tiene terminales para conectar las señales eléctricas de dispositivos exteriores, como sensores o transductores. El módulo de salidas provee señales de voltaje o corriente las cuales son utilizadas para la activación de dispositivos actuadores, señalizadores, etc.
4. **Anaquele y bastidor.-** Es el anaquel en el cual las partes del PLC son ensambladas y la “caja” en la cual se montan los diferentes módulos del PLC.

1.8.4. Módulos de expansión (entrada/salida).

Constituyen la etapa de entrada del PLC. Desde la parte externa lucen como una bornera donde se deben colocar los cables con las señales que provienen de los transductores, pero internamente están conformadas por circuitos electrónicos que acoplan esas señales a las especificaciones estándar que el PLC puede manipular. Según la naturaleza de la señal que se recibe de los transductores, las entradas se clasifican en: Entradas digitales y entradas analógicas.

Las salidas internamente son circuitos electrónicos que realizan el acople entre las señales digitales utilizadas por el PLC y las señales analógicas o cuantizadas que utilizan los actuadores. Externamente lucen como una bornera donde se realizan las conexiones entre el PLC y los actuadores. Las salidas se clasifican, al igual que en el caso de las entradas, en digitales y analógicas. Los distintos módulos de expansión se describen a continuación.

1.8.4.1. Módulos de entradas digitales.

Convierten las señales digitales externas del proceso al nivel interno del autómatas. Estas entradas se diseñan para recibir señales cuantizadas de los sensores de campo. Dichas señales varían sólo entre dos estados, el PLC codifica estas señales según su amplitud en: 1 lógico para el valor de amplitud mayor, y 0 lógico para el nivel de amplitud menor. Este tipo de señales generalmente provienen de transductores como: interruptores, botoneras, sensores de fin de carrera, etc. El módulo de ampliación de entradas digitales se puede observar en la figura 1.28.

1.8.4.2. Módulos de salida digitales.

Convierten las señales internas del PLC en señales externas adaptadas al proceso. Pueden ser de voltaje y de relé. Las salidas de voltaje asignan una magnitud de voltaje, que depende del fabricante, al estado 1 lógico y de 0 V al estado 0 lógico. Las salidas de relé consisten en un contacto seco que se cierra en el estado 1 y se abre en el estado 0. El módulo de ampliación de salidas digitales se puede observar en la figura. 1.28.

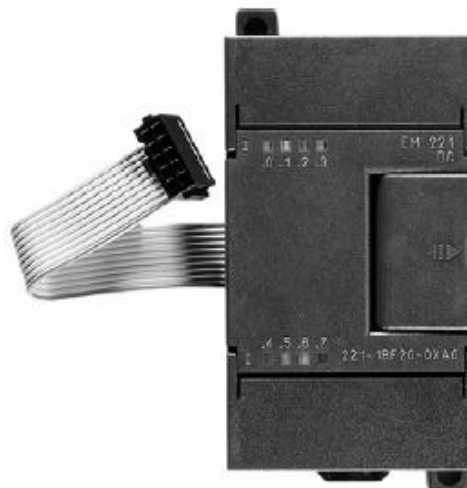


Figura 1.28. Módulo de ampliación digital EM 22X marca Siemens

1.8.4.3. Módulos de entradas analógicas

Convierte las señales analógicas en señales digitales que el autómatas procesa internamente. Estas sirven para conectar sensores analógicos y actuadores sin necesidad de amplificador adicional. Son las que reciben señales analógicas de los transductores de campo. Estas señales generalmente provienen de sensores que miden el valor instantáneo de una variable física. Ejemplos de este tipo de señales son: la salida de un tacogenerador, de un fotosensor o de un sensor de nivel.

El valor de la señal analógica se transforma en una señal digital de tal forma que el procesador la pueda manipular. Según el tipo de señal eléctrica que reciban, las entradas también se clasifican en: de corriente y de voltaje. A las entradas está asignado un espacio de memoria del PLC llamado "imagen de entradas", el cual contiene la información de todas las entradas en todo momento. El módulo de ampliación de entradas analógicas se puede observar en la figura. 1.29.

1.8.4.4. Módulos de salida analógicas

Convierten las señales digitales del PLC en señales analógicas para el proceso, los valores de salida están generalmente entre 0Vdc a 10Vdc para las salidas de voltaje y de 4mA a 20mA para las de corriente, aunque estos valores varían según el fabricante. Estas señales comandan actuadores como válvulas solenoides, servomotores, etc. A las salidas se les asigna un espacio de memoria del PLC llamado "imagen de salida", el cual contiene la información de todas las salidas en todo momento. El módulo de ampliación de salidas analógicas se puede observar en la figura. 1.29.

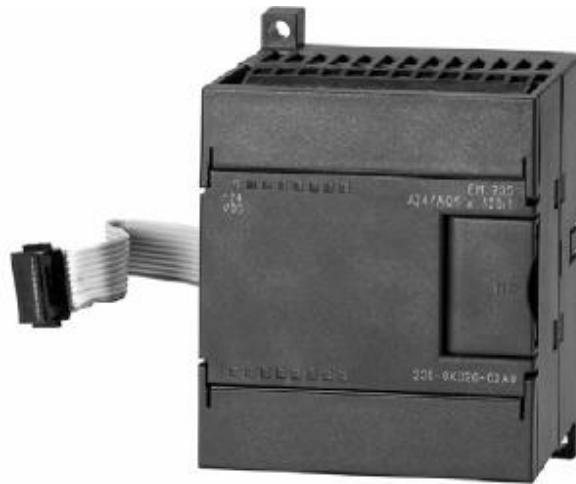


Figura 1.29. Módulo de ampliación analógico EM 23 marca Siemens

1.9. PLATAFORMAS DE VISUALIZACIÓN Y CONTROL.

Introducción¹⁸.

Las plataformas de visualización y control han venido ganando campo a nivel industrial, pues, sirven para mantener información en tiempo real, ya que se pueden interconectar fácilmente con las redes de un sistema y además soportan las demandas de un entorno industrial. En la figura 1.30 se ilustra varios tipos de PanelView de la marca Allen Bradley.

¹⁸ <http://www.rockwellautomation.com/news/commentary.html>



Figura 1.30. Tipos de PanelView de la familia Allen Bradley.

La aplicación de las plataformas de visualización y control a nivel industrial se debe a la necesidad de estandarizar el monitoreo y control de sistemas a distancia, PLC's y otros mecanismos de control. El uso de sistemas PLC ofrecen integración con sistemas HMI/SCADA, y muchos de ellos utilizan protocolos de comunicaciones abiertos, que han permitido masificar este tipo de sistemas y ponerlos al alcance de todo tipo de industrias.

Los paneles de operación no solo son dispositivos de visualización sino también son empleados para enviar información al controlador que los maneje. Los PanelView, son pantalla de operador, en la cual se pueden recibir datos del controlador para su despliegue en pantalla, se pueden enviar datos al controlador para su procesamiento, o ambas.

Características y tipos de terminales PanelView¹⁹.

Los terminales PanelView se presentan con una amplia gama de opciones.

1. Tipo y tamaño de la pantalla (monocroma, en escala de grises o en color).
En la figura 1.31 se muestran algunos tipos de terminales panel PanelView.



Figura 1.31. Terminal Monocromático, en Escala de Grises y Color

2. Entrada del operador (pantalla táctil o teclado)
3. Puerto de comunicación (DH-485, RS-232, E/S remotas, DH+, ControlNet, DeviceNet, Ethernet, DF1)

Conexiones de red para los terminales PanelView²⁰.

Las conexiones que se pueden realizar con los terminales PanelView son las siguientes:

- Conexiones de E/S remotas.
- Conexiones DH+.
- Conexiones DH-485.
- Conexiones RS-232 (DH-485).
- Conexiones RS-232 (DF1).
- Conexiones ControlNet.

¹⁹ <http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/tab4.html>

²⁰ PanelView 300 Micro Operador Interface Boletín 2711

- Conexiones DeviceNet.
- Conexiones EtherNet/IP.
- Conexión de impresora o computadora al puerto en serie RS-232.

1.10. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN²¹.

1.10.1. Protocolo.

Se puede definir a un protocolo como el idioma, lenguaje o estándar que utilizan dos o más dispositivos electrónicos para "entenderse" y comunicarse entre sí. Un protocolo define cómo se identifican dispositivos entre sí dentro de la red, el formato que debe tomar la información en tránsito y cómo es procesada dicha información una vez que llegó a su destino. Los protocolos también definen procedimientos para manejar transmisiones perdidas o erróneas. Los siguientes protocolos son compatibles con cualquier canal de comunicación RS-232:

- Protocolo de comunicación DH-485.
- Protocolo DF1 Full-Duplex.
- Protocolo DF1 Half-Duplex esclavo.

1.10.2. Protocolo de comunicación DH-485.

El protocolo DH-485 define la comunicación entre múltiples dispositivos que coexisten en una sola pareja de cables. El protocolo DH-485 usa RS-485 Half-Duplex como interface típica (RS-485 es una definición de características eléctricas; no es un protocolo), RS-485 usa dispositivos capaces de coexistir en un circuito de datos común, permitiendo así que se compartan datos fácilmente entre dispositivos. La red DH-485 ofrece:

- Interconexión de 32 dispositivos
- Capacidad de maestros múltiples
- La capacidad de añadir o retirar nodos sin interrumpir el funcionamiento de la red
- Longitud máxima de red 1219 m (4000 pies).

²¹ Controladores programables MicroLogix™ 1200 y MicroLogix 1500 Boletines 1762 y 1764.

- **Configuración de parámetros DH-485.**

Cuando las comunicaciones están configuradas para DH-485, pueden cambiarse los siguientes parámetros mostrados en la tabla 1.1.

Parámetro	Opciones	Opción predeterminada del software de programación
Baud Rate	9600, 19.2 K	19.2 K
Node Address	1 a 31 decimal	1
Token Hold Factor	1 a 4	2
Max Node Address	1 a 31	31

Tabla 1.1. Parámetros de configuración DH-485.

- **Consideraciones de software.**

Las consideraciones de software incluyen la configuración de la red y los parámetros que pueden establecerse para satisfacer los requisitos específicos de la red. Los siguientes son los principales factores de configuración que tienen un efecto significativo en el rendimiento de la red:

1. **Número de nodos en la red.-** El número de nodos en la red afecta directamente el tiempo de transferencia de datos entre nodos. Los nodos que no son necesarios (tal como un segundo terminal de programación que no se usa) reducen la velocidad de transferencia de datos. El máximo número de nodos en la red es 32.
2. **Direcciones de dichos nodos.-** El mejor rendimiento de la red ocurre cuando las direcciones de nodos se asignan en orden secuencial. A los iniciadores, tales como computadoras personales, se les debe asignar las direcciones con numeración más baja para minimizar el tiempo requerido para inicializar la red. El rango válido de los controladores MicroLogix es 1 a 31 (un controlador no pueden ser el nodo 0).

- 3. Velocidad en baudios.-** El mejor rendimiento de la red ocurre a la velocidad en baudios más alta, que es 19200. Ésta es la velocidad en baudios predeterminada para dispositivos MicroLogix en la red DH-485. Todos los dispositivos deben estar a la misma velocidad en baudios.

1.10.3. Protocolo DF1 Full-Duplex.

El protocolo DF1 Full-Duplex proporciona una conexión de punto a punto entre dos dispositivos. El protocolo DF1 Full-Duplex combina la transparencia de datos (American National Standards Institute ANSI subcategoría D1) y la transmisión simultánea bidireccional con respuestas incorporadas (subcategoría F1). Los controladores MicroLogix aceptan el protocolo DF1 Full-Duplex mediante la conexión RS-232 a dispositivos externos tales como computadoras u otros controladores compatibles con DF1 Full-Duplex.

- **Operación DF1 Full-Duplex.**

El protocolo DF1 Full-Duplex (llamado también protocolo DF1 punto a punto), es útil cuando se requiere comunicación RS-232 punto a punto. Este tipo de protocolo acepta transmisiones simultáneas entre dos dispositivos en ambas direcciones. El protocolo DF1 controla el flujo de mensajes, detecta y señala errores y efectúa reintentos si se detectan errores. Cuando el driver del sistema es DF1 Full Duplex, pueden cambiarse los parámetros que se observan en la tabla 1.2.

Parámetro	Opciones	Opción predeterminada del software de programación
Baud Rate	300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19.2K, 38.4 K	19.2 K
Parity	Ninguna, par	Ninguno

Source ID (Node Address)	0 a 254 decimal	1
Control Line	Sin handshaking, modem Full-Duplex	Sin handshaking
Error Detection	CRC, BCC	CRC
Embedded Responses	Detección automática, habilitado	Auto detección
Duplicate Packet (Message)	Detect habilitada, inhabilitada	Habilitado
ACK Timeout (x20ms)	1 a 65535	50 conteos
NAK retries	0 a 255	3 intentos
ENQ retries	0 a 255	3 intentos
Stop Bits	No es un parámetro, siempre es 1	1

Tabla 1.2. Parámetros de configuración DF1 Full-Duplex.

1.10.4. Protocolo DF1 Half-Duplex.

El protocolo DF1 Half-Duplex proporciona una red de un maestro / múltiples esclavos, de derivaciones múltiples. A diferencia del protocolo DF1 Full-Duplex, la comunicación se realiza en una dirección. Se puede usar el puerto RS-232 de un controlador MicroLogix como puerto de programación Half-Duplex y puerto de mensajes entre dispositivos similares Half-duplex.

- **Operación DF1 Half-Duplex.**

El dispositivo maestro inicia toda la comunicación “encuestando” a cada dispositivo esclavo. El dispositivo esclavo puede transmitir paquetes de mensajes sólo cuando es encuestado por el maestro. Es responsabilidad del maestro encuestar a cada esclavo de manera regular y secuencial para permitir que los dispositivos esclavos tengan la oportunidad de comunicarse. Durante una secuencia de encuesta, el maestro encuesta a un esclavo ya sea repetidamente hasta que el esclavo indique que ya no tiene más paquetes de mensajes que transmitir, o una sola vez por secuencia de encuesta, dependiendo de cómo esté configurado el maestro. Una característica adicional del protocolo DF1 Half-Duplex es que un dispositivo esclavo puede habilitar una instrucción MSG en su programa de lógica de escalera para enviar o solicitar datos hacia/desde otro esclavo. Cuando el esclavo iniciador es encuestado, la instrucción MSG se envía

al maestro, éste reconoce que el mensaje no es para él sino para otro esclavo, e inmediatamente envía el mensaje al esclavo receptor.

La transferencia de esclavo a esclavo es una función del dispositivo maestro y también puede ser usada por el software de programación para cargar y descargar programas a procesadores en el vínculo DF1 Half-Duplex. DF1 Half-Duplex acepta hasta 255 dispositivos (dirección 0 a 254), la dirección 255 está reservada para difusiones del maestro. Cuando el driver del sistema es DF1 Half-Duplex esclavo, pueden cambiarse los siguientes parámetros:

Parámetro	Opciones	Opción predeterminada del software de programación
Baud Rate	300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19.2K, 38.4 K	1200K
Parity	Ninguna, par	Ninguno
Source ID (Node Address)	0 a 254 decimal	1
Control Line	Sin handshaking, modem Half-Duplex	Sin handshaking
Error Detection	CRC, BCC	CRC
EOT Suppression	Habilitada, inhabilitada.	Inhabilitado
Duplicate Packet (Message) Detect	Habilitada, inhabilitada.	Habilitado
Poll Timeout (x20ms)	0 a 65535	3000
RTS Off Delay (x20ms)	0 a 65535	0
RTS Send Delay (x20ms)	0 a 65535	0
Message Retries	0 a 255	3
Pre Transmit Delay (x1ms)	0 a 65535	0

Tabla 1.3. Parámetros de configuración DF1 Half-Duplex.

1.10.5. Arquitectura de comunicación.

Para realizar una arquitectura de comunicación se debe tomar en cuenta las necesidades de la red, para lo cual se debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Tipo de información que se envía/recibe.
- Rendimiento del sistema.
- Distancia/tamaño de la aplicación.
- Redes disponibles.
- Expansión futura.

Existen tres tipos principales de redes que son las siguientes:

A. Redes de información (Red Ethernet), Figura 1.32.

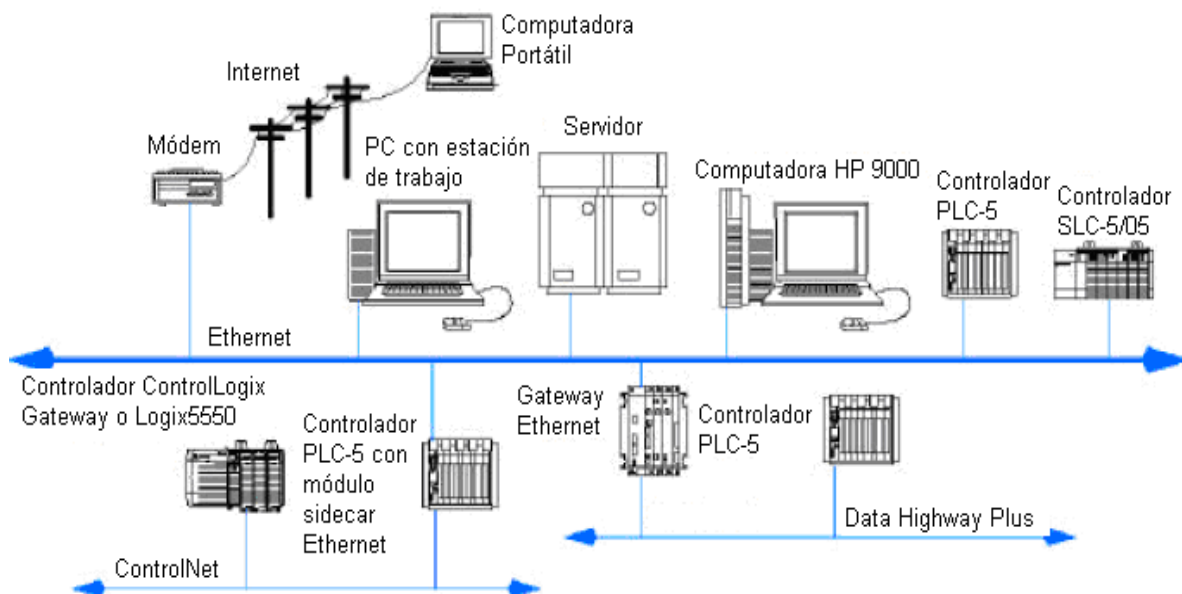


Figura 1.32. Red Ethernet Allen Bradley.

B. Redes de control (Red ControlNet), Figura 1.33.



Figura 1.33. Red ControlNet Allen Bradley.

C. Redes de dispositivos (Red DeviceNet), Figura 1.34.

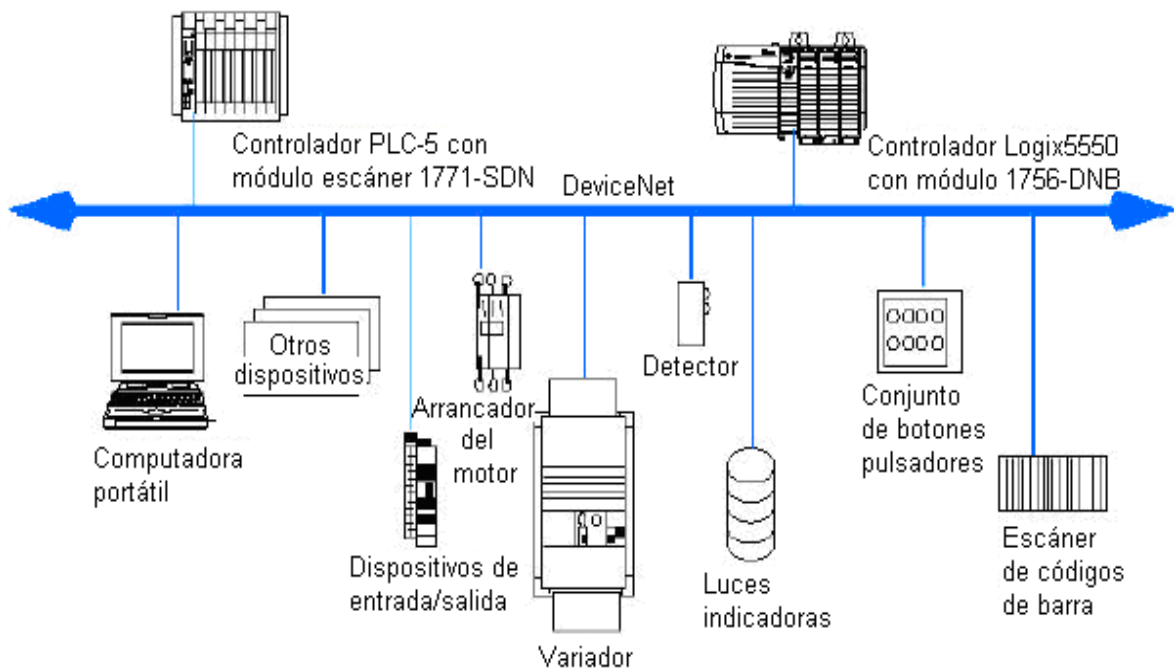


Figura 1.34. Red DeviceNet Allen Bradley

1.10.6. Red serial (Punto a punto).

El puerto serie de los PLC pueden configurarse para RS-232, RS-423 o la comunicación en serie compatible con RS-422A, se utiliza el puerto serie para conectar dispositivos que:

- Se comunican usando el protocolo DF1 tales como los módems, módulos de comunicación, estaciones de trabajo de programación u otros dispositivos.
- Envían y reciben caracteres ASCII, tales como los terminales ASCII, lectores de código de barras e impresoras.

Una vez configurado el puerto en serie es compatible con el protocolo DF1. Las comunicaciones pueden ser:

- Punto a punto comunicación entre un controlador PLC-5 y otros dispositivos compatibles con DF1. En el modo punto a punto se usa el protocolo full-duplex DF1.
- DF1 maestro control de encuestas (polling) y transmisión de mensajes entre el maestro y cada nodo remoto. En el modo maestro se usa el protocolo half-duplex DF1.
- DF1 esclavo usa el controlador como estación esclavo en una red en serie maestro/esclavo. En el modo esclavo se usa el protocolo half-duplex DF1.

El puerto en serie también es compatible con las aplicaciones de control, supervisión y adquisición de datos (SCADA). Los sistemas SCADA permiten monitorear y controlar las funciones y procesos remotos mediante redes de comunicación en serie entre el maestro y los esclavos, la figura 1.35 muestra este tipo de red. Características:

- Comunicación usando el protocolo DF1.
- Configurable para RS-232, -423, 422A.
- Compatible con las aplicaciones SCADA.

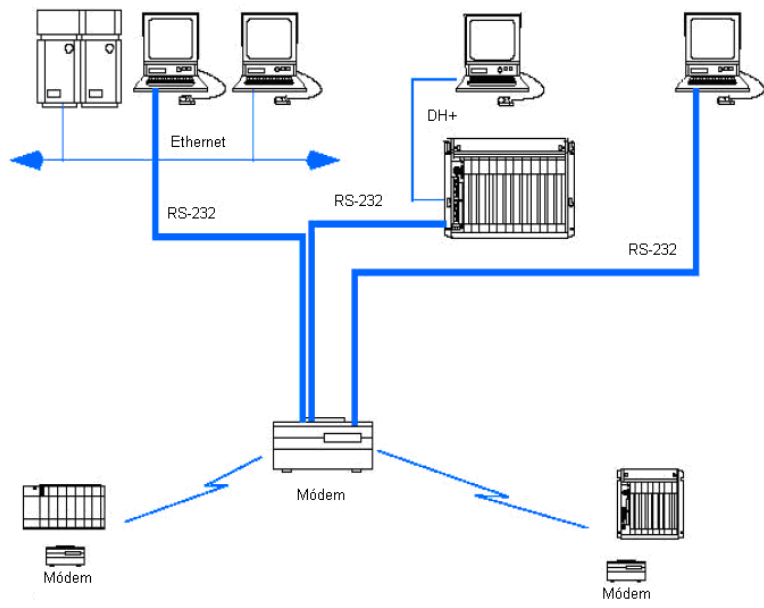


Figura 1.35. Red serial Allen Bradley.

CAPÍTULO II

ESTUDIO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN Y SELECCIÓN DE EQUIPOS

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CALZADO EN LA EMPRESA "CASS".

El proceso de producción del calzado puede describirse con el flujo grama de la figura 2.1. Teniendo como objeto principal de estudio la máquina inyectora.

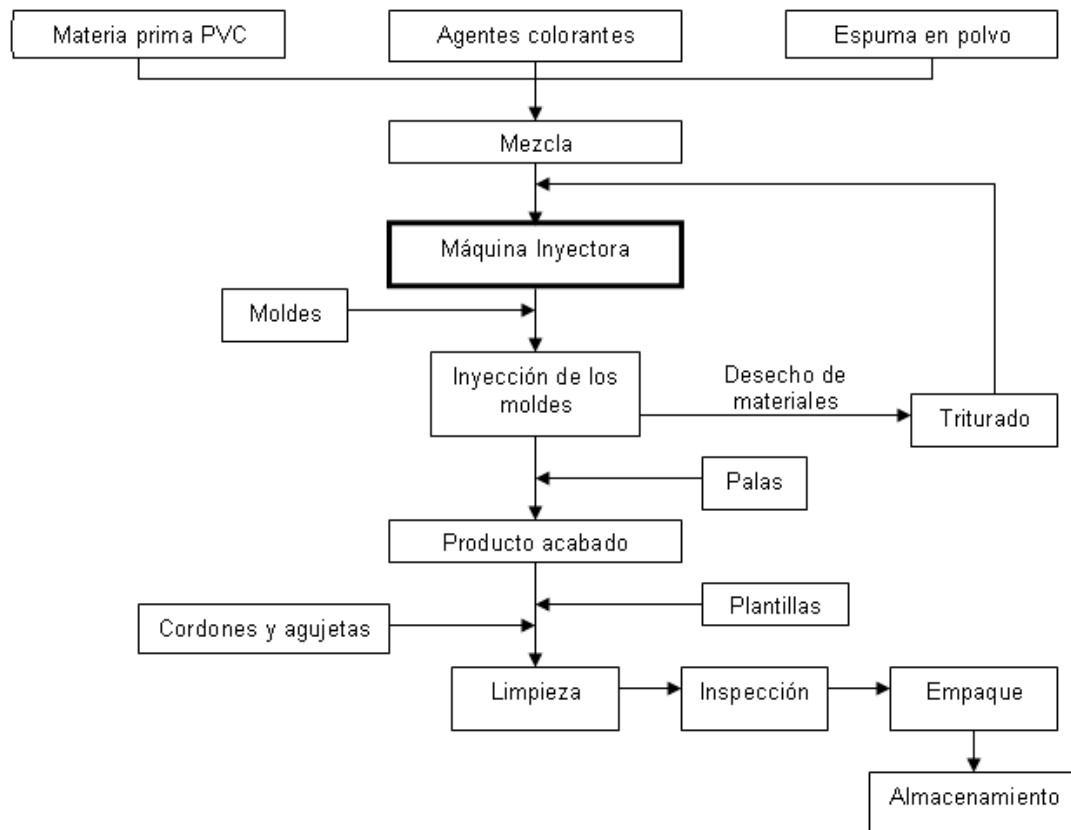


Figura 2.1. Descripción del proceso.

2.1.1. Máquina inyectora.

Utiliza el método por transferencia, el mismo que es aplicado para el moldeo de resinas termoplásticas (PVC, EVA, etc.), este material en forma de polvo o en forma granulada es depositado en las tolvas para su posterior calentamiento e inyección a los moldes. El calor y la presión necesaria para la fundición del material se realiza en una cámara de caldeo (mediante niquelinas) y compresión. Cuando la resina se hace plástica, se transfiere al molde propiamente dicho mediante un husillo sin fin ubicado dentro de la cámara de caldeo por medio de canales de transferencia, una vez terminada la inyección inicia el ciclo de enfriamiento de la resina y la solidificación de la misma, para luego abrir el molde y extraer la suela terminada. La figura 2.2, ilustra el ciclo de funcionamiento de la máquina inyectora.

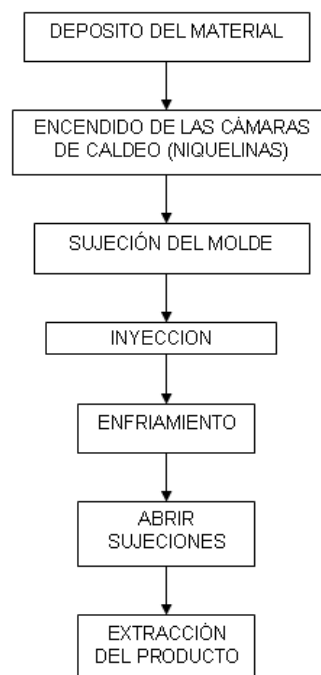


Figura 2.2. Ciclo de funcionamiento de la máquina.

- **Deposito del material (Tolvas).**- El material en forma granulada es depositada dentro de las tolvas de almacenamiento ubicadas en la parte superior trasera de la máquina y se acoplan con las entradas de las cámaras de caldeo como muestra la figura 2.3.

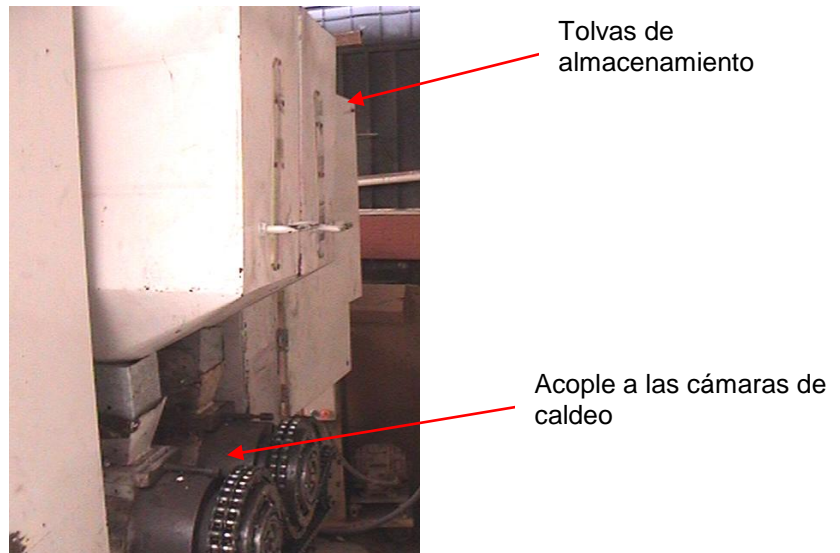


Figura 2.3. Tolvas de almacenamiento.

- **Cámaras de caldeo.-** El material procedente de las tolvas ingresa a las cámaras para su fundición mediante calentamiento por niquelinas, esto se observa en la figura 2.4. La temperatura que se debe mantener oscila entre los 140 °C – 170 °C, ya que en estos valores el material posee una viscosidad y elasticidad apropiadas para su posterior inyección a los moldes.

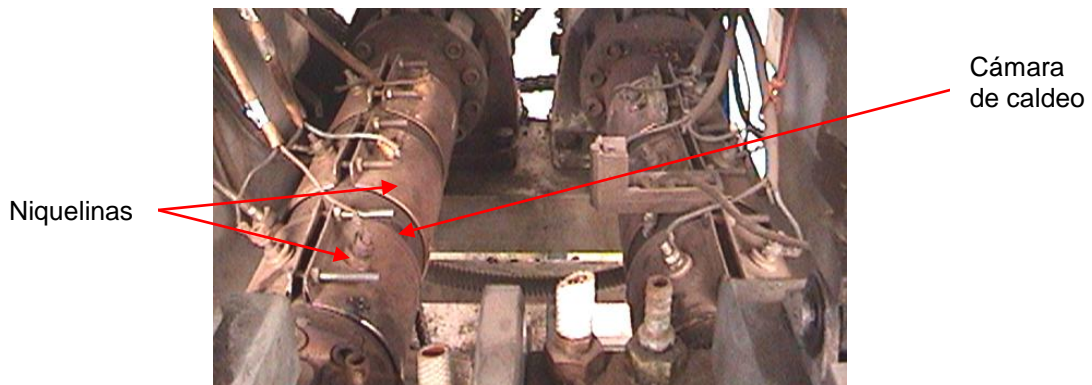


Figura 2.4. Cámaras de caldeo con sus niquelinas.

- **Sujeción de los moldes.-** La máquina cuenta con un sistema neumático compuesto por cuatro cilindros de simple efecto los cuales son comandados por electroválvulas para la sujeción tanto horizontal y posteriormente de forma vertical (figura 2.5a, 2.5b respectivamente). En la figura 2.5c, se muestra el diagrama neumático del sistema.



(a)



(b)

Figura 2.5. (a) Sujeción horizontal, (b) Sujeción vertical.

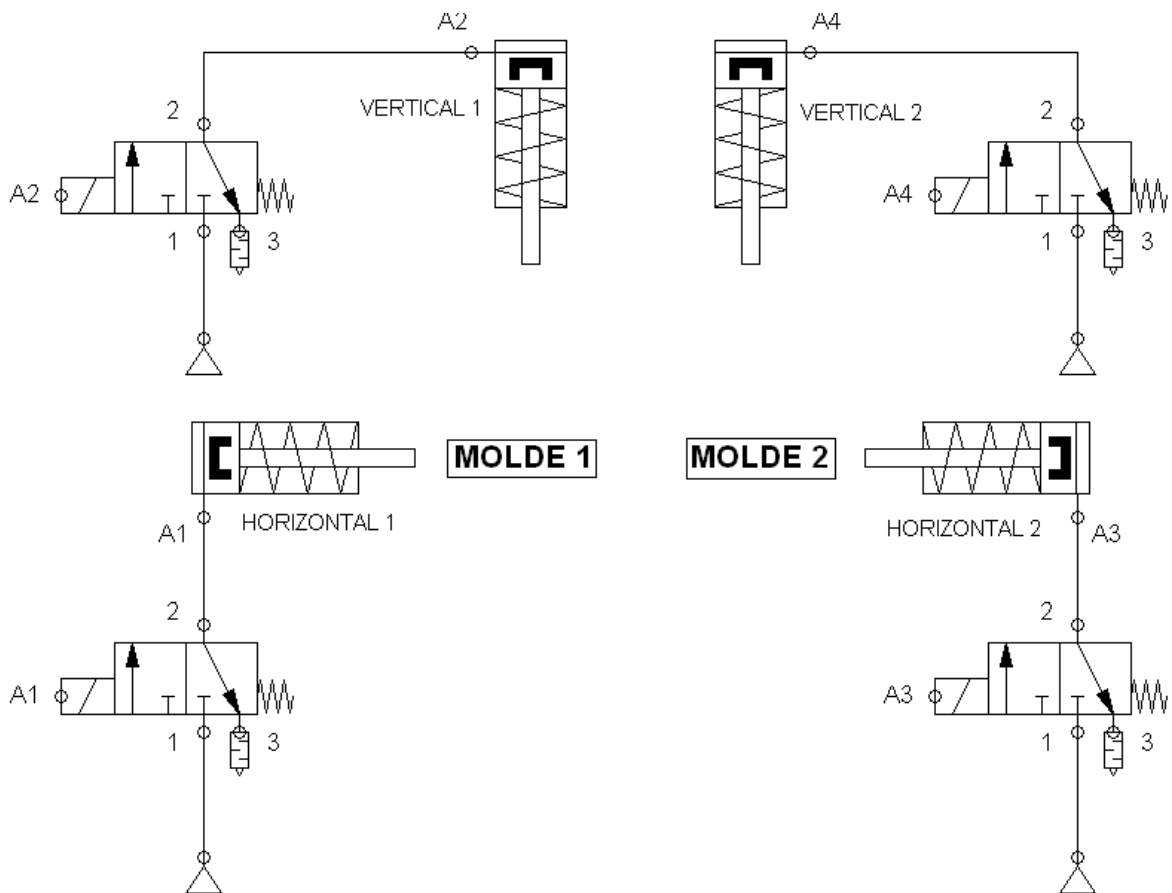


Figura 2.5c. Diagrama neumático.

- **Inyección.-** Una vez alcanzada la temperatura apropiada y con el molde ya sujeto se procede a la inyección del material. Este proceso es efectuado mediante la acción de un motor el mismo que por un sistema de cadenas mueve el husillo izquierdo o derecho de la máquina según el sentido de giro del motor, esto se aprecia en la figura 2.6.



Figura 2.6. Acople del motor con los husillos de inyección.

- **Enfriamiento.-** El enfriamiento del material dentro de los moldes se lo realiza a través de un sistema de refrigeración por compresión, el evaporador que absorbe el calor de los moldes se encuentra en el interior de la mesa de trabajo, en la figura 2.7. se muestra el sistema de enfriamiento.



Figura 2.7. Sistema de refrigeración.

- **Retiro de las sujeciones y extracción de las suelas.-** Concluido el proceso de inyección y enfriamiento las suelas están listas para la extracción de los moldes previo al retiro de las sujeciones. El producto que se obtiene del proceso es el que se indica en la figura 2.8.



Figura 2.8. Producto terminado.

2.2. SELECCIÓN DEL EQUIPO NECESARIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

Para efectuar el proceso descrito en el ítem 2.1 de manera eficiente y en forma automática es indispensable la utilización de equipos modernos de automatización usados a nivel industrial.

De acuerdo con el estudio minucioso realizado en esta máquina se pudo concluir que se requiere manejar los siguientes parámetros de entradas y salidas las cuales se detallan en la tabla 2.1a, y tabla 2.1b, respectivamente.

NUMERO DE ENTRADAS	
Nº de Entradas	PROCESO
2 Digitales	Sujeción horizontal del molde.
2 Digitales	Sujeción vertical del molde.
2 Digitales	Abrir sujeciones horizontales.
2 Digitales	Abrir sujeciones verticales.
2 Digitales	Inyección (Izquierdo y derecho).
2 Digitales	Selección manual / automático.
1 Digital	Paro inyector 1.
1 Digital	Paro inyector 2.
2 Análogas	Medición de la temperatura (RTD's)

Tabla 2.1a. Número de entradas necesarias en el proceso.

NUMERO DE SALIDAS	
Nº de Salidas	PROCESO
4 Digitales	Activación para las electroválvulas.
2 Digitales	Activación del motor (Giro horario y antihorario).
2 Digitales	Encendido de las niquelinas automático.
2 Digitales	Encendido de las niquelinas manual.
2 Digitales	Activación relojes inyección manual.
1 Digital	Activación del Sistema de refrigeración.
1 Digital	Activación luz indicadora piloto (automático)

Tabla 2.1b. Número de salidas necesarias en el proceso.

Con estos parámetros podemos iniciar la selección de los instrumentos y equipos necesarios para la automatización de esta máquina.

2.2.1. Selección del controlador.

Para satisfacer las necesidades de este proceso, el mismo que requiere de 16 entradas divididas en 14 digitales y 2 analógicas; así como también del recurso de 14 salidas digitales, se requiere un controlador que pueda manejar estos parámetros y que además permita la comunicación hombre/máquina (HMI²²) para el control y monitoreo del proceso a través de un panel de operador (PanelView).

Por estas necesidades se utilizará el controlador MicroLogix 1200 catálogo 1762-L24BWA²³, serie C, de la marca Allen-Bradley, la misma que cuenta con una amplia gama de equipos de automatización, el controlador se observa en la figura 2.9, el cual cuenta con la descripción detallada en la tabla 2.2.



Figura 2.9. PLC MicroLogix 1200 Allen-Bradley

Controlador		Entradas		Salidas	
		Cantidad	Tipo	Cantidad	Tipo
MicroLogix 1200	1762-L24BWA	14	24VCC	10	Relé

Tabla 2.2 Descripción del controlador.

Además este controlador tiene la opción de incrementar el número de entradas y salidas tanto digitales como analógicas mediante un módulo de expansión, el mismo que se selecciona de acuerdo con las necesidades del proceso.

²² Interfase Hombre Máquina.

²³ Controladores programables MicroLogix™ 1200 y MicroLogix 1500. Boletines 1762 y 1764. Anexo A.

Para programar este controlador se utiliza el software RSLogix 500 que permite realizar programación en escalera (ladder), también es posible realizar programación en línea y poner el dispositivo en modo de ejecución (run). Cuenta además con facilidades para la configuración de diferentes tipos de dispositivo, como módulos de E/S, de interfaz para redes de comunicación DeviceNet, etc., que se pueden conectar al controlador lógico programable.

Una rutina realizada en RSLogix 500 se dice que es una escalera, pues esta formado por una sucesión de instrucciones descendentes que se ejecutan en forma cíclica. La ejecución del programa cuenta con tres recorridos para las instrucciones: el primero es el barrido o scan de las instrucciones de entradas, luego el scan de instrucciones de proceso y ejecución, por último se realiza un scan de las salidas. Existen diferentes menús de trabajo los mismos que se muestran en la figura 2.10.

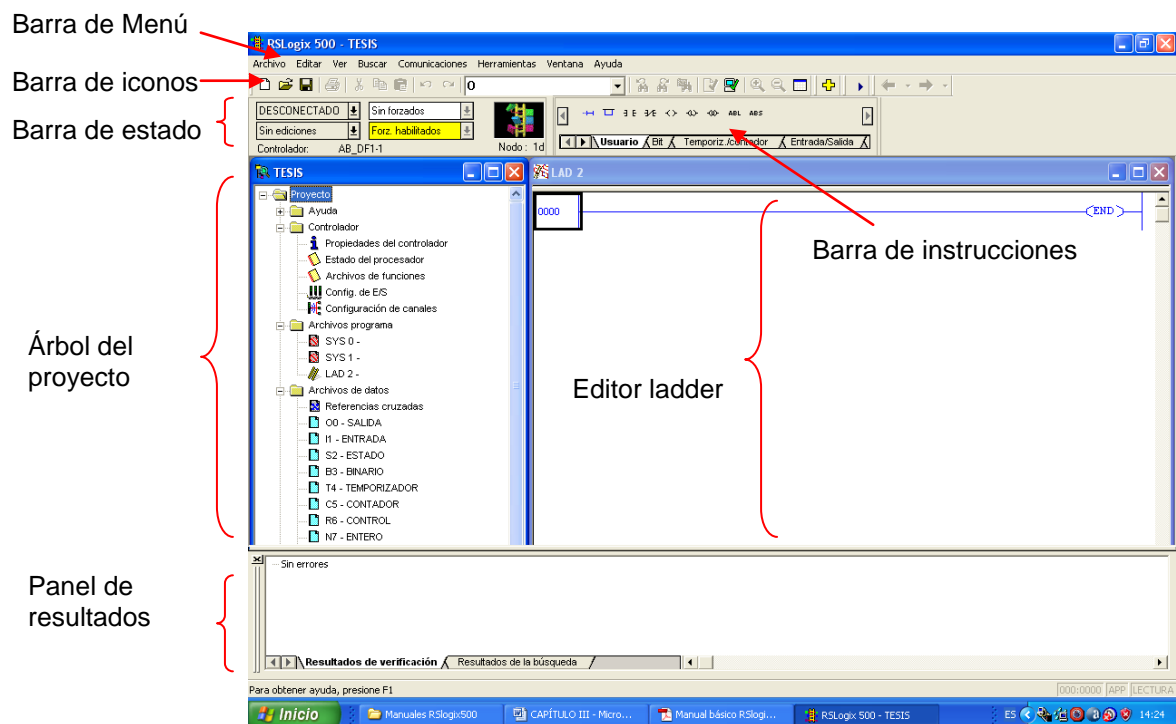


Figura 2.10. Pantalla RSLogix 500.

Además tenemos el software RSLink que es un paquete para la comunicación en 32 bits y para crear y verificar el correcto funcionamiento de los enlaces entre los diferentes nodos (dispositivo electrónico) dentro de una red.

RS Link puede utilizar redes DH-485, DeviceNet, RS-232, DH+, o combinaciones de estas. También puede interpretar diferentes tipos de protocolo, tales como DF1 Half-Duplex, DF1 Full-Duplex, DH-485, etc. En la figura 2.11 se puede observar la pantalla principal de este software, donde se muestra el tipo de red y los nodos conectados a ella.

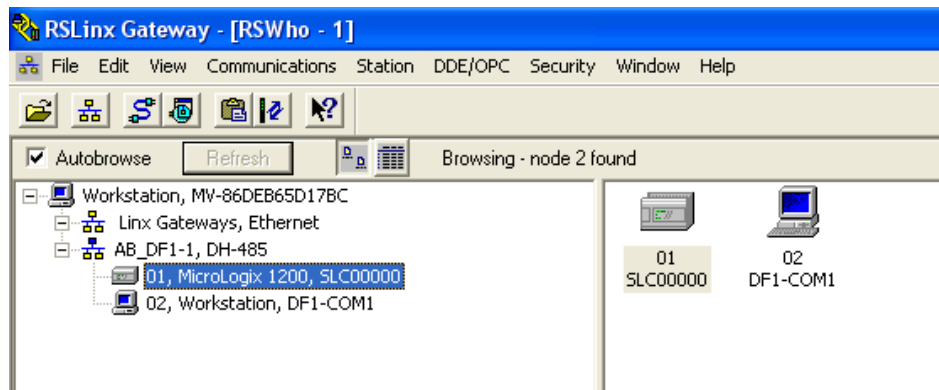


Figura 2.11. Pantalla RSLinx Gateway.

- **Edición de un programa ladder en RSLogix 500.**

Las diferentes instrucciones del lenguaje Ladder se encuentran en la barra de instrucciones, al presionar sobre alguno de los elementos de esta barra estos se introducirán directamente en la rama sobre la que nos encontremos. A continuación se detallan algunas instrucciones usadas en este proyecto:

Contacto normalmente abierto (XIC - *Examine If Closed*).- Examina si la variable binaria está activa (valor=1), y si lo está permite al paso de la señal al siguiente elemento de la rama. La variable binaria puede ser tanto una variable interna de memoria, una entrada binaria, una salida binaria, la variable de un temporizador.

Contacto normalmente cerrado (XIO - *Examine If Open*).- Examina si la variable binaria está inactiva (valor=0), y si lo está permite al paso de la señal al siguiente elemento de la rama.

Activación de la variable (OTE - *Output Energize*).- Si las condiciones previas de la rama son ciertas, se activa la variable. Si dejan de ser ciertas las condiciones o en una rama posterior se vuelve a utilizar la instrucción y la condición es falsa, la variable se desactiva.

Temporizador (TON - *Timer On-Delay*): La instrucción sirve para retardar una salida, empieza a contar intervalos de tiempo cuando las condiciones del renglón se hacen verdaderas. Siempre que las condiciones del renglón permanezcan verdaderas, el temporizador incrementa su acumulador hasta llegar al valor preseleccionado. El acumulador se restablece (0) cuando las condiciones del renglón se hacen falsas, es decir una vez el contacto (B3:0/0) se activa el temporizador empieza a contar el valor seleccionado (Preset=5) en la base de tiempo especificada (1.0 s.). La base de tiempo puede ser de 0.001 s., 0.01 s. y 1.00 s. Una vez el valor acumulado se iguala al preseleccionado se activa el bit llamado T4:0/DN (temporizador efectuado). Este lo podemos utilizar como condición en la rama siguiente. Esto se lo puede apreciar en la figura 2.12.

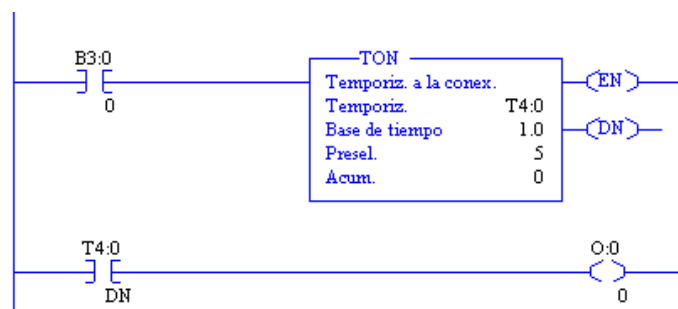


Figura 2.12. Funcionamiento del Timer On-Delay.

Contador (CTU - *Count Up*).- Se usa para incrementar un contador en cada transición de renglón de falso a verdadero. Por ejemplo, esta instrucción cuenta todas las transiciones de 0 a 1 de la variable colocada en el contacto normalmente abierto. Cuando ese número se iguala al preseleccionado el bit C5:0/DN se activa. Este bit se puede usar posteriormente como condición en otro renglón del programa, la figura 2.13, ilustra el contador.

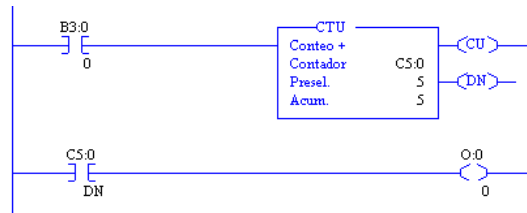


Figura 2.13. Funcionamiento contador CTU.

Resetear (RES - Reset).- La instrucción RES restablece temporizadores, contadores y elementos de control. En el ejemplo presentado en la figura 2.14, una vez aplicado el reset, el contador se pone a cero y cuando la condición del renglón del contador pasa a ser cierta, empezará a contar de cero.

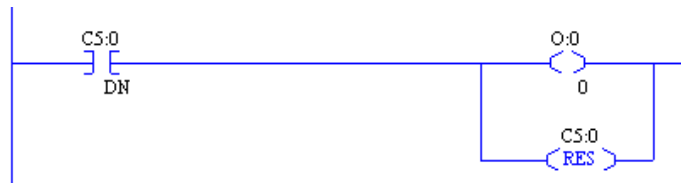


Figura 2.14. Funcionamiento reset RES.

Mover (MOV).- Esta es una instrucción de salida que mueve el dato de la dirección de fuente a la dirección de destino, si las instrucciones de consulta de su fila son 1. Los parámetros de este bloque son:

- a. **Fuente "source":** Aquí debe especificarse la dirección de la palabra que contiene el dato que se quiere mover. También es posible que este parámetro sea una constante.
- b. **Destino "Dest":** Esta es la dirección donde se moverá el dato.

Existen muchas otras instrucciones que serán utilizadas dependiendo de la necesidad de un proceso, estas se las encuentran en la paleta de instrucciones (figura 2.15) y su configuración se la obtiene en la ayuda del programa.



Figura 2.15. Paleta de instrucciones.

2.2.2. Selección del módulo analógico de entradas RTD's.

La selección de este equipo se lo realizó tomando en cuenta el tipo de controlador y los sensores de temperatura (RTD's) escogidos para el proceso. Por tal motivo fue escogido el módulo de entrada de RTD/resistencia²⁴ marca Allen-Bradley ya que recibe y almacena datos analógicos digitalmente convertidos de RTD u otras de resistencia, tales como potenciómetros. El módulo acepta conexiones de cualquier combinación de hasta 4 entradas. Cada uno de los 4 canales es individualmente configurable para un dispositivo específico. La descripción del módulo se detalla en la tabla 2.3, y se lo puede observar en la figura 2.16.



Figura 2.16. Módulo de entrada de RTD/resistencia Allen-Bradley

²⁴ Módulo de entrada de RTD/resistencia MicroLogix™ 1200 (Número de catálogo 1762-IR4). Anexo B.

Módulo de expansión		Entradas	
		Cantidad	Tipo
MicroLogix 1200	1762-IR4	4	RTD

Tabla 2.3 Descripción del módulo.

2.2.3. Selección del módulo de salidas digitales.

Este módulo²⁵ (1762-OW8) fue seleccionado debido a que el número de salidas digitales proporcionadas por el controlador MicroLogix 1200 no cubrían las necesidades del proyecto. La tabla 2.4 muestra la descripción del módulo y se lo puede observar en la figura 2.17.



Figura 2.17. Módulos de salidas digitales Allen-Bradley.

Módulo de expansión		Salidas	
		Cantidad	Tipo
MicroLogix 1200	1762-OW8	8	Relé

Tabla 2.4 Descripción del módulo de salidas.

²⁵ Módulo de salidas digitales MicroLogix™ 1762-OW8. Anexo C.

2.2.4. Selección del panel de operador.

El panel de operador es seleccionado de acuerdo a las necesidades de la aplicación las cuales son: control del proceso, visualización de parámetros y envío de datos al controlador. Con ayuda de estos criterios fue elegido el PanelView 300Micro²⁶ marca Allen-Bradley que posee opciones para graficar, puerto de comunicación RS-232, con protocolo DF1. Este dispositivo utiliza un display de tipo LCD monocromático, maneja cuatro teclas de funciones para entrada de datos y reloj de tiempo real. Es capaz de leer direcciones directamente del programa que se esté ejecutando en el controlador, e incluso puede enviar datos.

En la figura 2.18, se puede observar el panel de operador y en la tabla 2.5 se detalla sus características.



Figura 2.18. PanelView 300Micro marca Allen-Bradley

Tipo de terminal	Voltaje de suministro	Consumo de potencia	Puerto de comunicación	Protocolo de comunicación
PV300 Micro	11 – 30VCC Nominal 24VCC	2.5W máximo 0.105A a 24VCC	RS-232	DF1 Full Duplex

Tabla 2.5 Características del terminal.

²⁶ Terminales de operador PanelView estándar PV300 Micro, PV300, PV550, PV600, PV900, PV1000, PV1400. Publicación 2711-UM014C-ES-P. Anexo D.

La programación del panel de operador se la realiza con ayuda del software Panel Builder que permite desarrollar aplicaciones para los diferentes tipos y versiones de Panel View de la marca Allen-Bradley. Además permite configurar desde el Panel View 300Micro hasta el Panel View 1400. El diseño de las pantallas, como se muestra en la figura 2.19, se realiza directamente en Panel Builder y luego se descargan al panel. Para la realización de las pantallas se cuenta con una serie de herramientas, que permiten simular gráficamente el comportamiento físico de dispositivos como pulsadores, botones, etc.

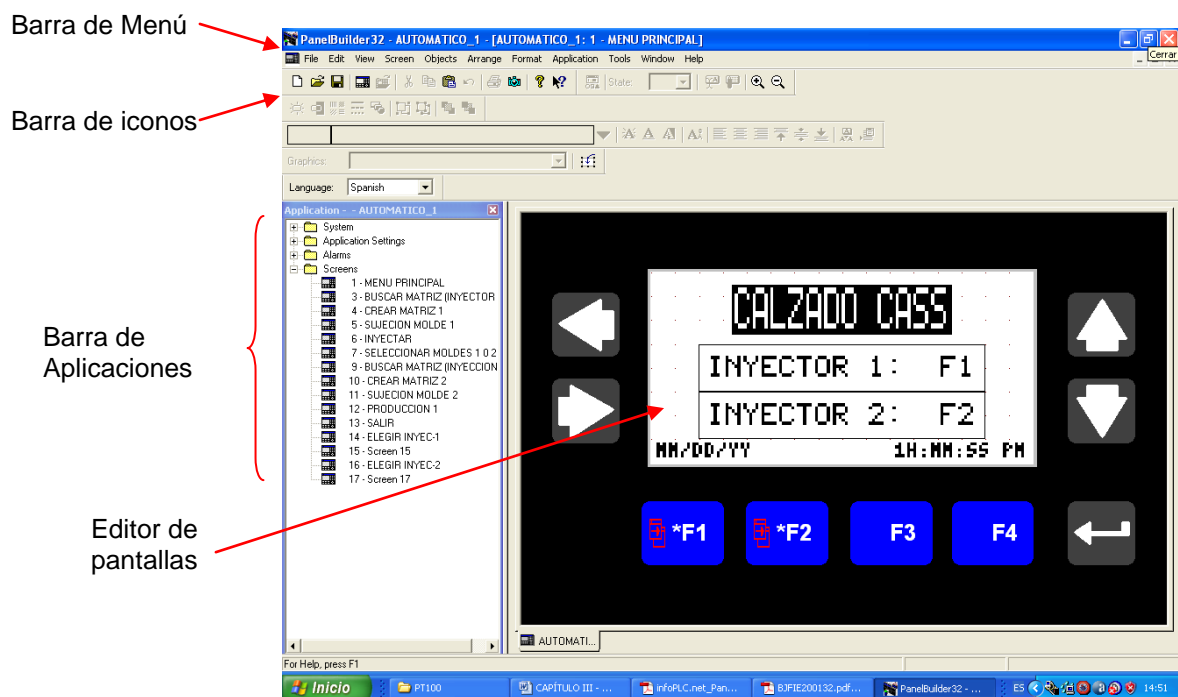


Figura 2.19. Pantalla Panelbuilder32.

- **Programación del terminal.**

Para la programación del terminal de operador disponemos de varios objetos como pulsadores, selectores de pantalla, selectores de lista de control, indicadores gráficos, entradas numéricas, entre otras las cuales las podemos ubicar según la necesidad del proceso en la barra de menú>objetos.

Creación de pulsadores.- Se escoge el pulsador adecuado entre los que se encuentran: pulsadores momentáneos, mantenidos, enclavados y de estado múltiple los mismos que se los ubica en el submenú de objetos > pulsadores. Para establecer los atributos del pulsador accedemos a las propiedades del botón y se ingresan los datos y direcciones requeridas, en la figura 2.20, se muestra la tabla de propiedades de un pulsador.

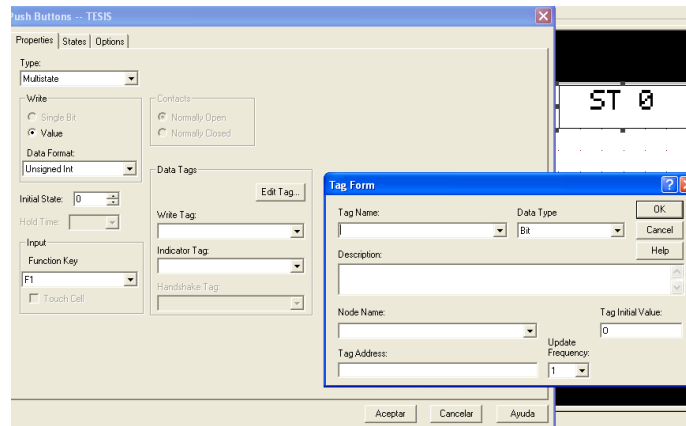


Figura 2.20. Cuadro de diálogo del pulsador.

Creación de selectores de pantalla.- Disponemos de algunos tipos como son: ir a, ir a pantalla de configuración y regresar, los mismos que serán utilizados de acuerdo a las necesidades y se los ubica en el submenú objetos > selector de pantalla. La figura 2.21, ilustra el cuadro de diálogo de un selector de pantalla.

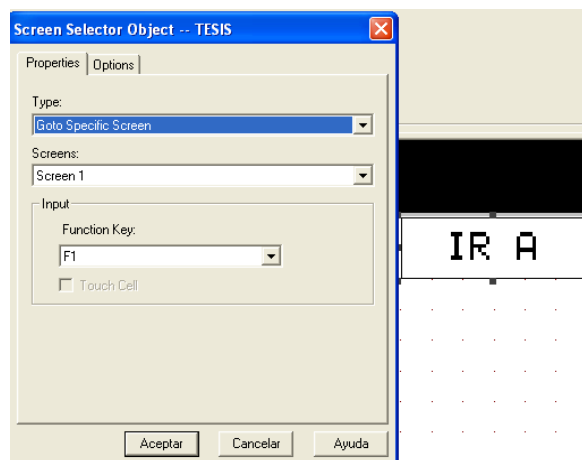


Figura 2.21. Cuadro de diálogo del selector de pantalla.

Creación de selectores de lista de control.- Los selectores de la lista de control pueden ejecutar algunas de las mismas funciones que ejecutan los pulsadores, inclusive establecer valores y controles de activado/desactivado los mismos que se pueden escoger entre lista de control con datos de valores, con datos de bit y listas múltiples de control dependiendo de la aplicación. Estas listas pueden ser configuradas como estándar o pilotadas y se las ubica en el submenú objetos > selector de lista de control. La figura 2.22, ilustra el cuadro de diálogo.

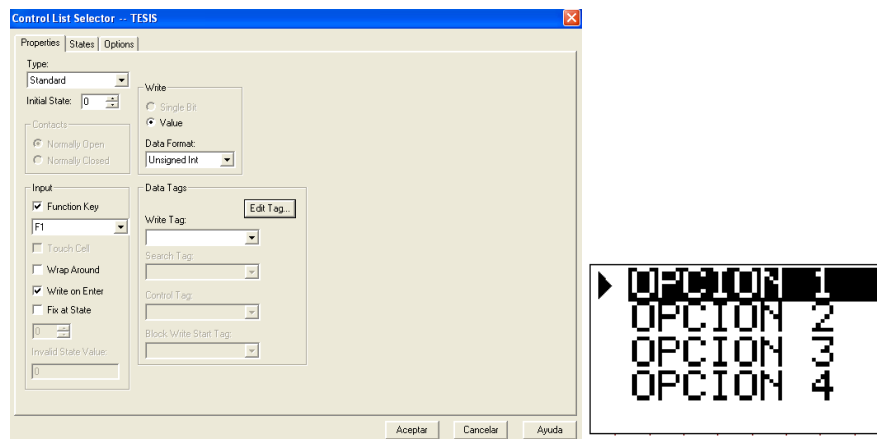


Figura 2.22. Cuadro de diálogo del selector de lista de control.

Creación de visualizadores de datos numéricos.- Pueden mostrar un valor real o un valor escalado. Además, estos pueden tener: punto decimal fijo o flotante, completar con ceros, texto y hora o fecha. Se los ubica en el submenú objetos > visualizadores de datos numéricos. En la figura 2.23, se muestra esta opción.

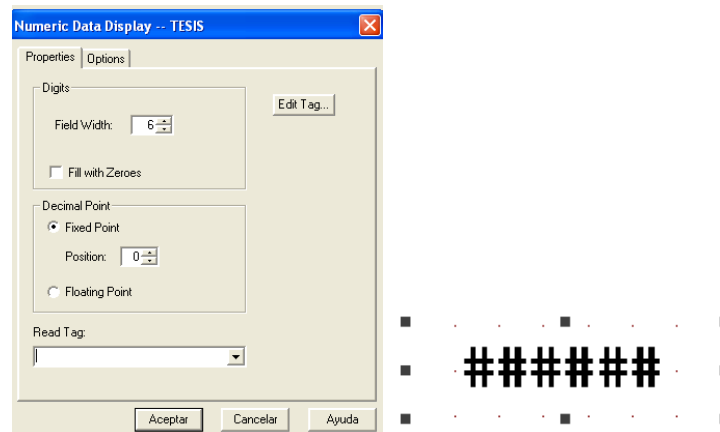


Figura 2.23. Opciones del visualizador de datos numéricos.

2.2.5. Selección de cables de comunicación²⁷.

Para la ejecución de este proyecto es necesaria la utilización de dos tipos de cables, uno que será utilizado para la comunicación en tiempo real controlador/panel de operador y otro para carga/descarga de archivos entre el PC/controlador o PanelView. Estos cables son detallados a continuación:

Cables 2711-CBL-HM05.- Estos cables conectan el terminal PanelView 300 Micro directamente a un controlador MicroLogix, AIC+ o módulo DNI para comunicaciones en tiempo de ejecución. La figura 2.24, muestra el cable y su distribución de pines.

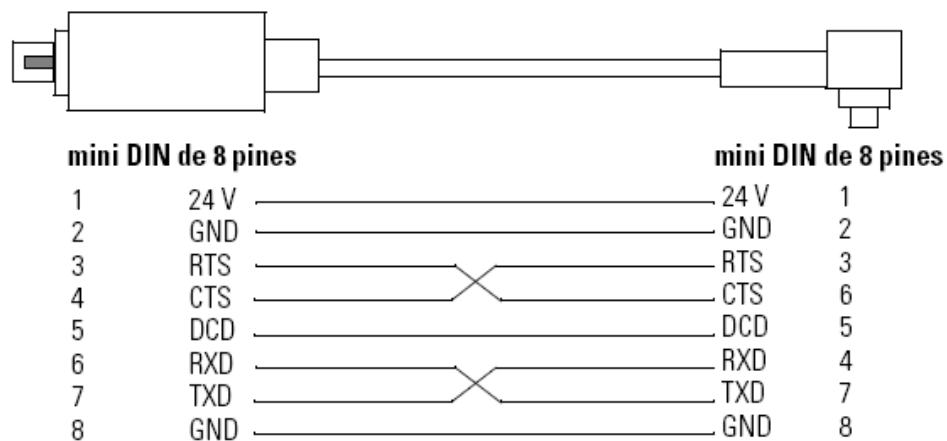


Figura 2.24. Cables 2711-CBL-HM05.

Cables 1761-CBL-PM02.- Este cable se conecta al PanelView 300 Micro o del MicroLogix 1200 directamente a una computadora personal para transferencias de archivos. La distribución de pines de este cable indica la figura 2.25.

²⁷ Terminal PanelView 300 Micro (Números de catálogo de productos 2711-M3A18L1, 2711-M3A19L1), página 81.

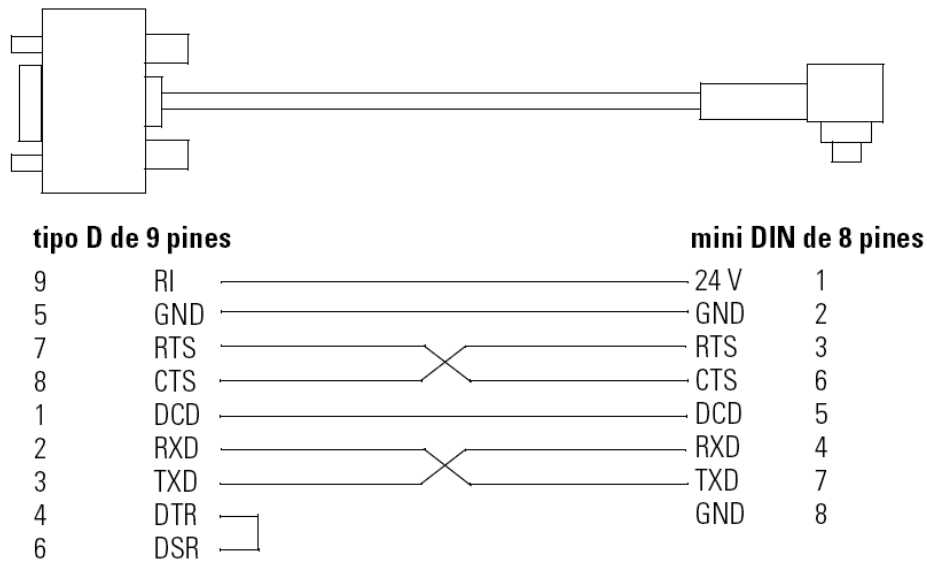


Figura 2.25. Cables 1761-CBL-PM02.

2.2.6. Selección de los sensores de temperatura.

En la selección de los sensores de temperatura se debe tener en cuenta ciertos criterios fundamentales como son: el alcance (rangos), la exactitud del sensor y las condiciones de trabajo. Mediante estas pautas se pudo establecer que el instrumento idóneo para esta aplicación son las RTD's²⁸ ya que suelen aplicarse en procesos industriales pues ofrecen grandes beneficios en exactitud y estabilidad, el alcance de estas se encuentra aproximadamente entre los -260°C a 850°C, satisfaciendo así las necesidades de este proceso. La figura 2.26 muestra la RTD utilizada en el proyecto, la tabla 2.6 detalla las características técnicas.



Figura 2.26. RTD tipo arandela de ¼ Ø, 3hilos.

²⁸ Hoja técnica Anexo E.

RTD TIPO ARANDELA DE ¼ Ø, 3HILOS			
Elemento Metal	Rango de temperatura	Beneficios	Resistencia base
Platino	-50°C a 350°C	Gran estabilidad, Buena linealidad.	100 Ω a 0°C

Tabla 2.6. Características de la RTD.

2.2.7. Selección de elementos electrónicos de control.

- **Selección de los relés.**

La selección de éstos se la realizó con el fin de proteger la vida útil y mecánica de los relés propios del controlador, además se tomó en consideración el consumo de corriente y valor de voltaje de los accionamientos de control de la máquina. En la tabla 2.7 se muestra las características de los relés.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL RELÉ	
Consumo de la bobina.	Corriente nominal de empleo
100mA – 24 Vdc.	10 A a 125 V. 5 A a 250 V.

Tabla 2.7. Características de los relés.

- **Selección de los transistores.**

Los transistores se selecciono con el fin de activar las bobinas de los relés los mismos que tienen un consumo de 100mA – 24Vdc por lo cual se escogió el transistor D2396²⁹ que de acuerdo a las características técnicas mostradas en la tabla 2.8 satisface estos requerimientos. En la figura 2.27, se muestra el transistor D2396 con sus medidas.

²⁹ Transistor D2396 (Manual NTE QUICKCross 2007 Version 13.0). Anexo F.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL TRANSISTOR D2396	
Voltaje Colector - Emisor, VCEO.	80V
Voltaje Colector - Base, VCB.	100V
Voltaje Emisor - Base, VEB.	6V
Corriente de Colector, IC.	3A
Corriente de Base, IB.	1A
Poder de disipación (TC = +25°C), PD.	30W
Rangos de temperatura, Tstg.	-55° a +150°C

Tabla 2.8. Características del transistor D2396.

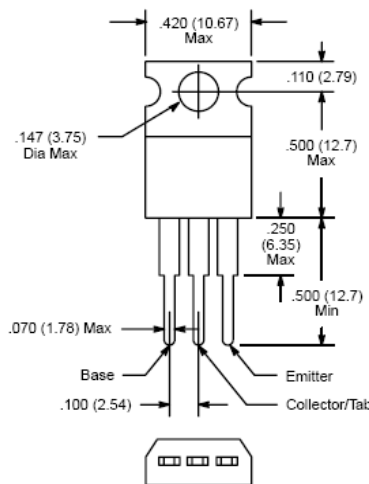


Figura 2.27. Transistor D2396.

2.2.8. Selección de la fuente.

La selección de la fuente es muy importante ya que esta alimentará al controlador y al panel de operador, para esto se tomó en cuenta el voltaje que manejan los dos equipos que es de 24Vcc, además el consumo de corriente del controlador (2.92A) y del panel (0.105A). Por lo tanto la fuente mínima necesaria es de 24Vcc a 3.022A. La fuente seleccionada se aprecia en la figura 2.28 y sus características técnicas se detallan en la tabla 2.9.



Figura 2.28. Fuente de poder.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA FUENTE	
Voltaje.	Corriente
110Vac - 24 Vdc.	3.1 A

Tabla 2.9. Características de la fuente.

2.2.9. Selección de elementos de protección³⁰.

- Protecciones para el motor trifásico.

Este es el elemento del sistema que presenta el mayor consumo de energía y potencia. Debido a que para la inyección del material se requiere de un alto torque tanto en el arranque como después del mismo y además ya que el proceso no requiere de una aceleración gradual fue necesario utilizar un arranque directo. El contactor y la protección térmica se selecciono de acuerdo a la potencia nominal del motor que es de 14hp o 10.44KW.

$$I_N = \frac{P}{V * \sqrt{3}}$$

$$I_N = \frac{10.44kW}{330V * \sqrt{3}}$$

$$I_N = 18.26A$$

Entonces el contactor y la protección se selecciono para una corriente nominal de 18.26A.

³⁰ Hojas de selección Anexo G.

- **Protecciones para el sistema de refrigeración**

La protección utilizada para el motor del sistema de refrigeración se selecciono de acuerdo a la potencia nominal del mismo que es de 1/4hp.

$$I_N = \frac{P}{V}$$
$$I_N = \frac{186.5W}{110V}$$
$$I_N = 1.7A$$

Entonces el contactor y la protección se selecciono para una corriente nominal de 1.7A.

- **Protecciones para las niquelinas.**

La calefacción de los tornillos sin fin que se utilizan para fundir el material PVC, están constituidos por tres niquelinas en cada uno de los tornillos, las cuales producen un consumo de potencia de 2,4kW, por lo tanto se requiere de dos protecciones.

$$I_N = \frac{P}{V}$$
$$I_N = \frac{2400W}{220V}$$
$$I_N = 10.9A$$

Las protecciones y los contactores se seleccionaron para esta corriente nominal.

CAPÍTULO III

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

3.1. DISEÑO DEL SISTEMA PARA LA EJECUCIÓN DEL PROCESO.

El programa a diseñar permitirá satisfacer las necesidades de la empresa las cuales son el funcionamiento de la máquina de manera manual y automática como se aprecia en la figura 3.1.

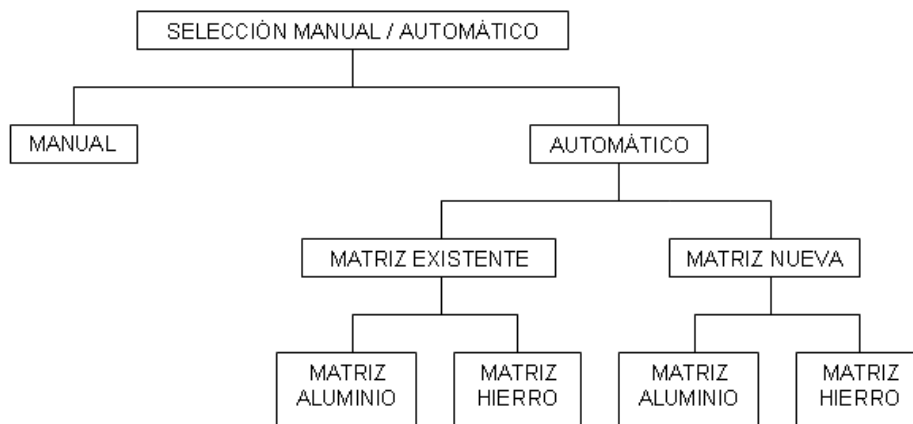


Figura 3.1. Proceso de funcionamiento de la inyectora.

Para la automatización de la máquina inyectora es necesario el conocimiento de ciertos parámetros indispensables como son: el grado de temperatura de fundición de la materia prima (PVC), el tiempo de inyección y de enfriamiento del material los cuales dependen del molde utilizado para la elaboración del producto.

3.1.1. Determinación de la temperatura de fundición del material (PVC).

Esta temperatura se determina partiendo de las propiedades físicas de la materia prima que se utilice para la elaboración de las suelas, en este caso el material utilizado es el policloruro de vinilo conocido comúnmente como PVC, cuya temperatura de fusión se encuentra entre 160°C – 180°C aproximadamente.

3.1.2. Determinación de los tiempos en el proceso.

3.1.2.1. Tiempo de inyección del material.

El tiempo de inyección se lo determina dependiendo de la cantidad de masa de PVC que ocupa la planta dentro del molde, teniendo en cuenta que la máquina inyecta 600g/min³¹ se obtuvo la tabla 3.1 la cual indica los tiempos de inyección del material para cada tipo de suela.

3.1.2.2. Tiempo de enfriamiento del material.

Este tiempo se determina dependiendo de la cantidad de masa utilizada para la fabricación de la suela, estos tiempos son aproximadamente el doble del tiempo de inyección. Los resultados se muestran en tabla 3.2.

TIEMPOS DE INYECCIÓN DEL MATERIAL.

³¹ Dato obtenido mediante pruebas experimentales.

CALZADO DE MUJER.		
Nombre	Masa (g)	Tiempo de inyección (s)
Carla (34,35)	200	20
Carla (36,37)	205	20.5
Carla (38,39)	215	21.5
Caren (34,35)	190	19
Caren (36,37)	220	22
Caren (38,39)	230	23
Naty (34,35)	290	29
Naty (36,37)	300	30
Naty (38,39)	330	33
CALZADO DE HOMBRE.		
Nombre	Masa (g)	Tiempo de inyección (s)
Bruno (37,38)	310	31
Bruno (39,40)	375	37.5
Bruno (41,42)	385	38.5
Kafir (37,38)	250	25
Kafir (39,40)	320	32
Kafir (41,42)	330	33
España (37,38)	325	32.5
España (39,40)	345	34.5
España (41,42)	390	39
Micro (37,38)	300	30
Micro (39,40)	320	32
Micro (41,42)	345	34.5
Tacos	410	41

Tabla 3.1. Tiempos de inyección del material.

TIEMPOS DE ENFRIAMIENTO DEL MATERIAL.

CALZADO DE MUJER		
Nombre	Masa (g)	Tiempo de enfriamiento (s)
Carla (34,35)	200	40
Carla (36,37)	205	41
Carla (38,39)	215	43
Caren (34,35)	190	38
Caren (36,37)	220	44
Caren (38,39)	230	46
Naty (34,35)	290	58
Naty (36,37)	300	60
Naty (38,39)	330	66
CALZADO DE HOMBRE.		
Nombre	Masa (g)	Tiempo de enfriamiento (s)
Bruno (37,38)	310	62
Bruno (39,40)	375	75
Bruno (41,42)	385	77
Kafir (37,38)	250	50
Kafir (39,40)	320	64
Kafir (41,42)	330	66
España (37,38)	325	65
España (39,40)	345	69
España (41,42)	390	78
Micro (37,38)	300	60
Micro (39,40)	320	64
Micro (41,42)	345	69
Tacos	410	82

Tabla 3.2. Tiempos de enfriamiento del material.

Una vez conocidos los parámetros con los que se elaboran las suelas de calzado se procedió a la programación de los equipos utilizados.

3.2. DISEÑO DE LA TARJETA DE RELÉS.

Esta tarjeta forma parte del circuito eléctrico de control, los elementos que conforman esta tarjeta fueron analizados en el capítulo anterior. Consta de 14 entradas las cuales son activadas por medio de las salidas digitales del controlador y es utilizada para activar las bobinas de los contactores y electroválvulas. La tarjeta se muestra en la figura 3.2.

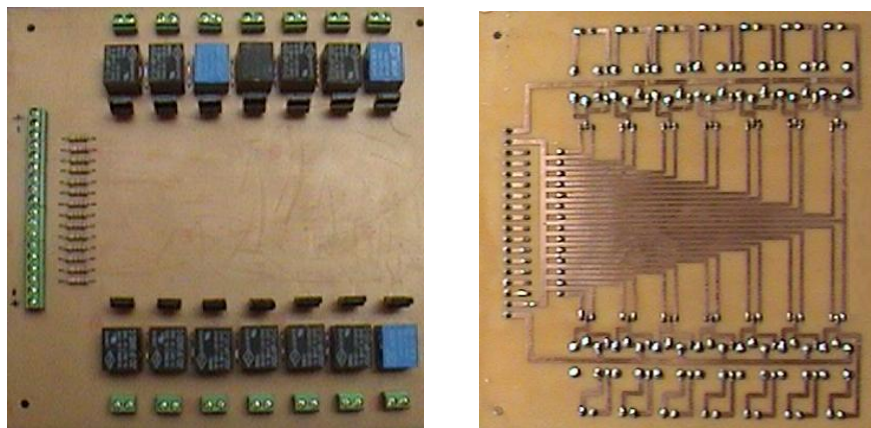


Figura 3.2. Tarjeta de relés.

3.3. CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE EQUIPOS.

3.3.1. Controlador.

3.3.1.1. Configuración del controlador.

Se inicia configurando el tipo de autómata que se usará, en nuestro caso se trata de un MicroLogix 1200 serie C. Para hacerlo se dirige al menú Archivo>Nuevo y en el diálogo que aparece se selecciona el procesador adecuado. En el mismo diálogo se tiene la posibilidad de seleccionar la red y el protocolo (DF-1) a la que estará conectado, la figura 3.3 muestra dichos pasos.

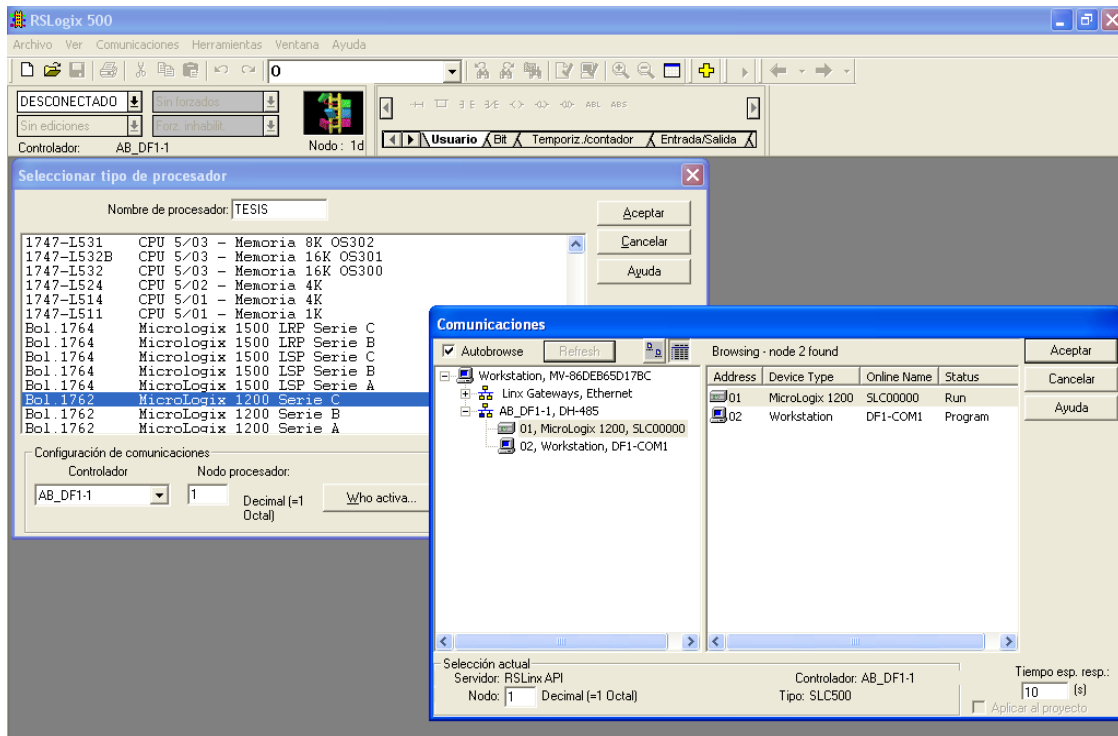


Figura 3.3. Configuración del controlador.

Para que aparezca el autómatas en la red se debe estar conectado y tener activado el RSLinx. Una vez aceptado aparecerá la ventana del proyecto y la ventana del programa Ladder.

3.3.1.2. Programación del controlador³².

La programación del controlador está basada en el flujograma de la figura 3.1.

- **Selección manual / automática.**

Ésta es la parte inicial en la programación del controlador ya que permite seleccionar el funcionamiento de la máquina tanto en forma manual o automática con la ayuda de un selector de tres posiciones, la tabla 3.3 indica las direcciones en el controlador para este mando.

³² El desarrollo del programa completo se lo encuentra en el Anexo H.

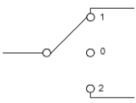
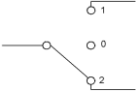
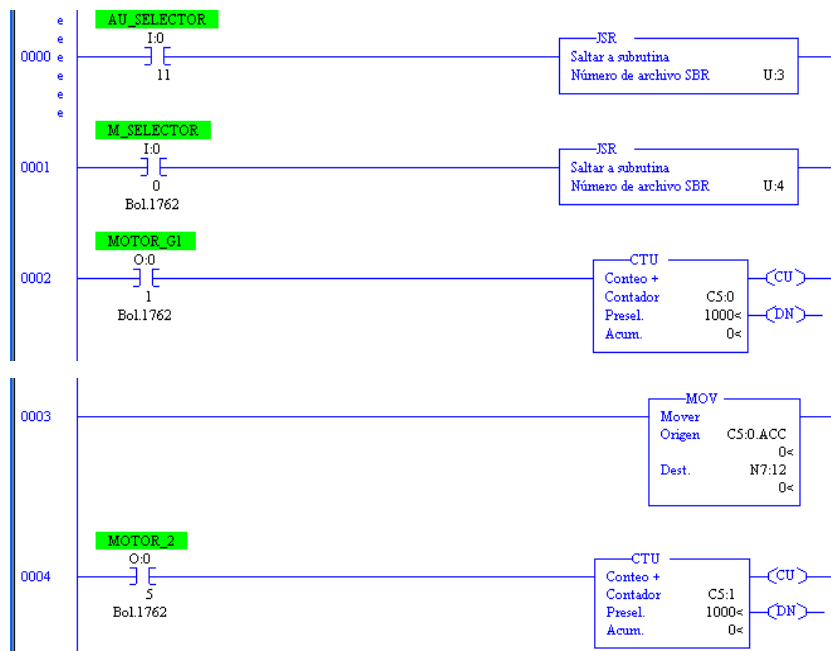
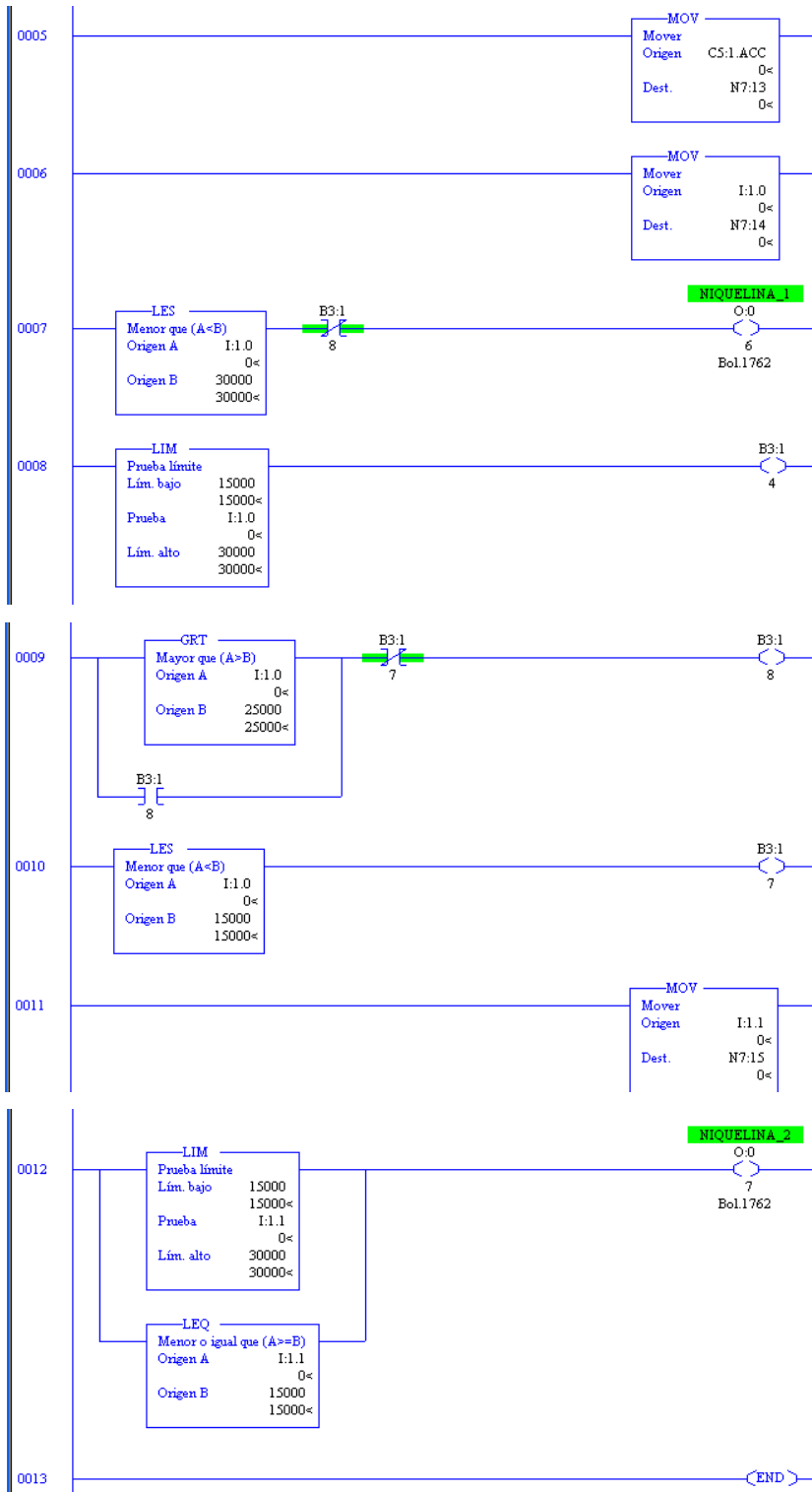
FUNCIÓN DEL SELECTOR	DIRECCIÓN	SIMBOLOGÍA
Funcionamiento Manual.	I0:0/0	
Funcionamiento Automático.	I0:0/11	

Tabla 3.3. Direcciones en el controlador para el mando manual / automático.

Además permite también sensar las temperaturas de las cámaras de caldeo para así continuar con el proceso sea en forma manual o automática. A continuación se indica parte de esta programación.





- **Funcionamiento Manual.**

Al seleccionar esta opción el operario de la máquina se encarga de controlar todos los pasos para la fabricación de las suelas, en la figura 3.4 se indica la función de los pulsadores y la tabla 3.4 muestra la respectiva dirección en el controlador.

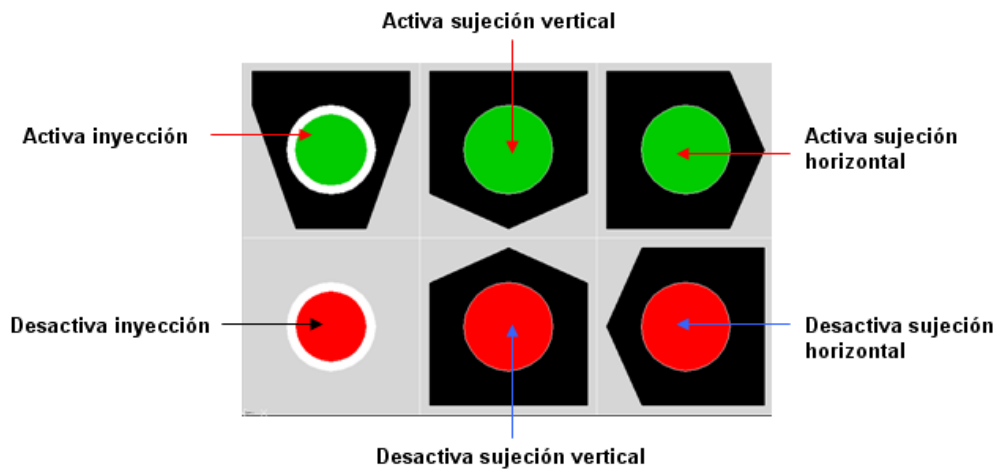
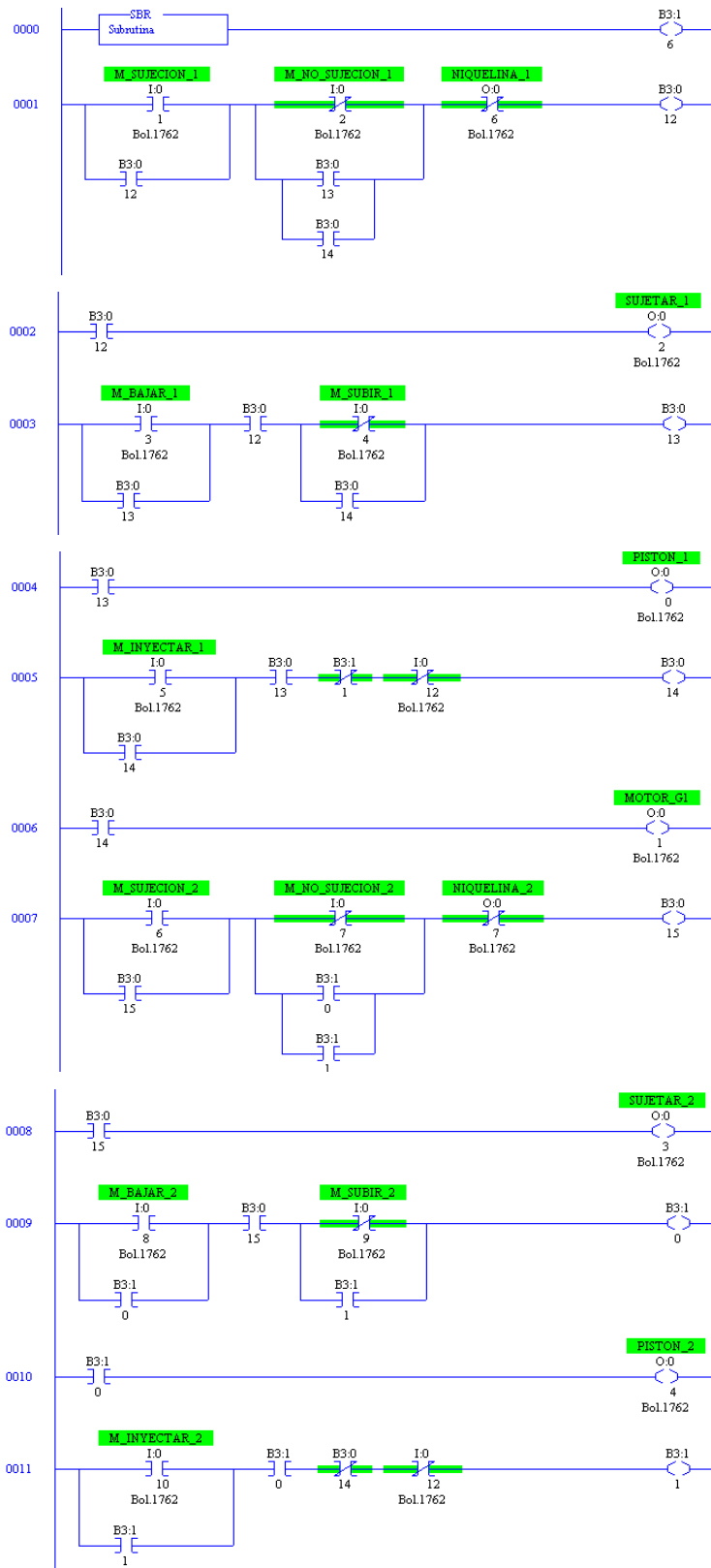


Figura 3.4. Nomenclatura de las botoneras.

FUNCIÓN DE LOS ACCIONAMIENTOS	DIRECCIÓN			
	ENTRADA		SALIDA	
Lado izquierdo (Inyector 1)				
Activa sujeción horizontal (P1)	I0:0/1		O:0/2	
Desactiva sujeción horizontal (P2)	I0:0/2		O:0/2	
Activa sujeción vertical (P3)	I0:0/3		O:0/0	
Desactiva sujeción vertical (P4)	I0:0/4		O:0/0	
Activa inyección (P5)	I0:0/5		O:0/1	
Activación niquelinas	Directa	Termocupla	O:1/3	
Desactiva inyección (P12)	I0:0/12		O:1/0	
Lado derecho (Inyector 2)				
Activa sujeción horizontal (P6)	I0:0/6		O:0/3	
Desactiva sujeción horizontal (P7)	I0:0/7		O:0/3	
Activa sujeción vertical (P8)	I0:0/8		O:0/4	
Desactiva sujeción vertical (P9)	I0:0/9		O:0/4	
Activa inyección (P10)	I0:0/10		O:0/5	
Activación niquelinas	Directa	Termocupla	O:1/4	
Desactiva inyección (P13)	I0:0/13		O:1/1	
Comunes				
Sistema de refrigeración	Directa	Directa	O:1/2	

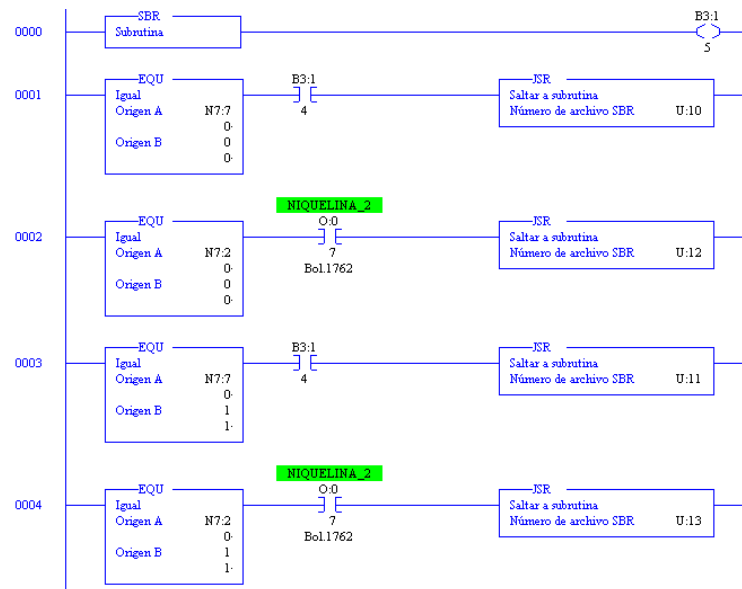
Tabla 3.4. Direcciones del controlador en funcionamiento manual.

A continuación se muestra una parte de la programación para el funcionamiento en forma manual.



- **Funcionamiento automático.**

Con esta función se puede escoger desde el panel de operador si se trabaja con el inyector 1 (parte izquierda), inyector 2 (parte derecha) o los dos a la vez, además se tiene que tomar en cuenta opciones como la materia prima (PVC), el material de construcción del molde ya que puede ser de aluminio o de hierro puesto que el proceso es diferente dependiendo del material del molde, y la “creación” o “selección” de la matriz. En la “creación” se debe ingresar algunos parámetros desde el panel de operador y en la “selección” se escoge un molde de una lista existente que contiene los datos necesarios para el correcto funcionamiento del proceso, la luz piloto (verde) ubicada junto al panel de operador indica el funcionamiento en éste modo. A continuación se muestra parte del programa.



Dependiendo de los parámetros seleccionados o ingresados desde el panel de operador el controlador ejecutará una subrutina diferente, como se detalla a continuación:

Subrutina 2.- Esta subrutina fue explicada en el ítem Selección manual / automática.

Subrutina 3.- Con esta se elige el trabajo con una matriz existente o si se creará una nueva.

Subrutina 4.- Ejecuta el proceso en forma manual.

Subrutina 5.- Permite trabajar con un nuevo molde de aluminio en el inyector 1 (Lado izquierdo).

Subrutina 6.- Trabaja con un nuevo molde de aluminio en el inyector 2 (Lado derecho).

Subrutina 7.- Se puede trabajar con un nuevo molde de hierro en el inyector 1 (Lado izquierdo).

Subrutina 8.- Esta subrutina trabaja con un nuevo molde de hierro en el inyector 2 (Lado derecho).

Subrutina 9.- En un molde existente del inyector 1 (lado izquierdo) verifica si el material del mismo es de aluminio o de hierro y a su vez ingresa al programa los tiempos de inyección para cada molde,

Subrutina 10.- Esta subrutina verifica en una matriz nueva del inyector 1 si el material de esta es aluminio o hierro y la envía a la subrutina correspondiente.

Subrutina 11.- En un molde existente del inyector 2 (lado derecho) verifica si el material del mismo es de aluminio o de hierro y a su vez ingresa al programa los tiempos de inyección para cada molde.

Subrutina 12.- Esta subrutina verifica en una matriz nueva del inyector 2 si el material de esta es aluminio o hierro y la envía a la subrutina correspondiente.

Subrutina 13.- Permite trabajar con un molde existente de aluminio en el inyector 1 (Lado izquierdo).

Subrutina 14.- Trabaja con un molde existente de hierro en el inyector 2 (Lado derecho).

Subrutina 15.- Se puede trabajar con un molde existente de aluminio en el inyector 1 (Lado izquierdo).

Subrutina 16.- Esta subrutina trabaja con un molde existente de hierro en el inyector 2 (Lado derecho).

En el flujograma de la figura 3.5 se describe la secuencia de las subrutinas.

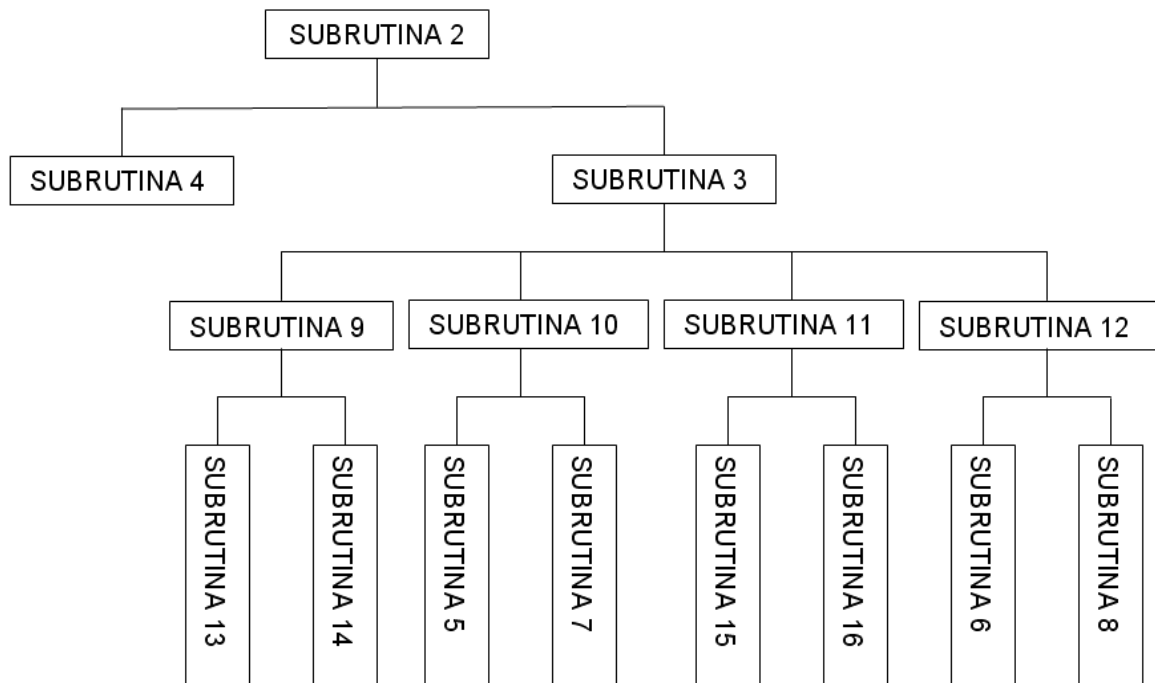


Figura 3.5. Secuencias de subrutinas.

3.3.2. Configuración de módulos del controlador.

3.3.2.1. Configuración del módulo de entradas para RTD's.

Es indispensable que el módulo se comunique con el controlador para lo cual se realiza la respectiva configuración en el software Rslogix 500. De la ventana llamada árbol del proyecto se elige la opción configuración de E/S, mostrando el cuadro de diálogo que aparece en la figura 3.6, de la lista de tarjetas disponibles elegimos el módulo para RTD's.

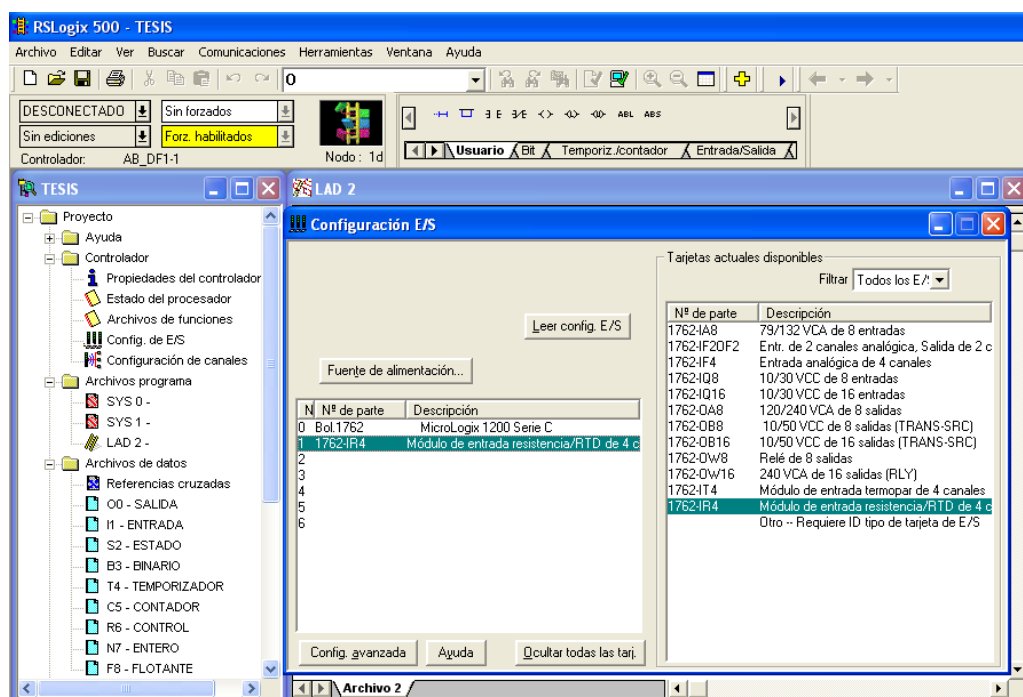


Figura 3.6. Cuadro de diálogo de la configuración de E/S.

Una vez seleccionado el módulo se configuro los canales de entrada del mismo para lo cual se accede a la opción configuración avanzada el mismo que despliega la ventana que se aprecia en la figura 3.7 en la que podemos configurar de acuerdo al tipo de sensor utilizado en la aplicación.

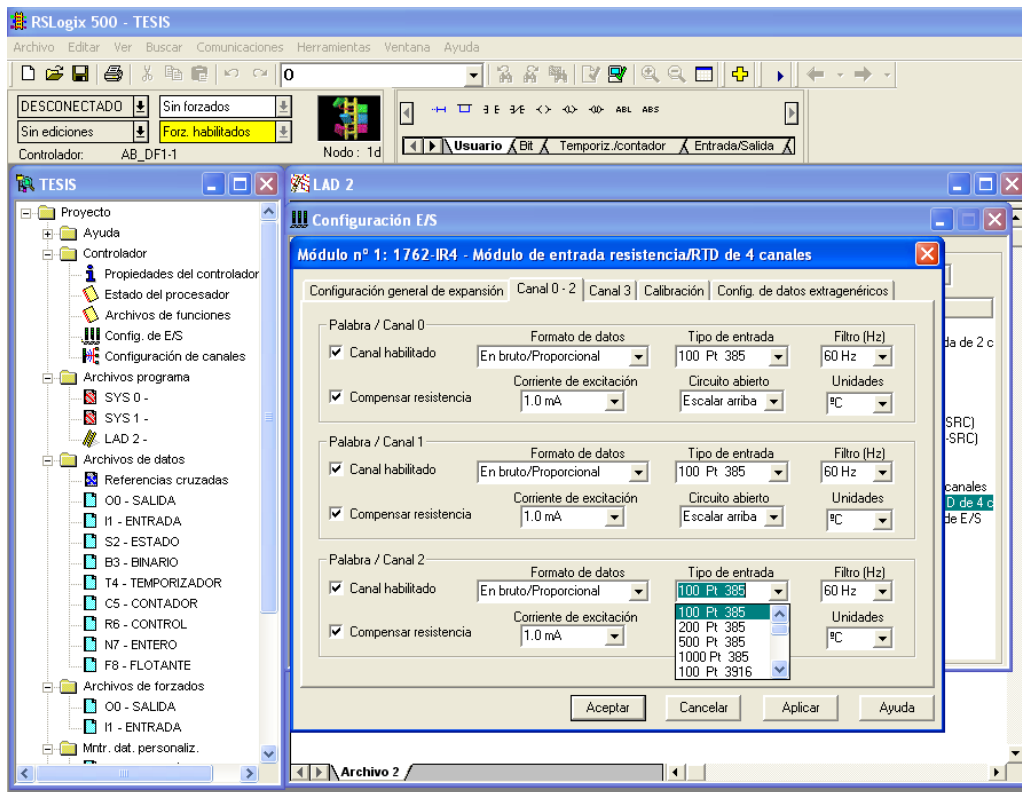


Figura 3.7. Ventana para configuración de los canales de entrada.

3.3.2.2. Configuración del módulo de expansión de salidas digitales.

Para poder utilizar las salidas de este módulo es necesario que se comunique con el controlador para lo cual se realiza la respectiva configuración en el software Rslogix 500. De la ventana llamada árbol del proyecto se elige la opción configuración de E/S, mostrando el cuadro de diálogo que aparece en la figura 3.8, de la lista de tarjetas disponibles se elige el módulo de 8 salidas a relé.

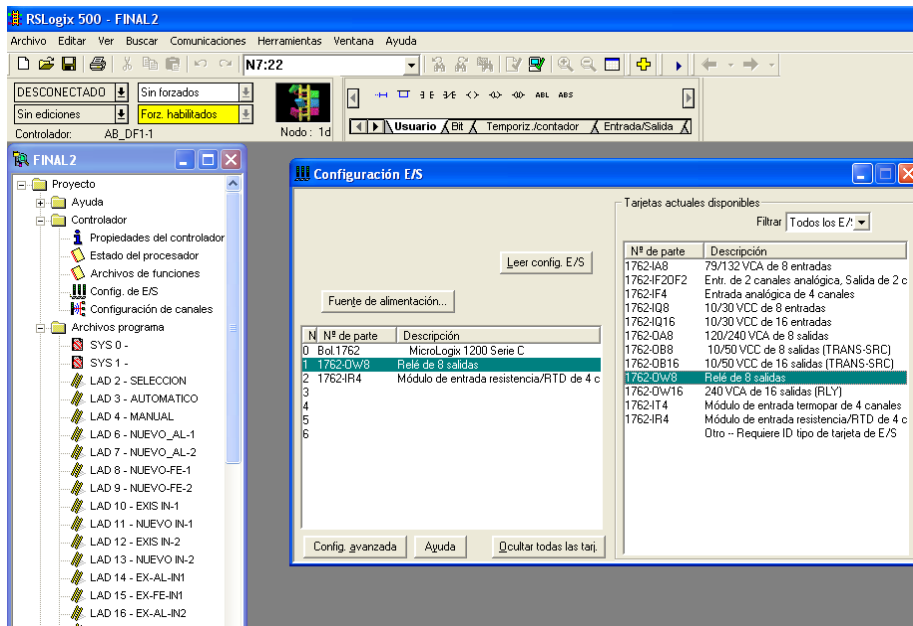


Figura 3.8. Cuadro de diálogo de la configuración de E/S.

3.3.3. Panel del operador.

3.3.3.1. Configuración del panel de operador.

Se configura el tipo de panel de operador que se usará, en nuestro caso se trata de un PanelView 300Micro. En el programa PanelBuilder32 nos dirigimos al menú Archivo>Nuevo y en el diálogo que aparece se selecciona el terminal adecuado. En el mismo diálogo se tiene la posibilidad de seleccionar el protocolo (DF-1) con el que se efectuará la comunicación, la figura 3.9 muestra dichos pasos. Una vez aceptado la configuración se inicia la programación.

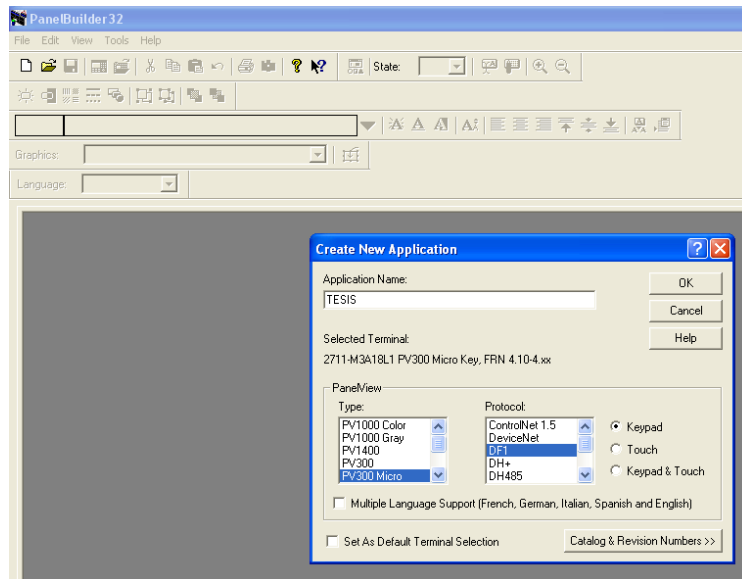


Figura 3.9. Selección del panel de operador.

3.3.3.2. Programación del panel de operador.

La programación del panel de operador se la realiza del tal forma que se pueda comunicar con el controlador pudiendo así controlar y visualizar las variables del proceso establecidas en el autómata. Para que exista esta comunicación se procede a configurar el panel de operador ingresando a la barra de menú del software PanelBuider32 se escoge la opción Application > Settings, en la ventana que se despliega se selecciona el botón Comms. Setup y a continuación se elige el tipo de nodo (MicroLogix) de acuerdo al controlador disponible. Estas ventanas se las observa en la figura 3.10.

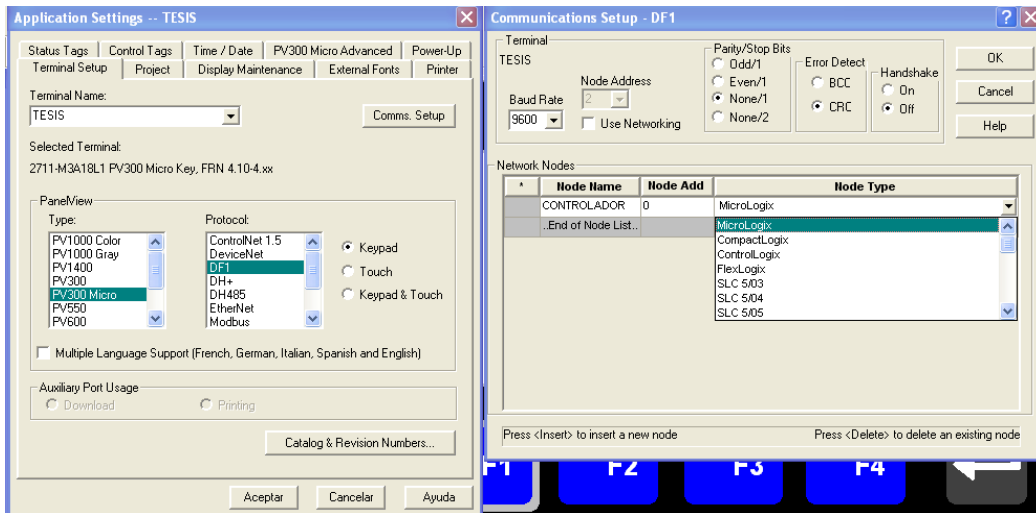


Figura 3.10. Ventana para la configuración de nodos.

Una vez configurada la comunicación se procede a relacionar las direcciones de las etiquetas (tag) del panel de operador con las establecidas en las subrutinas del controlador como se muestra en la figura 3.11. Estas etiquetas y su función se las detalla en la tabla 3.5.

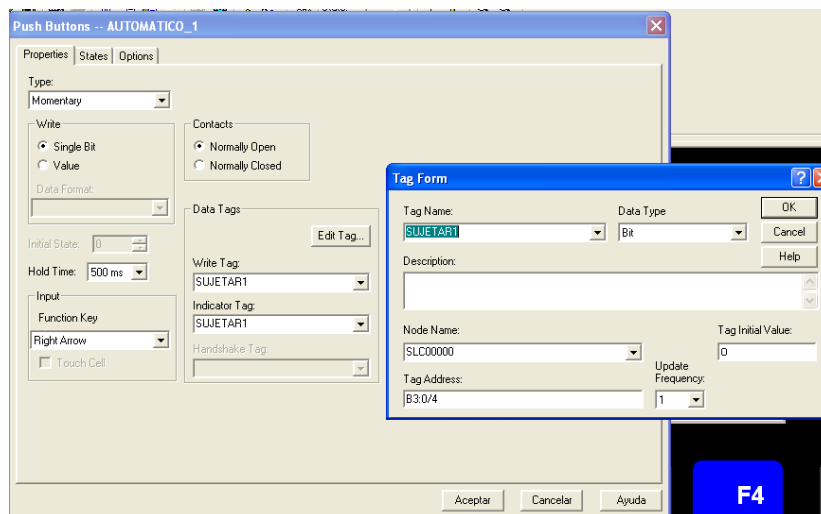


Figura 3.11. Ventana para configuración del tag de un pulsador.

ETIQUETAS			Función en el Controlador
<i>Tipo bit</i>			
<i>Nombre</i>	<i>Dirección</i>	<i>Modo</i>	
INYECTAR	B3:0/0	Escritura	Inyección (inyector 1).
SUJETAR1	B3:0/4	Escritura	Sujeción horizontal (inyector 1).
QUITAR_SUJ	B3:0/5	Escritura	Quitar sujeción horizontal (inyector 1).
SUJETAR2	B3:0/6	Escritura	Sujeción horizontal (inyector 2).
QUITAR_SUJE2	B3:0/7	Escritura	Quitar sujeción horizontal (inyector 2).
INyec_2	B3:0/8	Escritura	Inyección (inyector 2).
BOR_PRO_IN1	B3:1/6	Escritura	Borrar producción (inyector 1).
BOR_PRO_IN2	B3:1/12	Escritura	Borrar producción (inyector 2).
<i>Tipo entero</i>			
<i>Nombre</i>	<i>Dirección</i>	<i>Modo</i>	
TIMER_INYECCION_1	N7:0	Lectura	Barra indicadora tiempo de inyección (inyector 1).
TIMER_INYECCION_2	N7:1	Lectura	Barra indicadora tiempo de inyección (inyector 2).
TEMPERATURA_1	N7:2	Escritura	Ingreso temperatura niquelina (inyector 1).
T_INYECCION_1	N7:3	Escritura	Ingreso tiempo inyección (inyector 1).
T_ENFRIAMIENTO_1	N7:4	Escritura	Ingreso tiempo de enfriamiento (inyector 1).
SEL-TI-MOL-1	N7:5	Escritura	Comanda subrutinas 5 y 7.
SEL-TI-MOL-2	N7:6	Escritura	Comanda subrutinas 6 y 8.
TEMPERATURA_2	N7:7	Escritura	Ingreso temperatura niquelina (inyector 2).
T_INYECCION_2	N7:8	Escritura	Ingreso tiempo inyección (inyector 2).
T_ENFRIAMIENTO_2	N7:9	Escritura	Ingreso tiempo de enfriamiento (inyector 2).
MOLDE_2	N7:10	Escritura	Ingresar datos de tiempo (inyector 2).
MOLDE_1	N7:11	Escritura	Ingresar datos de tiempo (inyector 1).
PROD-IN-1	N7:12	Lectura	Visualización de la producción (inyector 1).
PROD-IN-2	N7:13	Lectura	Visualización de la producción (inyector 2).
Tem_INYECCION_1	N7:14	Lectura	Visualización de la temperatura de la niquelina 1.
Tem_INYECCION_2	N7:15	Lectura	Visualización de la temperatura de la niquelina 2.
ELEGIR-INY	N7:16	Escritura	Elige el tipo de material del molde (inyector 1).
ELEGIR-2	N7:17	Escritura	Elige el tipo de material del molde (inyector 2).

Tabla 3.5. Direcciones tag y función en el controlador.

A continuación se detalla las pantallas de la programación del sistema de visualización y control a través del panel de operador para el funcionamiento automático.

- **Pantalla Menú Principal.**

Esta pantalla aparece al iniciar el sistema automático de inyección de PVC y sirve para seleccionar el inyector con el que se trabajará. Dentro de esta pantalla como podemos observar en la figura 3.12, se tiene las opciones para la utilización del inyector 1 o del inyector 2, para escoger se pulsa los botones F1 o F2 según el inyector a utilizar.

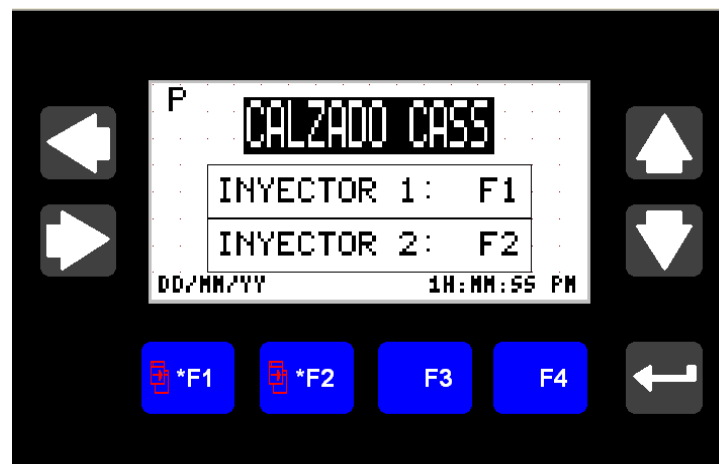


Figura 3.12. Pantalla Menú Principal.

- **Pantallas Elegir Molde (INY-1 / INY-2).**

Una vez seleccionado el inyector en la pantalla principal el panel presenta la pantalla “elegir molde” indicada en la figura 3.13, la cual tiene las opciones para la selección de una matriz existente como también de una matriz nueva, por medio de las flechas (arriba/abajo) se escoge la opción y para confirmar se pulsa la tecla ENTER. Para continuar con el proceso se presiona la tecla F1 y para retornar al menú principal F4.



Figura 3.13. Pantalla Elegir Molde (Inyector 1).

- **Pantallas Seleccionar Molde (INY-1 / INY-2).**

Si en la pantalla “elegir molde” se selecciona la opción matriz existente aparecerá la pantalla “seleccionar molde” como se aprecia en la figura 3.14, en la cual se tiene la lista de todas las matrices existentes (Aluminio/Hierro) para la elaboración de las suelas de calzado.

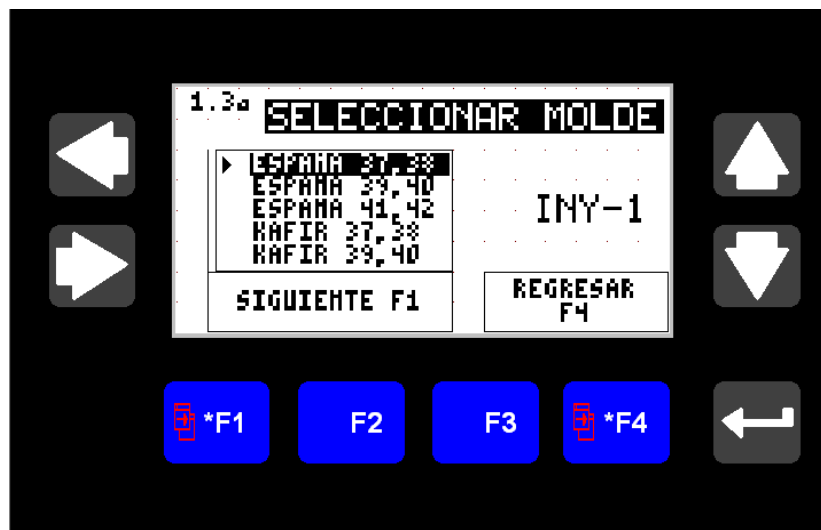


Figura 3.14. Pantalla Seleccionar Molde (Inyector 1).

Para escoger el tipo de suela a elaborar se utiliza las flechas (arriba/abajo) y confirmamos con la tecla ENTER, para continuar se presiona la tecla F1 y para retornar a la pantalla “elegir molde” se pulsa la tecla F4.

- **Pantallas Crear Matriz (INY-1 / INY-2).**

Al seleccionar “matriz nueva” en la pantalla “elegir molde” aparecerá la pantalla “crear matriz” observada en la figura 3.15, en la misma que ingresamos todos los parámetros necesarios para la creación de una nueva matriz y que el programa trabaje con ella. Aquí se ingresa datos como temperatura, tiempo de inyección y de enfriamiento a la vez que también se selecciona el material del cual está elaborada la matriz sea de hierro o de aluminio.



Figura 3.15. Pantalla Seleccionar Molde (Inyector 1).

Para ingresar los datos se pulsa las teclas correspondientes es decir para ingresar la temperatura F1, tiempo de inyección F2 y tiempo de enfriamiento F3, además se debe seleccionar el material de construcción de la nueva matriz utilizando las flecha (arriba/abajo) y para confirmar se presiona la tecla ENTER. Para continuar el seteo se presiona la tecla F4.

- **Pantalla Inyectar (INY-1 & INY-2).**

Una vez ingresado todos los parámetros necesarios para la elaboración de las suelas de calzado se tiene la pantalla “inyectar” la misma que se muestra en la figura 3.16 y permite iniciar el proceso de inyección en el cañón 1 se presiona la tecla F1 y para iniciar la inyección en el cañón 2 se pulsa la tecla F4. Mientras el proceso de inyección se esté efectuando en un cañón no se podrá inyectar al mismo tiempo en el otro ya que el sistema mecánico y eléctrico no permite realizar esta acción.



Figura 3.16. Pantalla Inyectar (Inyector 1 & Inyector 2).

En esta pantalla se puede también monitorear la temperatura a la que se encuentran las cámaras de caldeo y por ende saber su valor en grados centígrados del material fundido, también con las barras de estado se monitorea los tiempos tanto de inyección como de enfriamiento del material en los inyectores 1 y 2. Además en esta pantalla se tiene la opción MATRIZ (F3) la cual permite hacer cambios de matrices tanto para el inyector 1 o para el inyector 2 al presionar la tecla F3, para poder observar la producción total realizada durante la jornada de trabajo se presiona la tecla F2 (VER PRODUCCIÓN).

- **Pantalla Producción (INY-1 & INY-2).**

La pantalla “producción” indicada en la figura 3.17, permite saber cuantos pares de suelas fueron elaboradas durante la jornada de trabajo en los dos cañones. Las teclas F1 y F2 sirven para resetear los contadores de producción en caso de necesitar ejecutar esta acción.

Si aún se va a continuar con el trabajo se puede retornar a la pantalla “inyectar” presionando la tecla F3 (REGRESAR), y si se desea terminar con el trabajo se presiona la tecla F4 (SALIR) con la cual se retorna a la pantalla “menú principal” del panel de operador.



Figura 3.17. Pantalla Producción (Inyector 1 & Inyector 2).

3.4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

3.4.1. Generalidades.

El hardware de este proyecto, lo componen todos aquellos dispositivos electrónicos que forman parte del sistema de monitoreo de las variables de campo. Estos dispositivos electrónicos se selecciono en el capítulo anterior de acuerdo a los requerimientos del proyecto y a las características propias de cada uno de ellos. El hardware lo compone: el controlador lógico programable Micrologix 1200, el módulo de entrada de RTD's y el de salidas digitales que se

acoplan al controlador, las RTD's, el panel de operador PanelView 300 Micro, el motor trifásico, sistema de calentamiento (niquelinas), sistema de refrigeración, actuadores, contactores, electroválvulas, relés, elementos de protección, botoneras, elementos de estado sólido y cables de conexión.

Para este sistema se configuró las salidas del controlador para que realice las funciones que se detallan en la tabla 3.6.

DIRECCIÓN	FUNCIÓN
O:0/0	Sujeción vertical inyector 1.
O:0/1	Motor giro horario.
O:0/2	Sujeción horizontal inyector 1.
O:0/4	Sujeción vertical inyector 2.
O:0/5	Motor giro antihorario.
O:0/3	Sujeción horizontal inyector 2.
O:0/6	Encendido de niquelinas inyector 1 (modo automático).
O:0/7	Encendido de niquelinas inyector 2 (modo automático).
O:1/0	Activación reloj inyección manual inyector 1.
O:1/1	Activación reloj inyección manual inyector 2.
O:1/2	Encendido del sistema de refrigeración.
O:1/3	Encendido de niquelinas inyector 1 (modo manual).
O:1/4	Encendido de niquelinas inyector 2 (modo manual).
O:1/5	Encendido de luz piloto indicadora.

Tabla 3.6. Direcciones y funciones de las salidas del controlador.

En la implementación del nuevo sistema de producción de suelas de calzado se siguieron los pasos que se detallan a continuación:

3.4.2. Proceso de implementación.

- **Desmontaje del sistema antiguo.**

Para el desarrollo del proyecto se utiliza equipos sofisticados de automatización por lo que fue necesario el desmontaje del antiguo sistema eléctrico de control y potencia de la máquina para así poder implementar el nuevo sistema. La figura

3.18 indica el sistema eléctrico antiguo parcialmente desconectado.

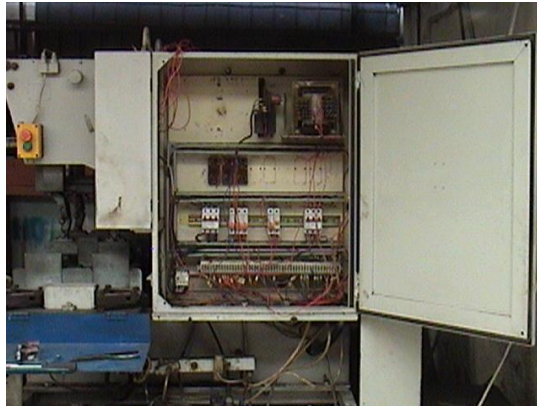


Figura 3.18. Desmontaje del sistema eléctrico antiguo.

- **Verificación de actuadores eléctricos.**

Una vez desmontado todo el sistema eléctrico antiguo, se procedió a chequear uno a uno todos los elementos eléctricos entre ellos contactores, relés y elementos de protección para verificar su correcto funcionamiento y así poderlos implementar en el nuevo sistema.

- **Verificación y chequeo del sistema neumático.**

El sistema neumático es una de las partes más importantes de la inyectora ya que de éste depende la actuación de los cilindros que se utilizan para la sujeción de los moldes, por ello fue indispensable la revisión de todos los elementos de este sistema entre los que se encuentran: compresor, batería de filtros, electroválvulas, pistones, mangueras, manómetros, y válvulas de paso. La figura 3.19 nos muestra la entrada de aire comprimido con su sistema FRL³³

³³ Filtro Regulador Lubricador.

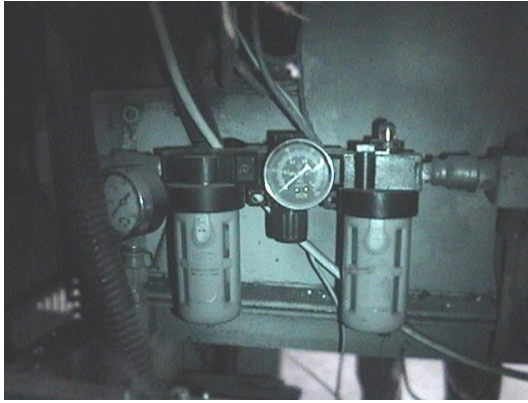


Figura 3.19. Sistema FRL.

Ya que los cilindros neumáticos están en constante funcionamiento fue necesario el chequeo de sus empaques (figura 3.20) pues en caso de existir fugas se puede tener pérdidas de presión de aire comprimido y con esto un mal funcionamiento de la máquina.

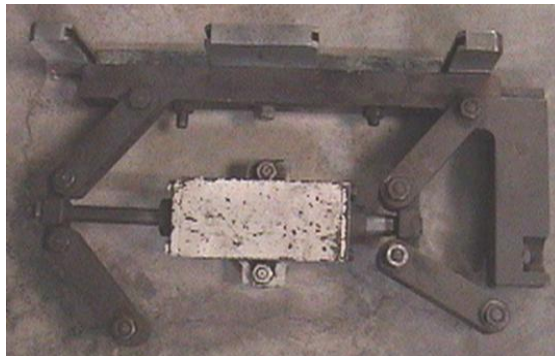


Figura 3.20. Cilindro desmontado para su chequeo.

- **Verificación y chequeo del sistema de refrigeración.**

El sistema de refrigeración es utilizado para enfriar los moldes de las suelas y con esto disminuir el tiempo de producción, por tal motivo se chequeo que sus componentes estén en buen estado y que no exista fugas de gas refrigerante al medio ambiente. En la figura 3.21 se muestra este sistema.



Figura 3.21. Sistema de refrigeración.

- **Chequeo de las niquelinas.**

Estas fueron chequeadas de manera individual con la ayuda de un ohmetro para verificar que no estén abiertas su resistencia. Además se verificó que tengan un buen acoplamiento con los cañones y así se pueda tener una correcta transferencia de calor a las cámaras de caldeo. El acoplamiento entre las niquelinas y los cañones son apreciadas en la figura 3.22.

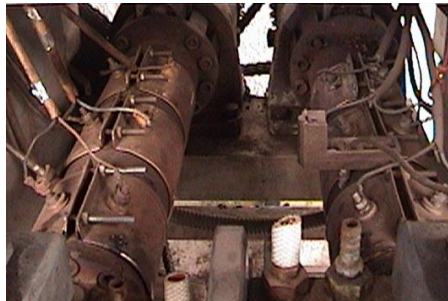


Figura 3.22. Acoplamiento entre niquelinas y cañones.

- **Montaje de los sensores de temperatura.**

Es necesario que los valores de temperatura sensados por las RTD's sean los más aproximados a los de las cámaras de caldeo por esta razón fueron colocadas con una abrazadera que tiene buenas propiedades de transferencia de calor y su ubicación se encuentra entre las niquelinas, como se ilustra en las figura 3.23.

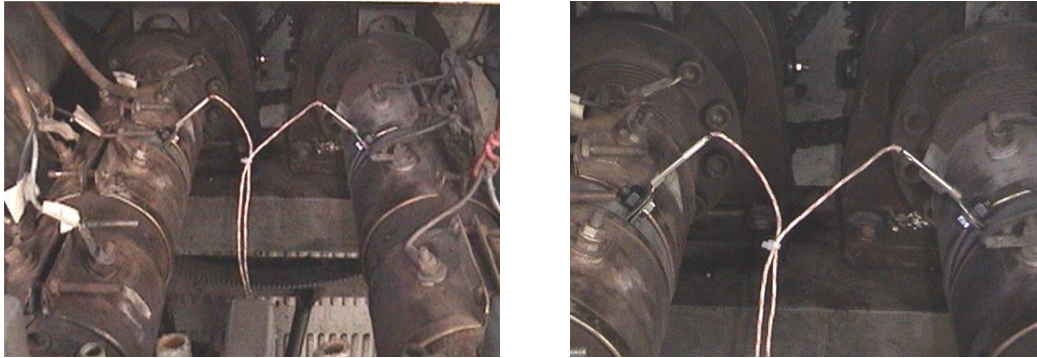


Figura 3.23. Montaje de las RTD's en las cámaras de caldeo.

Con el fin de que el módulo analógico pueda compensar cualquier tipo de error de resistencia de cable la conexión de los sensores RTD's se configuro a tres cables, de este modo los datos analógicos que se obtienen incluyen el efecto de esta resistencia de cable descompensada. La conexión de los sensores al módulo se ilustra en la figura 3.24.

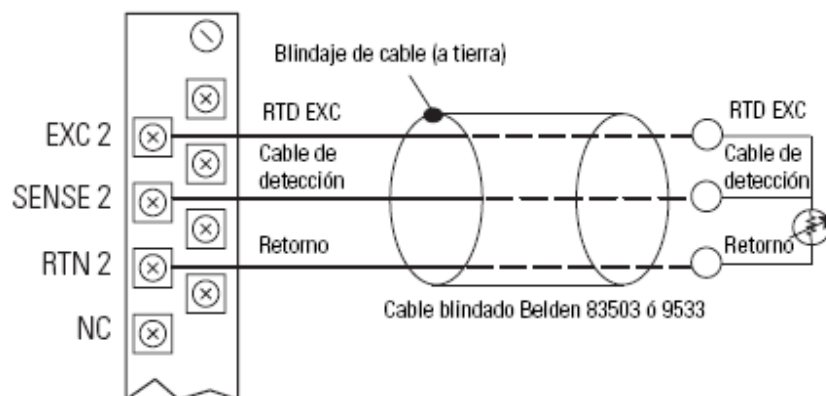


Figura 3.24. Configuración de RTD de tres cables.

- **Montaje de la tarjeta de relés.**

Esta tarjeta se colocó en la caja eléctrica del lado derecho de la máquina ya que se dispone de espacio y ventilación suficiente para su correcto funcionamiento. Además es en este lado donde se cuenta con el espacio para la ubicación del controlador y sus módulos de expansión. El montaje de la tarjeta se indica en la figura 3.25.

Tarjeta De Relés

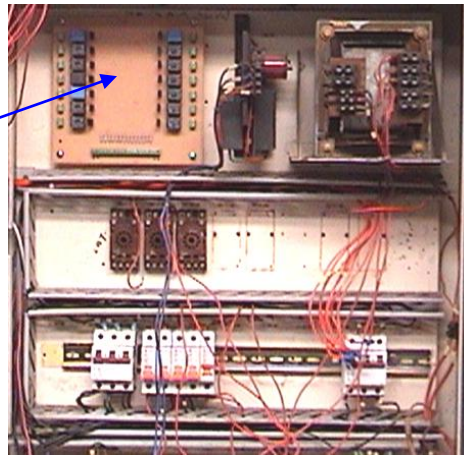


Figura 3.25. Montaje de la tarjeta de relés.

- **Montaje del controlador y módulos de expansión.**

Se colocó con ayuda de un riel DIN ubicado en la parte central de la caja eléctrica derecha ya que es allí donde se cuenta con el espacio necesario para estos equipos, también porque se tiene mayor facilidad de conexión con la tarjeta de relés. La figura 3.26 muestra el montaje del controlador y sus módulos de expansión.

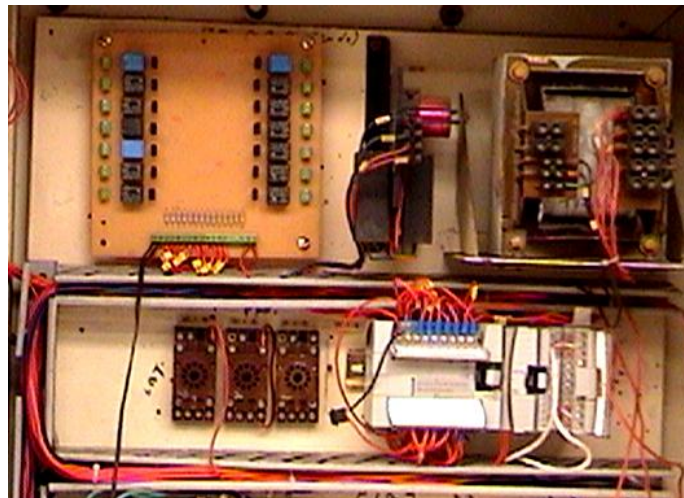


Figura 3.26. Montaje del controlador y sus módulos de expansión.

Una vez montados en la máquina los dispositivos electrónicos, estos deben conectarse entre sí para que exista la respectiva comunicación, esto se lo realiza de módulo a módulo a través de un cable plano que poseen los mismos, y de uno de estos al PLC tal como se ilustra en la figura 3.27.

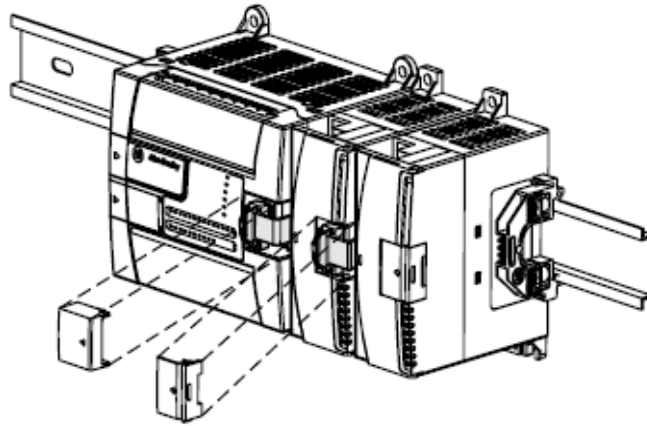


Figura 3.27. Conexión entre los Módulos de expansión y el PLC.

- **Montaje del panel de operador.**

Para montar el terminal PanelView 300 Micro en la máquina se tuvo primero que acoplar el mismo a un panel (caja térmica) para proteger los circuitos internos y proveer al mismo de una adecuada ventilación.

Una vez acoplado al panel, se sujetó al extremo derecho de la máquina ya que es aquí en donde el operario cuenta con la mayor facilidad de manejo del mismo. En la figura 3.28, se muestra el terminal PanelView 300 Micro montado en la caja de operación.



Figura 3.28. Montaje del Panel de operador.

- **Cableado del sistema.**

Para realizar el cableado del nuevo sistema se realizó en dos partes: la parte de control la cuál maneja un voltaje de 24Vcc conjuntamente con el PLC y Panel de Operador, y la parte de fuerza la cual es monofásica, bifásica y trifásica dependiendo del requerimiento de los elementos eléctricos.

Circuito de control³⁴.- Para este circuito se utilizó el conductor número 18 flexible ya que es el más apropiado para el cableado de la parte de control que no necesita de un conductor que maneje altas corrientes. En la figura 3.29 se muestra el diagrama en bloques del circuito de control.

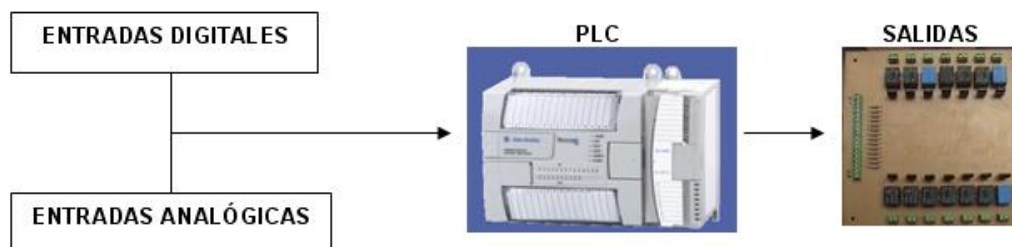


Figura 3.29. Diagrama en bloques del circuito de control.

³⁴ El circuito eléctrico de control se encuentra en el Anexo I.

Circuito de fuerza³⁵.- Este consta de: motor 3Ø (14Hp,220V,60Hz), motor 1Ø (1/4Hp,110V,60Hz), niquelinas(1200W, 220V,60Hz) y protecciones para todos los elementos, por lo cual la corriente que circula es alta por ello para la conexión de este circuito se utilizó un cable de calibre # 8 AWG en la entrada de alimentación y para el motor trifásico, conductor calibre # 12 AWG utilizado para el compresor del sistema de refrigeración y para las niquelinas del sistema de calentamiento.

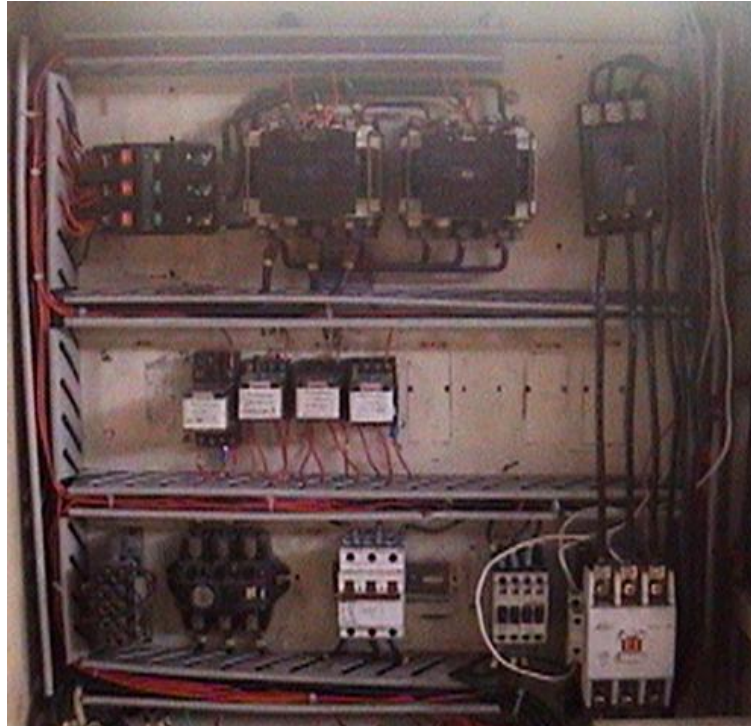


Figura 3.30. Circuito de fuerza.

³⁵ El circuito eléctrico de fuerza se encuentra en el Anexo J.

CAPÍTULO IV

PRUEBAS Y CALIBRACIÓN DEL SISTEMA.

Una vez realizado el diseño y la implementación del sistema de automatización de la máquina inyectora de PVC, se procede a realizar las pruebas que determinan el correcto funcionamiento del proceso de fabricación de suelas de calzado, éstas pruebas están dirigidas tanto al software de los dispositivos electrónicos de control como también a la parte de hardware.

El correcto funcionamiento de la máquina dependerá de todas las pruebas realizadas a los diferentes dispositivos de campo como sensores, actuadores y en sí a todos los elementos eléctricos que forman parte del sistema de inyección de PVC.

4.1. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.

4.1.1. Pruebas de funcionamiento del sistema eléctrico y electrónico.

Concluida con la implementación de todos los elementos, sensores y demás dispositivos que forman parte de la máquina inyectora, se procede a realizar las pruebas de funcionamiento del circuito de control el cuál está programado en el controlador Micrologix1200, y el funcionamiento del circuito de fuerza con todas sus respectivas protecciones.

Con ayuda de un ohmetro se comprueba la continuidad entre puntos de conexión de sus diferentes tramos. También se realizan pruebas que consisten en manipular todos los selectores y pulsadores que sirven para el funcionamiento de la máquina, se verifica que cada uno de éstos tenga su conexión con las entradas

del controlador tal y como se describió en la tabla 3.4 la cuál hace referencia al capítulo III. Cada una de éstas entradas tiene su respectiva función y activación a las salidas correspondientes del controlador según la tabla 3.4, se verifica que el controlador ejecute las acciones de entradas y salidas, previo a la conexión al circuito de fuerza.

Se verifica la continuidad de las niquelinas con el propósito de comprobar que su resistencia no se encuentre abierta. Una vez confirmado el correcto funcionamiento del sistema de control se procede a realizar la conexión con el circuito de fuerza.

Mediante la utilización de un voltímetro se verifica la correcta alimentación a las bobinas del motor 3Ø, motor 1 Ø, electroválvulas y niquelinas.

4.1.2. Pruebas de funcionamiento del sistema neumático.

Terminadas las pruebas al circuito de control y fuerza, se procede a verificar el funcionamiento del sistema neumático, se controla que no existan fugas de aire a través de las mangueras, acoplamientos, uniones y demás accesorios que sirven para la instalación del sistema neumático.

Se verifica también que no existan pérdidas de presión debido a fugas de aire a través de empaques desgastados en los cilindros, en caso de existir pérdidas de presión puede causar un funcionamiento defectuoso de la máquina, por lo que es indispensable que este sistema funcione correctamente.

4.1.3. Pruebas de comunicación entre el PLC – Módulos de Expansión – Panel de operador.

La comunicación entre el PLC y los Módulos de expansión se explica y analiza en el capítulo anterior como se indicó en la figura 3.27. Para realizar la prueba de comunicación entre el PLC y Panel de Operador los dos deben estar conectados a la fuente de alimentación de 24 voltios de corriente continua y también con el cable de comunicación mini DIN de 8 pines 2711-CBL-HM05, si la configuración

tanto en el PLC como en el Panel de Operador fue correcta se puede iniciar a maniobrar la máquina a través de PanelView.

En caso de existir alguna falla sea en la configuración o por alguna otra razón, en el Panel se observará el mensaje “PanelView fuera de línea”, en este caso es imposible la comunicación.

4.1.4. Pruebas de los sensores de temperatura.

Una vez concluida la comunicación de todos los dispositivos, se procede a realizar las pruebas respectivas en los sensores RTD's instalados en los cañones para controlar la temperatura del material a fundir. En la tabla 4.1, se muestra los valores de temperatura que se midieron directamente de las cámaras de caldeo por medio de un pirómetro y los valores de temperatura que sensan las RTD's y que son mostrados en el panel de operador.

PRUEBA DE LOS SENSORES DE TEMPERATURA			
Cañón 1		Cañón 2	
Pirómetro (°C)	Panel (°C)	Pirómetro (°C)	Panel (°C)
10	11	10	12
20	22	20	20
30	29	30	31
40	41	40	43
50	50	50	52
60	58	60	62
70	71	70	73
80	82	80	81
90	95	90	92
100	103	100	101
120	122	120	119
140	137	140	139
160	159	160	162

Tabla 4.1. Prueba de sensores de temperatura.

4.1.5. Pruebas del sistema de refrigeración.

El sistema de refrigeración es fundamental en el proceso de elaboración de suelas de calzado, pues mejora el rendimiento de la máquina al ayudar en el enfriamiento de la mesa de trabajo, por esta razón es indispensable verificar que no existan fugas de gas refrigerante y que todos los elementos estén en correcto funcionamiento.

El método utilizado para la detección de fugas de gas refrigerante a través de las tuberías fue cubriendo las mismas con una mezcla de agua y detergente, esta permite visualizar las fugas por medio de burbujas que se forman en el detergente.

Además del chequeo de fugas es indispensable inspeccionar las instalaciones eléctricas del compresor (alimentación 110V), carga y descarga del capacitor.

Finalizadas las pruebas anteriores, para verificar el sistema de refrigeración se procede a la elaboración de las suelas de calzado, éste entrará en funcionamiento cíclico (10min prendido – 5min apagado) una vez que las cámaras de caldeo estén a la temperatura de fusión del material y que se haya realizado la primera inyección del PVC a cualquiera de los dos moldes. En caso de no existir inyecciones por 10min el ciclo del sistema de refrigeración se desactiva hasta una nueva inyección en cualesquier inyector.

4.2. PRUEBAS DE PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA.

4.2.1. Pruebas de programación del controlador Micrologix 1200 y del PanelView 300 Micro.

Las diferentes pruebas realizadas al controlador y panel de operador son dirigidas a su programación, básicamente están programados para ejecutar el proceso tanto en forma manual como automática.

Las pruebas al controlador se realizan en el modo manual operando la máquina

por medio de los selectores y pulsadores ubicados en el panel de control, se controla que los niveles de temperatura se encuentren entre los rangos de fundición del material y que el controlador ejecute las órdenes dadas por el operador a través de los pulsadores.

En las pruebas realizadas al PanelView, se verifica que a través del mismo se pueda seleccionar el cañón a utilizar, el tipo de suela a elaborar así como también setear los parámetros para la elaboración de nuevos modelos de suelas de calzado.

Se verifica el proceso de inyección de PVC tanto para los moldes de aluminio como también para los de hierro, además que los niveles de temperatura de las cámaras de caldeo sean mostradas en la pantalla respectiva del PanelView.

Por último se controla que el contador de la producción se incremente una vez concluido todo el proceso de elaboración de las suelas.

4.3. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA CON LAS DIFERENTES MATRICES.

Estas pruebas se realiza para las matrices de aluminio y de hierro tanto para suelas de calzado de masculino y femenino, se controla los niveles de temperatura, tiempos de inyección y de enfriamiento para cada tipo de suela, con los datos recopilados se pudo ejecutar las correcciones respectivas y elaborar la tabla 4.2.

PRUEBAS DEL SISTEMA			
CALZADO DE MUJER.			
Nombre de las suelas	Temperatura (°C)	Tiempo de inyección (s)	Tiempo de enfriamiento (s)
Carla (34,35)	≈160	20	100
Carla (36,37)	≈160	20.5	102.5
Carla (38,39)	≈160	21.5	107.5
Karen (34,35)	≈160	19	95
Karen (36,37)	≈160	22	110
Karen (38,39)	≈160	23	115
Naty (34,35)	≈160	29	145
Naty (36,37)	≈160	30	150
Naty (38,39)	≈160	33	165
CALZADO DE HOMBRE.			
Bruno (37,38)	≈160	31	155
Bruno (39,40)	≈160	37.5	187.5
Bruno (41,42)	≈160	38.5	192.5
Kafir (37,38)	≈160	25	125
Kafir (39,40)	≈160	32	160
Kafir (41,42)	≈160	33	165
España (37,38)	≈160	32.5	162.5
España (39,40)	≈160	34.5	172.5
España (41,42)	≈160	39	195
Micro (37,38)	≈160	30	150
Micro (39,40)	≈160	32	160
Micro (41,42)	≈160	34.5	172.5
Tacos	≈160	41	205

Tabla 4.2. Prueba del sistema con las diferentes matrices.

4.4. MANUAL DE OPERACIÓN.

4.4.1. Introducción.

La máquina inyectora de PVC tiene incorporado un sofisticado sistema de automatización el mismo que permite operarla bajo dos modos de funcionamiento, tanto un modo manual en el cuál requiere la participación del operador durante todo el proceso, como también un modo automático.

Antes de iniciar con la operación de ésta máquina se debe tener en cuenta las instrucciones, las normas, consejos prácticos y precauciones que constan en el presente manual de usuario. De no proceder conforme a lo aquí descrito podría causar un deterioro de los elementos y un mal funcionamiento de la máquina.

4.4.2. Información importante para el usuario.

- **Lea las instrucciones:** Se debe leer todas las indicaciones de uso, operación y seguridad antes de utilizar esta máquina.
- **Conserve las instrucciones:** Las referencias de uso, operación y seguridad deben conservarse para referencias futuras.
- **Atienda a las advertencias:** Deben seguirse todas las advertencias sobre el funcionamiento de la máquina que figuran en el manual de operario.
- **Siga las instrucciones:** Deben seguirse todas las instrucciones de este manual.
- **Limpieza:** El panel de operador PanelView 300micro debe limpiarse con un paño seco, nunca utilice cera para muebles, gasolina, insecticidas u otros líquidos volátiles, ya que podrías causar daños en el equipo.
- **Agua y humedad:** No se debe exponer al agua o a la humedad al panel de operador ni a ningún otro equipo electrónico que opera la máquina ya que puede causar daños en su funcionamiento.
- **Ventilación:** Las aperturas y ranuras de la carcasa están diseñadas para la ventilación, aseguran un manejo fiable y lo protegen de cualquier sobrecalentamiento, por tanto, nunca debe bloquearse ni cubrirse.

- **Entrada de objetos o líquidos:** No introduzca objetos de ningún tipo en el interior de los equipos electrónicos, pues podrían tocar una parte eléctrica y cortocircuitar los mismos. Nunca verter nunca ningún líquido sobre los equipos.
- **Calor:** Los equipos electrónicos de la máquina deben alejarse de las fuentes de calor como estufas u otros aparatos que irradian calor.
- **Períodos sin funcionamiento:** Si no se va a utilizar la máquina por un tiempo prolongado, desenchúfela de la corriente eléctrica.
- **Sobrecarga:** No sobrecargue los enchufes de la pared instalando enchufes múltiples, pues puede causar electrocución o cortocircuitos.

Precauciones.

1. Las instrucciones deben leerse antes de usar la máquina inyectora.
2. Para reducir el riesgo de una descarga eléctrica, no abra ninguno de los equipos eléctricos y electrónicos de la máquina.
3. No exponga el panel de operador ni demás equipos electrónicos de la máquina a ninguna fuente de calor.
4. El panel de operador debe limpiarse con un paño seco, evite disolventes u otros productos detergentes.
5. No exponga los equipos al agua.
6. Nunca manipular el selector manual / automático mientras se este ejecutando el proceso, cualquier cambio realizarlo una vez terminado el proceso.

4.4.3. Trabajo propio de la máquina.

La máquina inyectora puede trabajar en forma manual o automática según la necesidad del operario, con ayuda de un selector de tres posiciones que está incorporado en la máquina.

4.4.3.1. Trabajo en modo manual.

Este se lo realiza mediante el uso de botoneras las cuales están ubicadas en los costados de la máquina y ejecutan determinada operación del proceso.

4.4.3.2. Trabajo en modo automático.

Cuando se use la máquina en el modo automático el manejo y el ingreso de parámetros se lo realiza con ayuda del panel de operador en sus respectivas pantallas, la nomenclatura de las teclas se observa en la figura 4.1.

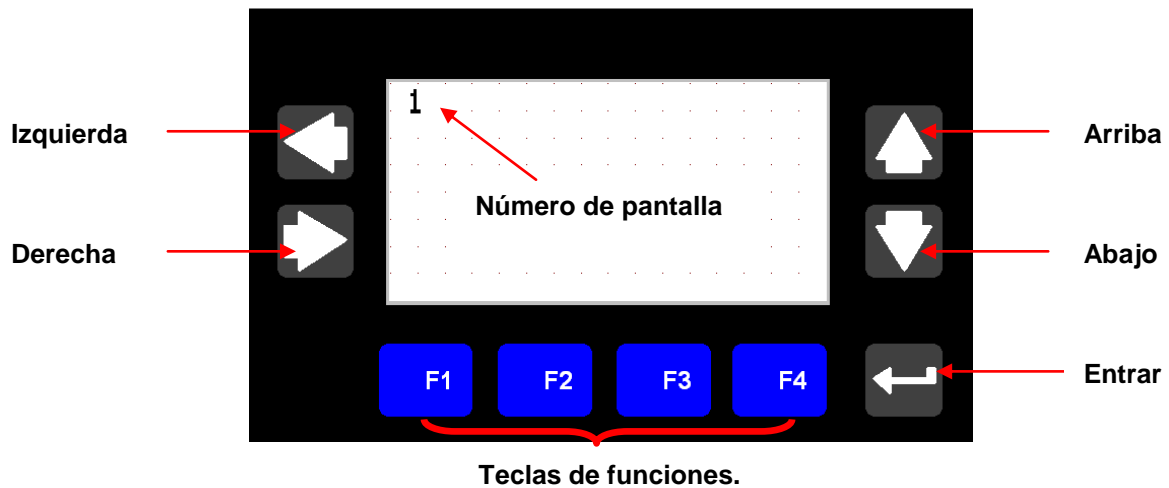


Figura 4.1.- Nomenclatura de las teclas del panel de operador.

A continuación se describe el uso de las pantallas para el inyector 1:

- **Pantalla Menú Principal (MP).**

En esta pantalla se puede seleccionar si se trabaja con el inyector 1 pulsando la tecla F1, o si se trabaja con el inyector 2 pulsando F2.

También muestra la fecha y hora.



- **Pantalla ELEGIR MOLDE INY-1 (1.1).**

Las teclas arriba/abajo, selecciona una matriz existente o una nueva y siempre se acepta con la tecla entrar.

Con F1 continúa el proceso y con F4 regresa a la pantalla MP.



- **Pantalla CONFIRMAR INY-1 (1.2).**

En esta pantalla se confirma que matriz se utilizará, siendo F1 existente y F4 nueva.

Nota: Siempre se debe confirmar la selección realizada en la pantalla anterior sea nueva o existente. Caso contrario el funcionamiento sería erróneo.



- **Pantalla SELECCIONAR MOLDE (1.3a).**

Si se selecciona molde existente, utilizando las teclas arriba/abajo se elige el molde con el cual se trabajará, para aceptar siempre se presiona entrar. Con F1 se continúa el proceso y con F4 se regresa a la pantalla 1.2.



- **Pantalla 1.3b (ingreso de datos inyector 1).**

Si en la pantalla 1.2, se selecciona matriz nueva se accede al ingreso de datos.

En esta pantalla al pulsar F1 se ingresa la temperatura en grados centígrados del nuevo molde con ayuda de las teclas arriba/abajo,

derecha/izquierda y se acepta con entrar, usando F2 se ingresa el tiempo de inyección y con F3 se ingresa el tiempo de enfriamiento, los tiempos son en segundos.



Con las teclas arriba/abajo se selecciona el material del molde (aluminio o hierro) y siempre se acepta con la tecla entrar. Presionando F4 se continúa el proceso.

- **Pantalla 1.4 (Sujeción/no sujeción; inyector 1).**

La tecla derecha sujeta el molde y la tecla izquierda quita la sujeción.

Con F1 se continúa el proceso.



- **Pantalla de Inyección (I).**

La tecla F1 inicia el proceso en el inyector 1. Con F2 se puede ver la producción, F3 permite cambiar parámetros en el inyector 1, ingresar o cambiar parámetros en el inyector 2.

F4 permite iniciar el proceso en el

inyector 2 siempre y cuando se haya ingresado los datos para este inyector.



Esta pantalla también muestra las temperaturas en grados centígrados en las cámaras de caldeo, además cuenta con barras de estado que indican el avance del proceso.

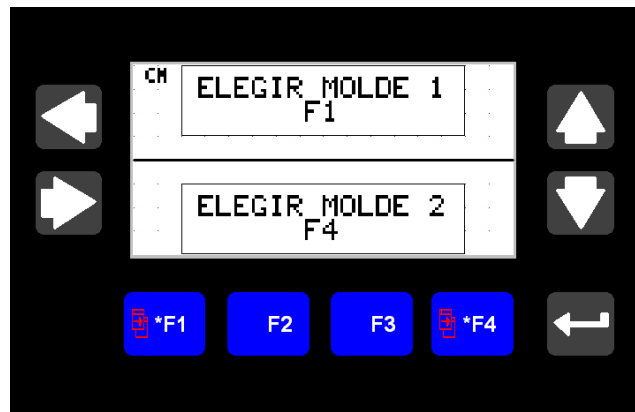
- **Pantalla Abrir Sujeciones (AS).**

Esta pantalla aparece si se elige la función MATRIZ de la pantalla I, sirve para quitar las sujeciones tanto del inyector 1 (pulsando la tecla izquierda) como también del inyector 2 (pulsando la tecla derecha). Con F1 se continúa el proceso.



- **Pantalla Cambio de Molde (CM).**

Continuando con el proceso al pulsar F1 se ingresa a la pantalla para elegir el molde del inyector 1 o pulsando F4 se ingresa a la pantalla para elegir el molde del inyector 2.



- **Pantalla Producción (P).**

Al presionar F2 de la pantalla I se accede a la pantalla P. Esta muestra la producción en ambos inyectores, la tecla F1 sirve para restablecer a cero la producción en el inyector 1 y con la tecla F2 se restablece la producción en el inyector 2. Pulsando F3 se regresa a la pantalla I, finalizada la jornada de trabajo al pulsar F4 pasa a la pantalla S.



- **Pantalla Salir (S).**

En esta pantalla se retira las sujeciones de los moldes del inyector 1 y 2 se presiona las teclas izquierda y derecha respectivamente. Una vez retiradas las sujeciones se pulsa F4 para regresar a la pantalla MP



NOTAS:

- Para el inyector 2 se realizara el mismo procedimiento seguido en el inyector 1.
- No se podrá inyectar mientras las temperaturas de las cámaras de caldeo no sean las adecuadas para el material utilizado.
- El flujograma de funcionamiento automático se detalla en el Anexo K.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS FINANCIERO.

5.1. Análisis Financiero.

Este análisis se lo realizó tomando en cuenta que “CASS” es una empresa industrial considerando su entorno, su mercado y demás elementos influyentes. Éste análisis nos sirven para conocer los resultados de la automatización de la máquina inyectora ya sea que presente beneficios o no. Para ello se debe tener en cuenta características como:

- Costos de inversión en la automatización.
- Productividad y Ganancias.
- Rentabilidad de la inversión.

5.1.1. Costos de inversión en la automatización.

A continuación la tabla 5.1, presenta los costos de los materiales utilizados para la automatización del la máquina inyectora de suelas de calzado, los ítems del 1 al 12 no incluyen IVA.

Ítem.	Cantidad.	Detalle	Costo
1	1	PLC MicroLogix 1200 Marca (Allen-Bradley)	\$ 442,26
2	1	Modulo de expansión de entradas de temperatura	\$ 446,26
3	1	Modulo de expansión de salidas digitales	\$ 160
4	1	PanelView 300 Micro Marca (Allen-Bradley)	\$ 364,49
5	1	Cable de comunicación (PLC-PANEL)	\$ 62
6	1	Cable de comunicación (Descarga)	\$ 67
7	1	Tarjeta electrónica de relés	\$ 40
8	1/2	Rollo de cable sólido # 14 AWG	\$ 15
9	2	RTD	\$ 140,94
10	1	Gabinete	\$ 20
11	4	Spray distintos colores	\$ 12
12	-	Costos de la automatización	\$ 800
13	-	Costos por investigación y transporte	\$ 200
14	-	OTROS	\$ 200
		TOTAL	\$ 2969,95

Tabla 5.1. Costos de equipos y materiales.

5.1.2. Productividad y Ganancias.

Con el sistema antiguo el proceso de elaboración de las suelas tomaba un tiempo aproximado de 6 a 7 minutos cada par, dependiendo de la cantidad de material que ocupe el molde, por lo tanto en una jornada de labores de 8 horas se tenía una producción aproximada de 80 pares.

Con los datos recopilados en las tablas 3.1 y 3.2 se puede conocer con más exactitud los tiempos de inyección y de enfriamiento del material, esto sirve para poder disminuir los tiempos de elaboración del producto.

Con la automatización de la máquina inyectora la elaboración del producto toma un tiempo de 4 a 5 minutos dependiendo del tipo de suela, por lo cual la productividad en este proceso se elevará a 120 pares aproximadamente.

- **Ganancias por mayor producción.-** En este ítem se relaciona la producción de la máquina del antiguo sistema frente a la producción de la máquina automatizada, esto se puede apreciar en la tabla 5.2.

Antiguo sistema	Nuevo sistema	Aumento de producción
Producción diaria.	Producción diaria	
80 pares	120 pares	40 pares

Tabla 5.2. Ganancias por producción.

Este incremento de producción también conlleva a un incremento del material base de las suelas (PVC), se determinó que por cada kilo de material se elaboran 3 pares de suelas, por esta razón diariamente se ocuparían 13 kilos más de material a un costo de \$ 3.5 el kilo.

Como se observa en la tabla 5.2, se puede concluir que existe un aumento de 40 pares diarios y se obtiene como resultado 800 pares mensuales de mayor producción, teniendo en cuenta que el costo por cada par de suelas de calzado oscila entre \$ 2.5 a 2.8 se tomará una media de \$ 2.65 y con esto se podría calcular la ganancia por producción (*GP*) mensual menos el costo del material adicional utilizado.

$$GP = [(\# \text{ de pares}) \times (\text{costo del par de calzado}) - (260 \text{ kilos} * \$3.50 / \text{kilos})]$$

$$GP = [(\$800 / \text{mes} \times \$2.65) - (\$910)]$$

$$GP = \$1210 / \text{mes}$$

- **Rentabilidad de la inversión.**

La rentabilidad (*R*) del proyecto se lo puede calcular de la siguiente manera:

$$R = \frac{\text{Inversión total}}{\text{Ganancia mensual total}}$$

$$R = \frac{\$3278,34}{\$1210 / \text{mes}}$$

$$R = 2,7 \text{ meses}$$

El resultado obtenido nos indica que la inversión realizada en la automatización se la podrá recuperar en aproximadamente 3 meses de trabajo.

Del análisis realizado se puede determinar que el costo total de la inversión realizada en la automatización es fácilmente recuperable, más aún si se toma en cuenta que el costo del producto final puede incrementar su valor debido al mejoramiento en la calidad del producto terminado.

CAPÍTULO VI

Una vez terminado el proyecto de tesis de grado titulado **“AUTOMATIZACIÓN, CONTROL Y MONITOREO DE LA MÁQUINA INYECTORA DE SUELAS DE CALZADO MARCA “SVIT” MEDIANTE PANELVIEW PARA LA EMPRESA CASS”**, se llega a las siguientes conclusiones y recomendaciones.

6.1. CONCLUSIONES.

- Se diseñó e implementó un sistema de automatización que permitió optimizar la producción de suelas de calzado en la empresa CASS.
- Se diseñó un programa en el software RSLogix 500 que permite la manipulación total de la máquina inyectora ya sea en forma manual o automática, con la utilización del PLC MicroLogix 1200.
- Se realizó un programa en el software PanelBuilder32 que permite el control de la máquina inyectora en forma automática a través del PanelView 300 micro.
- Se utilizó el software RSLink que es un paquete para la comunicación en 32 bits, para crear y verificar el correcto funcionamiento de los enlaces entre los diferentes nodos dentro de la red.
- Los componentes eléctricos y electrónicos cuentan con las características acordes para las necesidades de la máquina inyectora, los cuales son la base para el correcto funcionamiento actual y futuro.
- Con la realización de este proyecto se pudo realizar una aplicación real de los métodos de automatización, que posteriormente se verán reflejados en la mayor producción de suelas de calzado en la empresa CASS.
- Se acondicionó de una manera ordenada los equipos eléctricos, electrónicos, electromecánicos y mecánicos para que el mantenimiento de la máquina sea de manera rápida.

- Con los equipos implementados en el presente proyecto, el operador puede controlar y supervisar la máquina de forma manual o automática.
- La interfase entre el operador y el proceso es amigable de fácil manejo y tiene una forma dinámica de control del proceso, en donde el operador observa todas las variables que le interesan.
- El módulo de entrada de RTD/resistencia Allen-Bradley (1762-IR4) es un equipo que no necesita amplificación de la señal proveniente de los sensores RTD's ya que está diseñado para este uso.
- Se utilizó un control ON / OFF en la variación de temperatura, para así controlar el activado y desactivado del conjunto de niquelinas.
- La máquina en modo automático trabaja según los parámetros de los moldes de las suelas existentes en la empresa, además cuenta con una opción para ingresar nuevos parámetros y así trabajar con nuevos moldes.

6.2. RECOMENDACIONES.

- Para el desarrollo de las automatizaciones se debe realizar una exhaustiva investigación sobre el tema ya que actualmente existen diversos equipos tanto en hardware como en software que facilitan el diseño, construcción y programación de las mismas habiendo así más opciones.
- Se recomienda instalar un arrancador suave para el motor trifásico utilizado para los engranes de inyección para así lograr un ahorro en el consumo eléctrico mediante la disminución de la corriente de arranque.
- Es siempre recomendable vaciar el material sobrante en las cámaras de caldeo una vez terminado el proceso de fabricación de suelas de calzado, para evitar que este material se solidifique y ocasione obstrucciones en los inyectores de la máquina.
- Se recomienda para la operación de la máquina seguir cada uno de los pasos que se indica en el manual de usuario para una correcta operación.
- Para realizar conexiones entre equipos se recomienda siempre realizar buenos contactos entre el conector del equipo y los cables.

- Siempre es recomendable colocar seguros tanto en la programación del PLC como en la parte electromecánica que es conformada por relés y contactores.
- Si se requiere incrementar el número de nodos en la red es necesario utilizar módulos AIC.
- En acciones de mantenimiento preventivo y correctivo de la máquina inyectora se recomienda desconectar toda alimentación de la energía eléctrica, así como también cortar el flujo de entrada de aire comprimido.

6.3. BIBLIOGRAFÍA

1. Guía de selección Micrologix. Catálogo 1763.
2. Guía de selección de plataformas de visualización. Catálogo 2706, 2711P, 2711, 2711E, 6182H, 6181P, 6181H, 6155R, 6180W, 6186.
3. Manual de referencia (Juego de instrucciones de SLC 500 y MicroLogix 1000). Controladores de boletín 1761.
4. Manual de usuario (Software PanelBuilder). Catálogo N° 2711-ND3ES.
5. Software Panelbuilder32 (Software de desarrollo de aplicaciones para terminales PanelView Estándar).
6. Controladores programables MicroLogix 1200 y MicroLogix 1500. Boletines 1762 y 1764.
7. Controladores Programables MicroLogix 1200 (Instrucciones de instalación). Catálogo de boletín 1762.
8. Terminales PanelView 300 Micro. Catálogo 2711-M3A18L1, 2711-M3A19L1.
9. Módulo de salidas a relé MicroLogix 1762-OW8 (Instrucciones de instalación).
10. Módulo de entrada de RTD/resistencia MicroLogix 1200. Catálogo 1762 IR4.

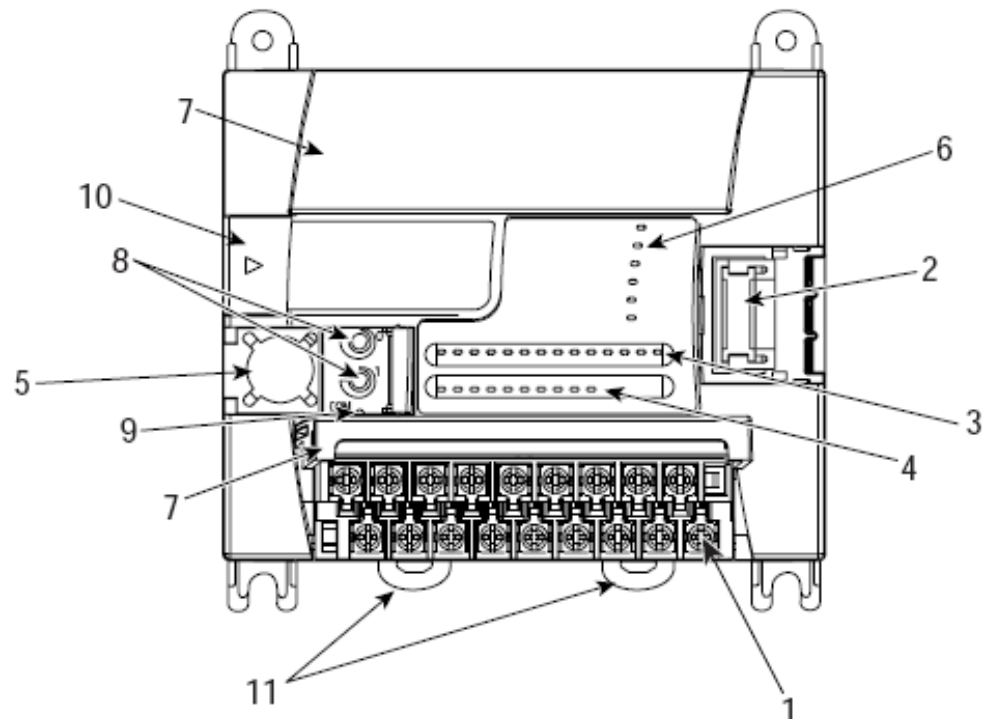
6.4. ENLACES

1. Información máquinas inyectoras.
<http://www.turnkey.taiwantrade.com.tw>
2. Electroválvulas.
<http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Electrov%C3%A1lvula&action=edit§ion=1>
3. Cilindros Neumáticos.
<http://www.monografias.com/trabajos12/moviunid/moviunid.shtml>
4. Cilindros Especiales.
http://www.festo.com/INetDomino/innovations_2006/es/bdda62e9b7b125713e0049423e.htm
5. Sensores.
<http://www.todorobot.com.ar/>
6. RTD'S
www.watlow.com
7. Termopar.
<http://es.wikipedia.org/wiki/termopar#funcionamiento>.
8. Sistemas de Refrigeración
www.caloryfrio.com
9. Refrigeración por Compresión.
<http://www.caloryfrio.com/dossiers/saberhacer/aire/saberhacer-clima-compresi%F3n.htm>
10. Sistemas de inyección de plásticos.
<http://www.monografias.com/trabajos32/procesamiento-plasticos/procesamiento-plasticos.shtml>
11. Controladores Lógicos Programables
[http://personal3.iddeo.es/joseor/plcs.htm#Definición:](http://personal3.iddeo.es/joseor/plcs.htm#Definición)
12. Plataformas de visualización y control.
<http://www.rockwellautomation.com/news/commentary.html>
13. Características y tipos de terminales PanelView.
<http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/tab4.html>
14. Relés
www.gobiernodecanarias.org/educacion/fisica/Recursos/flash2/rele.swf.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- PVC.- Policloruro de vinilo.
- EVA.- Acetato de vinilo y etileno.
- LED.- Diodo emisor de luz.
- LDR.- Fotorresistencia (Resistencia dependiente de luz).
- RTD.- Detector de temperatura por resistencia.
- F.e.m.- Fuerza electro motriz.
- TEV.- Válvula de expansión térmica.
- PLC.- Controlador lógico programable.
- CPU.- Unidad de procesamiento central.
- AC.- Corriente alterna.
- DC.- Corriente continúa.
- HMI.- Interfase hombre máquina.
- XIC.- Contacto normalmente abierto.
- XIO.- Contacto normalmente cerrado.
- OTE.- Activación de la variable de salida.
- TON.- Temporizador.
- CTU.- Contador.
- RES.- Resetear.
- MOV.- Mover.
- LCD.- Dispositivos de cristal líquido.
- Tag.- Etiquetas de dirección.
- FRL.- Filtro regulador lubricador.
- DIN.- Normas industriales alemanas.
- AWG.- Galgas Americanas de alambres.

Descripción del controlador



Característica	Descripción
1	Bloques de terminales
2	Interface del conector de bus hacia las E/S expansoras
3	Indicadores LED de entrada
4	Indicadores LED de salida
5	Puerto de comunicaciones (Canal 0)
6	Indicadores LED de estado
7	Puertas de terminales y etiqueta
8	Potenciómetro
9	Botón pulsador de comunicaciones predeterminadas
10	Cubierta del puerto del módulo de memoria ⁽¹⁾ o módulo de memoria o reloj en tiempo real ⁽²⁾
11	Seguros de riel DIN

(1) Se suministra junto con el controlador

(2) Equipos opcionales.

Especificaciones generales

Descripción	1762-L24AWA	1762-L24BWA	1762-L40AWA	1762-L40BWA
Dimensiones	Altura 90 mm 104 mm (con seguro DIN abierto) Anchura: 110 mm Profundidad: 87 mm		Altura 90 mm 104 mm (con seguro DIN abierto) Anchura: 160 mm Profundidad: 87 mm	
Peso a salida de fábrica	0,9 kg (2,0 libras)		1,1 kg (2,4 libras)	
Número de E/S	14 entradas 10 salidas	14 entradas 10 salidas	24 entradas 16 salidas	24 entradas 16 salidas
Alimentación eléctrica de línea	85/265 VCA	85/265 VCA	85/265 VCA	85/265 VCA
Fuente de alimentación eléctrica	120 VCA 240 VCA			
Afluencia de alimentación eléctrica	120 VCA = 25 A durante 8 ms 240 VCA = 40 A durante 4 ms			
Salida de alimentación eléctrica de usuario	ninguna	24 VCC a 250 mA 400 µF máx.	ninguna	24 VCC a 400 mA máx. 400 µF.
Tipo de circuito de entrada	120 VCA	24 VCC destino/origen	120 VCA	24 VCC destino/origen
Tipo de circuito de salida	Relé	Relé	Relé	Relé
Temperatura de operación	ambiental de +0 °C a +55 °C (de +32 °F a +131 °F)			
Temperatura de almacenamiento	ambiental de -40 °C a +85 °C (de -40 °F a +185 °F)			
Humedad de funcionamiento	humedad relativa de 5 % a 95 % (sia condensación)			

Descripción	1762-L24AWA	1762-L24BWA	1762-L40AWA	1762-L40BWA
Certificaciones	<ul style="list-style-type: none"> • UL 508 • Certificación C-UL según CSA C22.2 no. 142 • Clase I, división 2, grupos A, B, C, D (UL 1604, C-UL según CSA C22.2 no. 213) • Cumple con todas las directivas aplicables de CE 			
Eléctricas/EMC	<p>El módulo ha superado las pruebas en los siguientes niveles:</p> <p>IEC1000-4-2: contacto 4 kV, aire 8 kV, indirecto 4 kV</p> <p>IEC1000-4-3: 10 V/m, 80 a 1000 Mhz, modulación de amplitud del 80 %, portadora manipulada de +900 Mhz</p> <p>IEC1000-4-4: 2 kV, 5 kHz; cable de comunicaciones: 1 kV, 5 kHz</p> <p>IEC1000-4-5: cable de comunicaciones 1 kV aislamiento galvánico</p> <p>E/S: 2 kV CM (modo común), 1 kV DM (modo diferencial)</p> <p>Fuente de alimentación eléctrica: 4 kV MC (modo común), 2 kV MD (modo diferencial)</p> <p>IEC1000-4-6: 10 V, cable de comunicaciones 3 V</p>			
Par de apriete, tornillos de los terminales	0.791 Nm (7 pg-lb)			

Especificaciones para las entradas

Descripción	1762-L24AWA 1762-L40AWA	1762-L24BWA y 1762-L40BWA	
		Entradas de 0 a 3	Entradas 4 y mayores
Rango de voltaje de estado activado	de 79 a 132 VCA	de 14 a 26.4 VCC a 55 °C (131 °F) de 14 a 30.0 VCC a 30 °C (86 °F)	de 10 a 26.4 VCC a 55 °C (131 °F) de 10 a 30.0 VCC a 30 °C (86 °F)
Rango de voltaje de estado desactivado	de 0 a 20 VCA 20	de 0 a 5 VCC 5	
Frecuencia de operación	de 47 Hz a 63 Hz	de 0 Hz a 20 kHz	de 0 Hz a 1 kHz (dependiente del tiempo escán)
Corriente en estado activado:	<ul style="list-style-type: none"> • 5.0 mA a 79 VCC (mín.) • de 12 mA a 120 VCC (nominal) • 6.0 mA a 132 VCC (máx.) 	<ul style="list-style-type: none"> • 2.5 mA a 14 VCC (mín.) • 8.8 mA a 24 VCC (nominal) • 12.0 mA a 30 VCC (máx.) 	<ul style="list-style-type: none"> • 2.0 mA a 10 VCC (mín.) • 8.5 mA a 24 V dc (nominal.) • 12.0 mA a 30 VCC (máx.)
Corriente de fuga en estado desactivado	2.5 mA máx.	1.5 mA mín.	
Impedancia nominal	12 K ohmios a 50 Hz 10 K ohmios a 60 Hz	2.5 K ohmios	2.6 K ohmios
Corriente de entrada al momento del arranque (máx.) a 120 VCA	250 mA	No aplicable	

Especificaciones de salida – Corriente continua máxima

Especificación		1762-L24AWA, 1762-L24BWA	1762-L40AWA, 1762-L40BWA
Corriente por terminal común		8 A	8 A
Corriente por controlador	a 150 V (máx.)	23 A ⁽¹⁾	30 A
Corriente por controlador	a 240 V (máx.)	20 A ⁽¹⁾	20 A ⁽²⁾

(1) 15 A sobre 40°C (104°F)

(2) 24 A sobre 40°C (104°F)

Tabla de valores de contacto de relés

Núm. máx. voltios	Amperios		Amperios continua	Voltio-amperios	
	Cierre	Apertura		Cierre	Apertura
240 VCA	7.5 A	0.75 A	2.5 A ⁽¹⁾	1800 VA	180 VA
120 VCA	15 A	1.5 A	2.5 A ⁽¹⁾	1800 VA	180 VA ⁽²⁾
125 VCC	0.22 A ⁽³⁾			1.0 A	
24 VCC	1.2 A ⁽³⁾			2.0 A	

(1) 1,5 A sobre 40°C (104°F)

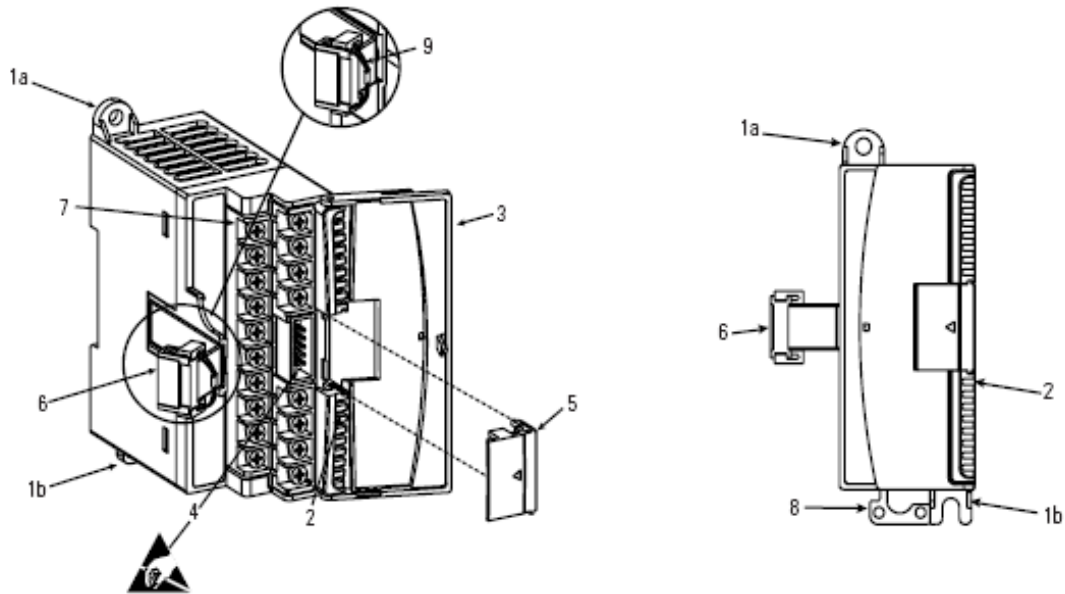
(2) La carga total controlada está limitada a 1400 VA (break).

(3) Para las aplicaciones de voltaje de CC, la capacidad nominal de cierre/apertura para los contactos de relé se puede determinar dividiendo 28 VA por el voltaje CC que se aplique. Por ejemplo: 28 VA/48 VCC = 0.58 A. En las aplicaciones de CC con tensión menor de 48 V, las capacidades nominales de cierre/apertura para los contactos de relé no pueden exceder de 2 A.

Voltaje de funcionamiento (1762-L24BWA, 1762-L40BWA)

Especificación	1762-L24BWA, 1762-L40BWA
Entrada de la fuente de alimentación eléctrica a aislamiento de backplane	Verificado mediante una de las siguientes pruebas dieléctricas: 1836 VCA durante 1 segundo ó 2596 VCC durante 1 segundo
	Voltaje de funcionamiento 265 V ca (aislamiento reforzado IEC Clase 2)
Grupo de entradas al aislamiento del backplane, y grupo de entradas al aislamiento del grupo de entradas	Verificado por una de las siguientes pruebas dieléctricas: 1200 VCA durante 1 segundo ó 1697 VCC durante 1 segundo
	75 VCC de voltaje de funcionamiento (aislamiento reforzado IEC clase 2)
Grupo de salidas al aislamiento del backplane	Verificado por una de las siguientes pruebas dieléctricas: 1836 VCA durante 1 segundo ó 2596 VCC durante 1 segundo
	Voltaje de funcionamiento 265 VCA (aislamiento reforzado IEC Clase 2).
Grupo de salida al aislamiento del grupo de salida	Verificado por una de las siguientes pruebas dieléctricas: 1836 VCA durante 1 segundo ó 2596 VCC durante 1 segundo
	Voltaje de funcionamiento 265 VCA Voltaje de funcionamiento (aislamiento básico) Voltaje de funcionamiento 150 V (aislamiento reforzado IEC Clase 2)

Descripción



Nº	Descripción	Nº	Descripción
1a	lengüeta superior para montaje en panel	5	cubierta de conector de bus
1b	lengüeta inferior para montaje en panel	6	cable plano con conector de bus (hembra)
2	indicador LED de diagnóstico de alimentación	7	bloque de terminales
3	puerta del módulo con etiqueta identificadora de terminales	8	seguro de riel DIN
4	conector de bus con pines macho	9	lazo de extracción

Especificaciones generales

Especificación	Valor
Medidas	90 mm (altura) x 87 mm (profundidad) x 40 mm (ancho) La altura incluyendo las lengüetas de montaje es 110 mm 3.54 pulg. (altura) x 3.43 pulg. (profundidad) x 1.58 pulg. (ancho) La altura incluyendo las lengüetas de montaje es 4.33 pulg.
Peso de envío aproximado (con embalaje de cartón)	260 g (0.57 lbs.)
Temperatura de almacenaje	de -40°C a +85°C (-40°F a +185°F)
Temperatura de funcionamiento	de 0°C a +55°C (+32°F a +131°F)
Humedad de funcionamiento	del 5% al 95%, sin condensación
Altitud de funcionamiento	2000 metros
Vibración	En funcionamiento: 10 a 500 Hz, 5G, 0.030 pulg. máx. entre pico y pico
Choque	En funcionamiento: 30 G
Consumo de corriente del bus (máx.)	40 mA a 5 VCC 50 mA a 24 VCC
Disipación del calor	1.5 Watts
Grupo de entradas a aislamiento del sistema	Voltaje nominal operativo de 30 VCA/30 VCC ⁽¹⁾ (N.E.C. Clase 2 obligatorio) (Aislamiento reforzado IEC Clase 2) prueba de tipo: 500 VCA o 707 VCC durante 1 minuto
Indicador LED de alimentación del módulo	Encendido: indica que está conectado a la alimentación.
Código de identificación del proveedor	1
Código de tipo del producto	10
Código del producto	65
Certificaciones	Certificación C-UL (bajo CSA C22.2 n°. 142) Lista UL 508 Conforme a todas las directivas relevantes CE Marca C-Tick para todas las leyes pertinentes
Clase de entorno peligroso	Clase I, división 2, lugar peligroso, grupos A, B, C, D (UL 1604, C-UL bajo CSA C22.2 n°. 213)
Emisiones radiadas y conducidas	EN50081-2 clase A

Especificación	Valor
<i>Eléctricas/EMC:</i>	<i>El módulo ha superado las pruebas en los siguientes niveles:</i>
Inmunidad a ESD (EN61000-4-2)	4 kV contacto, 8 kV aérea, 4 kV indirecta
Inmunidad a frecuencias radiadas (EN61000-4-3)	10 V/m, de 80 a 1000 MHz, 80% amplitud de modulación, +900 MHz portador codificado
Ráfagas rápidas transitorias (EN61000-4-4)	2 kV, 5 kHz
Inmunidad a sobretensiones (EN61000-4-5)	Tubo galvánico de 1 kV
Inmunidad conducida (EN61000-4-6)	10 V, 0.15 a 80 MHz ⁽²⁾

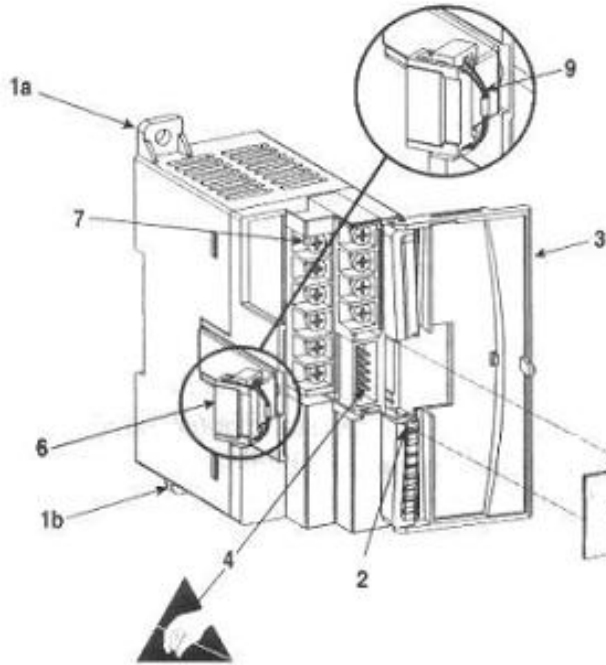
- (1) El voltaje nominal operativo es el voltaje máximo continuo que puede aplicarse en los terminales con respecto a la conexión a tierra.
- (2) El margen de frecuencias de inmunidad conducida puede ser de 150 kHz a 30 MHz si el margen de frecuencias de inmunidad radiada es de 30 MHz a 1000 MHz.

Especificaciones para las entradas

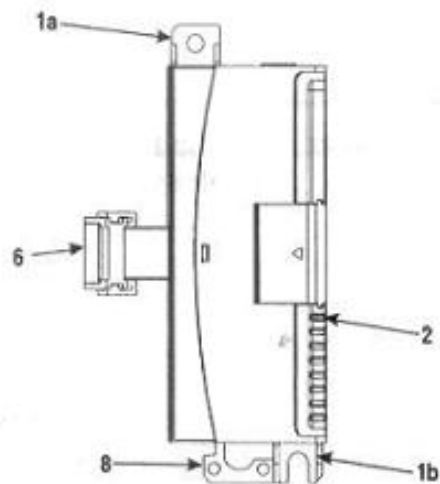
Especificación	1762-IR4																
Tipos de entrada	<table border="0"> <tr> <td>100Ω Platino 385</td> <td>10Ω Cobre 426</td> </tr> <tr> <td>200Ω Platino 385</td> <td>120Ω Níquel 672</td> </tr> <tr> <td>500Ω Platino 385</td> <td>120Ω Níquel 618</td> </tr> <tr> <td>1000Ω Platino 385</td> <td>604Ω Níquel-hierro 518</td> </tr> <tr> <td>100Ω Platino 3916</td> <td>0 a 150Ω</td> </tr> <tr> <td>200Ω Platino 3916</td> <td>0 a 500Ω</td> </tr> <tr> <td>500Ω Platino 3916</td> <td>0 a 1000Ω</td> </tr> <tr> <td>1000Ω Platino 3916</td> <td>0 a 3000Ω</td> </tr> </table>	100Ω Platino 385	10Ω Cobre 426	200Ω Platino 385	120Ω Níquel 672	500Ω Platino 385	120Ω Níquel 618	1000Ω Platino 385	604Ω Níquel-hierro 518	100Ω Platino 3916	0 a 150Ω	200Ω Platino 3916	0 a 500Ω	500Ω Platino 3916	0 a 1000Ω	1000Ω Platino 3916	0 a 3000Ω
100Ω Platino 385	10Ω Cobre 426																
200Ω Platino 385	120Ω Níquel 672																
500Ω Platino 385	120Ω Níquel 618																
1000Ω Platino 385	604Ω Níquel-hierro 518																
100Ω Platino 3916	0 a 150Ω																
200Ω Platino 3916	0 a 500Ω																
500Ω Platino 3916	0 a 1000Ω																
1000Ω Platino 3916	0 a 3000Ω																
Tipo de convertidor	Sigma-Delta																
Resolución	Depende de filtro de entrada y configuración. Consulte el documento MicroLogix™ 1200 RTD/Resistance Input Module User Manual, número de publicación 1762-UM003, para obtener más información.																
Rechazo de modo común	110 dB mínimo a 50 Hz con el filtro de 10 ó 50 Hz seleccionado 110 dB mínimo a 60 Hz con el filtro de 10 ó 60 Hz seleccionado																
Relación de rechazo en modo normal	70 dB mínimo a 50 Hz con el filtro de 10 ó 50 Hz seleccionado 70 dB mínimo a 60 Hz con el filtro de 10 ó 60 Hz seleccionado																
Sin linealidad (expresada en porcentaje de escala completa)	±0.05%																
Precisión típica [Autocalibración habilitada] con temperatura ambiental de 25°C (77°F) y temperatura operativa del módulo de 25°C (77°F) ⁽¹⁾	<table border="0"> <tr> <td>±0.5°C (°F) para Pt 385</td> <td>±0.15Ω para rango de 150Ω</td> </tr> <tr> <td>±0.4°C (°F) para Pt 3916</td> <td>±0.5Ω para rango de 500Ω</td> </tr> <tr> <td>±0.2°C (°F) para Ni</td> <td>±1.0Ω para rango de 1000Ω</td> </tr> <tr> <td>±0.3°C (°F) para NiFe</td> <td>±1.5Ω para rango de 3000Ω</td> </tr> <tr> <td>±0.6°C (°F) para Cu</td> <td></td> </tr> </table>	±0.5°C (°F) para Pt 385	±0.15Ω para rango de 150Ω	±0.4°C (°F) para Pt 3916	±0.5Ω para rango de 500Ω	±0.2°C (°F) para Ni	±1.0Ω para rango de 1000Ω	±0.3°C (°F) para NiFe	±1.5Ω para rango de 3000Ω	±0.6°C (°F) para Cu							
±0.5°C (°F) para Pt 385	±0.15Ω para rango de 150Ω																
±0.4°C (°F) para Pt 3916	±0.5Ω para rango de 500Ω																
±0.2°C (°F) para Ni	±1.0Ω para rango de 1000Ω																
±0.3°C (°F) para NiFe	±1.5Ω para rango de 3000Ω																
±0.6°C (°F) para Cu																	

- (1) La precisión depende de la selección del régimen de filtro del convertidor analógico/digital, selección de la corriente de excitación, formato de datos y ruido de entrada.

Description



Item	Description
1a	upper panel mounting tab
1b	lower panel mounting tab
2	I/O diagnostic LEDs
3	module door with terminal identification label
4	bus connector with male pins
5	bus connector cover
6	flat ribbon cable with bus connector (female pins)
7	terminal block
8	DIN rail latch
9	pull loop



Specifications

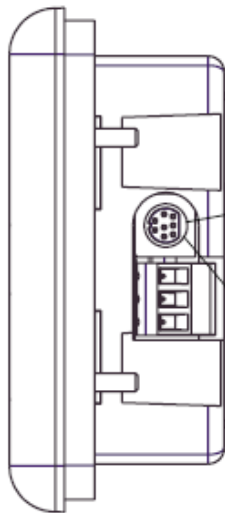
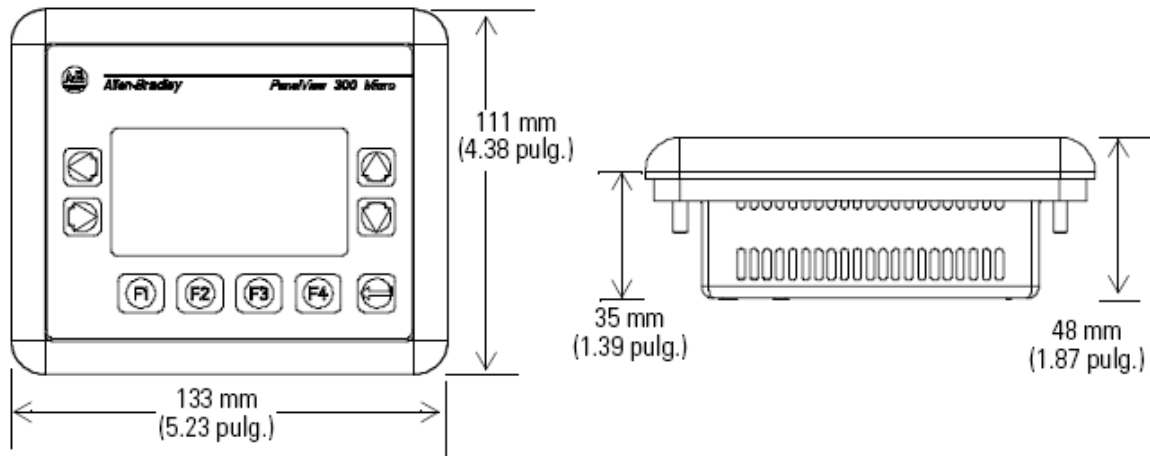
General Specifications

Specification	Value
Dimensions	90 mm (height) x 87 mm (depth) x 40 mm (width) height including mounting tabs is 110 mm 3.543 in. (height) x 3.425 in. (depth) x 1.575 in. (width) height including mounting tabs is 4.33 in.
Approximate Shipping Weight (with carton)	228 g (0.50 lbs.)
Storage Temperature	-40°C to +85°C (-40°F to +185°F)
Operating Temperature	0°C to +55°C (-32°F to +131°F)
Operating Humidity	5% to 95% non-condensing
Operating Altitude	2000 meters (6561 feet)
Vibration	Refer to the MicroLogix 1200 Controllers Installation Instructions, publication 1762IN006A-ML-P.
Shock	
Agency Certification	C-UL certified (under CSA C22.2 No. 142) UL 508 listed CE compliant for all applicable directives
Hazardous Environment Class	Class I, Division 2, Hazardous Location, Groups A, B, C, D (UL 1604, C-UL under CSA C22.2 No. 213)
Noise Immunity	NEMA standard ICS 2-230
Radiated and Conducted Emissions	EN50081-2 Class A
<i>Electrical /EMC:</i>	<i>The module has passed testing at the following levels:</i>
ESD Immunity (IEC1000-4-2)	4 kV contact, 8 kV air, 4 kV indirect
Radiated Immunity (IEC1000-4-3)	10 V/m, 80 to 1000 MHz, 80% amplitude modulation, +900 MHz keyed carrier
Fast Transient Burst (IEC1000-4-4)	2 kV, 5 kHz
Surge Immunity (IEC1000-4-5)	2 kV common mode, 1 kV differential mode
Conducted Immunity (IEC1000-4-6)	10V, 0.15 to 80 MHz ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Conducted Immunity frequency range may be 150 kHz to 30 MHz if the Radiated Immunity frequency range is 30 MHz to 1000 MHz.

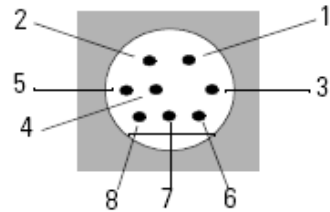
Output Specifications

Specification	1762-0W8
Voltage Category	AC/DC normally open relay
Operating Voltage Range	5 to 265V ac 5 to 125V dc
Number of Outputs	8
Bus Current Draw (max.)	80 mA at 5V dc (0.40W) 90 mA at 24V dc (2.16W)
Heat Dissipation (max.)	2.9 Total Watts
Signal Delay (max.) – resistive load	On Delay: 10 ms Off Delay: 10 ms
Off-State Leakage (max.)	0 mA
On-State Current (min.)	10 mA at 5V dc
Continuous Current per Point (max.)	2.5 A (Also see "Relay Contact Ratings" on page 13.)
Continuous Current per Common (max.)	8 A
Continuous Current per Module (max.)	16 A
Power Supply Distance Rating	6
Isolated Groups	Group 1: Outputs 0 to 3 Group 2: Outputs 4 to 7
Output Group to Backplane Isolation	Verified by one of the following dielectric tests: 1836V ac for 1 sec. or 2596V dc for 1 sec. 265V ac working voltage (IEC Class 2 reinforced insulation)
Output Group to Output Group Isolation	Verified by one of the following dielectric tests: 1836V ac for 1 sec. or 2596V dc for 1 sec. 265V ac working voltage (basic insulation) 150V ac working voltage (IEC Class 2 reinforced insulation)
Vendor I.D. Code	1
Product Type Code	7
Product Code	120



Conector mini DIN de 8 pines RS-232

El puerto se usa para comunicación con un controlador y para transferir archivos de la aplicación.



Pin #	Señal
1	NC (sin conexión)
2	GND
3	RTS
4	RXD
5	NC (sin conexión)
6	CTS
7	TXD
8	GND

La siguiente tabla lista los parámetros de comunicación aceptados por cada uno de los protocolos en el puerto de comunicaciones RS-232.

Vínculo de comunicación	Parámetros de comunicación
Vínculo RS-232 ó DH-485 punto a punto Velocidad en baudios: Distancia máxima	1200, 2400, 9600, 19.2 K Baudios 6.1 metros (20 pies)
Comunicación DF1 – Full Duplex Velocidad en baudios Distancia máxima	1200, 2400, 4800, 9600, 19.2 K Baudios 15.24 metros (50 pies)

Especificaciones

Eléctricas

Límites del voltaje de suministro	11 a 30 VCC (24 VCC nominal)
Consumo de potencia	2.5 W máximo (0.105 A a 24 VCC)

Mecánicas

Envolvente	NEMA Tipo 12/13, 4X (uso en interiores solamente), IP54, IP65
Peso	284 gramos (10 oz.)
Dimensiones	133 (alto) x 111 (ancho) x 48 (profundidad) mm 5.23 (alto) x 4.38 (ancho) x 1.87 (profundidad) pulgadas
Profundidad instalado	35 mm (1.39 pulgadas)

Pantalla

Tipo	Pantalla de cristal líquido (LCD) con luz de retroiluminación LED
Tamaño	73 mm (ancho) x 42 mm (alto) 2.87 pulg. (ancho) x 1.67 pulg. (alto)
Pixels	128 x 64

Ambientales

Temperatura de funcionamiento	0 a 55 °C (32 a 131 °F)
Temperatura de almacenamiento	-20 a 85 °C (-4 a 188 °F)
Humedad (sin condensación)	5 a 95% a 0 hasta 55 °C (32 a 131 °F)
Disipación de calor	2.5 W (8.5 BTU/hora)
Choque de impulso	30 G en operación, 50 G fuera de operación
Vibración	2 G hasta 2,000 Hz en operación

Certificaciones

Quando el producto tiene la marca:	UL
	Marca CE para todas las directivas aplicables
	Peligro c-UL Clase I Div 2 ⁽¹⁾

W A T L O W

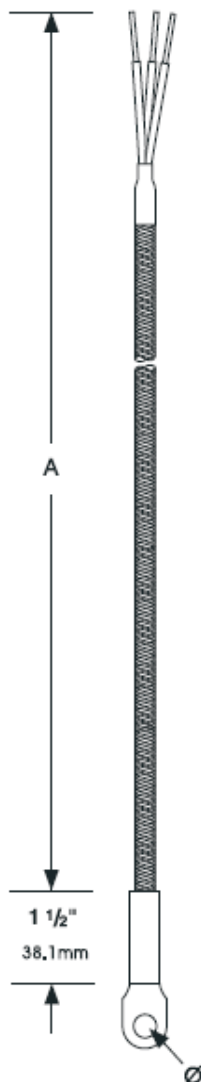
Ausführung RN und RW

Unterlegscheibe / Düsen Spitze

Eigenschaften

- Standardausführung
- Dauerbetriebstemperaturen von -50 °C bis 350 °C
- mit Epoxidharz versiegelt zum Schutz vor Feuchtigkeit

RW



1. Sensortyp: RN oder RW

RN = RN-Ausführung, Einschraubkonstruktion

RW = RW-Ausführung, Unterlegscheibenkonstruktion

2. Außendurchmesser des Mantels

G = 0,125"

S = 3,0 mm

3. Aufbau der Anschlussleitung (24 AWG)

A = Glasseide (Litzen, 450 °C)

J = Glasseide mit Edelstahldrahtgeflecht

4. Anschlussenden

A = Standardstecker

J = Standardstecker auf den Mantel montiert

B = Standardbuchse

K = Standardbuchse auf den Mantel montiert

C = Standardstecker mit Gegenbuchse

T = Standard 65 mm Einzelleiter

U = Standard 65 mm Einzelleiter mit Kabelschuhen

5. Optionen: Gewindeabmessungen (RN)

- A = M4
- B = M5
- C = M6
- D = M8
- E = M10

6. Optionen: Durchmesser der Unterlegscheibe (RW)

- A = Nr. 6 (0,144")
- B = Nr. 8 (0,169")
- C = Nr. 10 (0,196")
- D = 1/4" (0,266")

7. Element

100 Ohm Einfach bis zu 350 °C

- A = 2-Leiterelement
- B = 3-Leiterelement
- C = 4-Leiterelement

8. Temperaturkoeffizient

- A = DIN Klasse A

9. Anschlussleitungslänge "A"

25 bis 999 cm

10. Spezielle Anforderungen

Bitte detailliert angeben



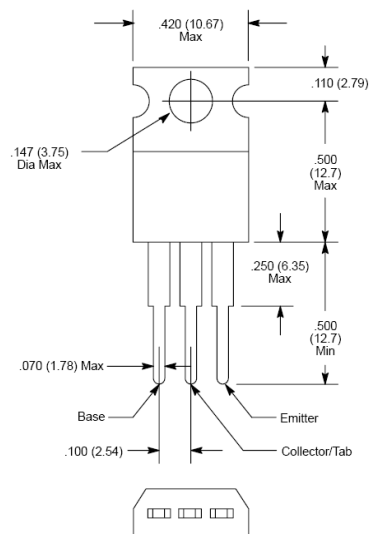
NTE56 Silicon NPN Transistor High Gain Switch and Pass Regulator

Absolute Maximum Ratings:

Collector–Emitter Voltage, V_{CEO}	80V
Collector–Base Voltage, V_{CB}	100V
Emitter–Base Voltage, V_{EB}	6V
Collector Current, I_C	3A
Base Current, I_B	1A
Total Power Dissipation ($T_C = +25^\circ\text{C}$), P_D	30W
Junction Temperature, T_J	+150°C
Storage Temperature Range, T_{stg}	-55° to +150°C

Electrical Characteristics: ($T_C = +25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Collector Cutoff Current	I_{CBO}	$V_{CB} = 100\text{V}$	–	–	10	μA
Emitter Cutoff Current	I_{EBO}	$V_{EB} = 6\text{V}$	–	–	100	μA
Collector–Emitter Breakdown Voltage	$V_{(BR)CEO}$	$I_C = 25\text{mA}$	80	–	–	V
DC Current Gain	h_{FE}	$V_{CE} = 4\text{V}, I_C = 0.5\text{A}$	500	–	–	
Collector–Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 2\text{A}, I_B = 50\text{mA}$	–	–	0.5	V
Current Gain–Bandwidth Product	f_T	$V_{CE} = 12\text{V}, I_E = -0.2\text{A}$	–	15	–	MHz



Contactores línea B			B9	B12	B16	B25	B30
Potencia AC3	220V	kW	2.2	3	4	6.5	9
	380-400V	kW	4	5.5	7.5	11	15
Int. nominal de empleo	le AC1 40° C	A	22	24	28	45	55
	le AC3 380-400V	A	9	12	16	25	30
Consumo de bobina en CA	50 Hz a la excit.	VA	65	65	65	85	85
	50 Hz mantenido	VA/W	9/2.2	9/2.2	9/2.2	9/3	9/3
Vida mecánica		miles operac.	10	10	10	10	10
Vida eléctrica	le AC3 400V	miles operac.	>1	>1	>1	>1	>1
Relé térmico	Tipo		T30DM				
	Rango	A	0.3 a 32				
Contactos aux.			Mont. frontal 1NA CA 7-10 Mont. frontal 1NC CA 7-01				
Temporizadores	Neumático directo		0.1 ... 40s TP40D 10 ... 180s TP180D				
	Neumático inverso		0.1 ... 40s TP40I 10 ... 180s TP180I				
Enclavamiento	Mecánico		VB 30				
Unidades en embalaje			1 unidad por caja				
Relevos térmicos T30DM							
Compensación de temperatura ambiente							
Disparo libre: la apertura por sobrecarga se realiza aunque se esté presionando el pulsador de reset							
Unidades en embalaje: 1 unidad por caja							



Motor		I nominal A	Contactor	Relé	Regulación
P nominal kW	HP		Código	Código	
0.12	1/6	0.42	B9-30-10**	T30DM 0.6	0.4 a 0.6
0.25	1/3	0.88	B9-30-10**	T30DM 0.9	0.6 a 0.9
0.37	1/2	1.1	B9-30-10**	T30DM 1.3	0.9 a 1.3
0.55	3/4	1.5	B9-30-10**	T30DM 1.7	1.2 a 1.7
0.75	1	1.9	B9-30-10**	T30DM 2.4	1.6 a 2.4
1.1	1.5	2.8	B9-30-10**	T30DM 3.3	2.3 a 3.3
1.5	2	3.5	B9-30-10**	T30DM 4.4	3.2 a 4.4
2.2	3	5	B9-30-10**	T30DM 6.2	4.2 a 6.2
3	4	6.6	B9-30-10**	T30DM 8.5	6.0 a 8.5
4	5	8.6	B9-30-10**	T30DM 10.5	7.5 a 10.5
5.5	7.5	11.5	B12-30-10**	T30DM 15	10 a 15
7.5	10	15.2	B16-30-10**	T30DM 19	13 a 19
9	12.5	18.3	B25-30-10**	T30DM 25	18 a 25
11	15	22	B25-30-00**	T30DM 25	18 a 25
15	20	30	B30-30-00**	T30DM 32	23 a 32