

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
EXTENSIÓN LATACUNGA**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**



**AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA INYECTORA DE  
POLIURETANO UTILIZADA PARA LA MANUFACTURA DE  
ASIENTOS DE VEHÍCULOS DE LA INDUSTRIA INPOLPLAST CIA.  
LTDA.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
ELECTROMECAÁNICA**

**RAÚL IVÁN LEMA PURUNCAJAS.  
EDWIN JAVIER TASINCHANO ENRÍQUEZ.**

**Latacunga, Julio del 2010**

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Nosotros, Raúl Iván Lema Puruncajas y Edwin Javier Tasinchano Enríquez.

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado “AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA INYECTORA DE POLIURETANO UTILIZADA PARA LA MANUFACTURA DE ASIENTOS DE VEHÍCULOS DE LA INDUSTRIA INPOLPLAST CIA. LTDA.”, ha sido desarrollada en base a una investigación exhausta, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme a las citas que consten al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

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

Latacunga, Julio del 2010.

Raúl Iván Lema Puruncajas

0502352248

Edwin Javier Tasinchano Enríquez

0503061798

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**AUTORIZACIÓN**

Nosotros, Raúl Iván Lema Puruncajas y Edwin Javier Tasinchano Enríquez.

Autorizamos a la ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO la publicación, en la biblioteca virtual de la institución del trabajo “AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA INYECTORA DE POLIURETANO UTILIZADA PARA LA MANUFACTURA DE ASIENTOS DE VEHÍCULOS DE LA INDUSTRIA INPOLPLAST CIA. LTDA”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Julio del 2010.

Raúl Iván Lema Puruncajas

0502352248

Edwin Javier Tasinchano Enríquez

0503061798

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente proyecto de grado fue desarrollado en su totalidad por los señores, Raúl Lema y Javier Tasinchano, previo a la obtención del Título de Ingeniero Electromecánico respectivamente.

Latacunga, Julio del 2010.

Ing. Freddy Salazar

Ing. Misael Pazmiño

# *Dedicatoria*

*Mi esfuerzo, sacrificio y dedicación son parte de mi vida, y los frutos que obtenga serán siempre dedicados a las personas a quienes quiero.*

*A mi Padre, guía, maestro y digno ejemplo de superación, quien me enseñó, que el sacrificio personal por las personas a quienes amas, es lo más importante. Por mostrarme que en esta vida todo es posible y que a pesar de no estar a mi lado, es el motivo por el cual mantengo la gran responsabilidad de ser mejor cada día de mi vida.*

*A mi madre, compañera, amiga y la persona a quien más quiero en este mundo. Quien me enseñó que la vida es hermosa a todo momento y en todo lugar, y por la cual no pudiese haber llegado hasta donde estoy en este momento.*

*A mis hermanos y hermanas, quienes fueron mi guía y amigo, mi comprensión, mi respeto y alegría, mi rivalidad y mi superación mi cariño y apoyo. Esta nueva meta de mi vida se las dedico a ustedes y a todas las personas que estuvieron a mi lado, los cuales siempre tendré presente en mi mente y corazón.*

*Aun existe metas mas grandes en mi vida, y cada una de ellas se las dedicaré por siempre.*

*Javier*

# *Agradecimientos*

*Dar gracias a Dios por cada momento y esfuerzo por más pequeño que sea, dignifica a una persona.*

*El agradecimiento más solemne y de todo corazón siempre lo daré a Dios. Porque estuviste en todo instante junto a mí, en este largo tiempo de soledad, le doy gracias por la fortaleza y la madurez que me aprendí, y porque cada día me da la oportunidad de demostrarnos que no existe nada imposible.*

*A cada uno de los centros educativos que me eduqué, desde mi principios en la escuela Batalla de Panupali, el colegio Marco Aurelio Subía, el instituto Ramón Barba Naranjo y por ultimo mi orgullosa Escuela Politécnica del Ejército. Gracias por enseñarme cada día y formarme no solo académicamente sino humanísticamente.*

*Un agradecimiento al Ingeniero Freddy Salazar y el ingeniero Misael Pazmiño, por apoyarnos en esta tesis, no solo didácticamente, sino moralmente. Además de agradecer a las empresas CORPOFYM y a INPOLPLAST, por abrirnos las puertas de sus instituciones y apoyarnos en este proyecto.*

*A mis amigos, Pablo, Santiago, Diego, Raúl, por ser a mas que compañeros y amigos, personas que me enseñaron el valor de la alegría, la sabiduría, de la responsabilidad, y el entusiasmo. Valores y principios que siempre los tendré presente a cada instante de mi vida.*

*Javier*

# *Dedicatoria*

*Dedico este trabajo a la memoria de mi madre María Dolores Puruncajas.*

*Raúl*

# *Agradecimientos*

*A dios por darme fuerza, salud y vida para la lucha diaria y permitirme una vez más alcanzar mi objetivo.*

*A mis padres, que siempre se preocuparon por mí.*

*A mis hermanos que siempre están en las buenas y en las malas, en especial a mi hermano Milton quien me guió hacia un futuro mejor.*

*A mis amigos por brindarme su amistad y ser amigos de verdad.*

*Al la ESPE Latacunga por abrirme las puertas hacia el triunfo.*

*Al la carrera de Ing. Electromecánica*

*Al Ing. Freddy Salazar por su ayuda desinteresada para que el desarrollo del proyecto tenga bases sólidas.*

*Al Ing. Misael Pazminio quien fue la persona que sin restricción alguna, y más bien con todo su apoyo y confianza nos oriento hacia el desarrollo del proyecto.*

*A las empresas CORPOPYM e INPOLPLAST por permitirnos desarrollar uno de sus proyectos más importantes.*

*A Leiny Loor que estuvo apoyándome moralmente en la culminación de mi carrera.*

*A mis tíos Antonio y Guillermo por no tener confianza en mí y darme más ánimos a triunfar.*

*Muchas gracias.*

*Raúl.*

# ÍNDICE DE CONTENIDO

## CAPÍTULO I

### 1. FUNDAMENTO TEÓRICO

1.1.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.1.- DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA .....	1
1.1.2.- COMPONENTES DEL SISTEMA .....	2
1.1.3.- POLIURETANO, COMPOSICIÓN QUÍMICA Y APLICACIONES.....	14
1.3.- ÁREA ELÉCTRICA.....	18
1.3.1.- INTRODUCCIÓN A LA AUTOMATIZACIÓN .....	18
1.3.2.- CONTROLADORES .....	18
1.3.3.- CAPTADORES .....	21
1.3.4.- ACTUADORES .....	23
1.3.5.- PLATAFORMA DE PROGRAMACIÓN .....	25
1.4.- ÁREA MECÁNICA.....	26
1.4.1.- DISPOSITIVOS PRODUCTORES DE ENERGÍA.....	26
1.4.2.- DISPOSITIVOS DE MANIOBRA O MANDO.....	28
1.4.3.- DISPOSITIVOS AUXILIARES.....	30

## CAPÍTULO II

### 2. ESTUDIO Y ANÁLISIS BENEFICIO-COSTO

2.1.- ESTUDIO TÉCNICO DE LA MÁQUINA.....	34
2.1.1.- INVENTARIO DE LOS ELEMENTOS .....	34
2.2.- ENSAYOS DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE LA MÁQUINA.....	49

2.2.1.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS CAPTADORES .....	50
2.2.2.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS CONTROLADORES.....	54
2.2.3.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS ACTUADORES .....	58
2.2.4.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD.....	62
2.3.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS ELEMENTOS ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS.....	64
2.3.1.- INTRODUCCIÓN AL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO.....	64
2.3.2.- MANTENIMIENTO DE LOS ELEMENTOS ELÉCTRICOS .....	65
2.3.3.- MANTENIMIENTO DE LOS ELEMENTOS MECÁNICOS .....	69
2.4.- ANÁLISIS BENEFICIO-COSTO .....	71
2.4.1.- INTRODUCCIÓN .....	71
2.4.2.- ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO .....	72
2.4.3.- PREFORMA DEL COSTOS.....	72
2.4.4.- ANÁLISIS ECONÓMICO. ....	74
2.4.5.-RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.....	74

## **CAPÍTULO III**

### **3. ESTUDIO Y REDISEÑO DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN EL PROCESO DE CIRCULACIÓN, DOSIFICACIÓN E INYECCIÓN DEL POLIURETANO.**

3.1.- PARÁMETROS DE DISEÑO.....	77
3.1.1.- CONDICIONES DE LA MÁQUINA.....	77
3.1.2.- CONDICIONES DE LOS COMPONENTES.....	77
3.1.3.- CONDICIONES DEL PROCESO.....	78
3.2.- SELECCIÓN DE COMPONENTES .....	78

3.2.4.-SELECCIÓN DEL ACOPLAMIENTO.....	78
3.3.- ANÁLISIS DEL PROCESO DE DOSIFICACIÓN E INYECCIÓN DE LOS COMPONENTES.....	82
3.3.1.- PARÁMETROS DE PRESIÓN, TEMPERATURA Y CAUDAL.....	82
3.3.2.- BOMBAS DE PISTONES RADIALES REGULABLE.....	83
3.3.3.- SELECCIÓN DE SENSORES.....	84
3.3.3.- SELECCIÓN DE RODAMIENTOS Y RETENEDORES .....	84
3.4.- ESTUDIO DEL MÓDULO TÉRMICO DEL AGUA .....	86
3.4.1.- INTRODUCCIÓN .....	86
3.4.2.- COMPONENTES DEL SISTEMA .....	87

## **CAPÍTULO IV**

### **4. REDISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO**

4.1.- PARÁMETROS DEL DISEÑO.....	99
4.1.1.- PARÁMETROS DEL DISEÑO ANTERIOR.....	99
4.1.2.- PARÁMETROS DE DISEÑO ACTUAL .....	100
4.2.- REDISEÑO DE TABLEROS ELÉCTRICOS DE POTENCIA Y CONTROL	104
4.2.1.- REDISEÑO DEL CIRCUITO DE POTENCIA.....	105
4.2.2.- REDISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL.....	118
4.2.- CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE PLC .....	131
4.2.1.- EL PLC -5 ALLEN-BRADLEY .....	131
4.2.2.- PARTES DEL PLC PC-5 ALLEN BRADLEY.....	132
4.2.3.- COMUNICACIÓN PC - PLC. ....	135
4.2.4.- COMUNICACIÓN SOFTWARE RSLINX .....	146
4.2.5.- DISEÑO DEL ALGORITMO DE PROGRAMACIÓN .....	147
4.4.- EL MONITOR INSPECTOR DEL PROCESO.....	160
4.4.1.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	160
4.4.2.- CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA.....	163
4.4.3.- DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN EL SISTEMA .....	163

4.5.- ESTABLECIMIENTO DE ALARMAS .....	164
4.6.- ELABORACIÓN DE PLANOS ELÉCTRICOS .....	165

## **CAPÍTULO V**

### **5. IMPLEMENTACIÓN, PRUEBAS Y RESULTADOS**

5.1.- MONTAJE DE DISPOSITIVOS MECÁNICOS.....	166
5.1.1.- MONTAJE DE LA TUBERÍA DE LA LÍNEA DE ISO .....	166
5.1.2.- MONTAJE DE VÁLVULAS .....	166
5.1.3.- MONTAJE DEL MOTOR DE 3 HP.....	167
5.1.4.- MONTAJE DE LA BOMBA DE ENGRANES INTERNOS CON CUÑA .	167
5.1.5.- MONTAJE DE ACOPLAMIENTOS PARA LAS BOMBAS. ....	168
5.1.6.- MONTAJE DE LOS SENSORES.....	168
5.1.7.- MONTAJE DEL CABEZAL INYECTOR. ....	169
5.1.8.- MONTAJE DE LA TUBERÍA DEL MÓDULO TÉRMICO DEL AGUA ...	170
5.2.- MONTAJE DE DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS .....	171
5.2.1.- MONTAJE DE LOS TABLEROS DE POTENCIA .....	171
5.2.2.- MONTAJE DEL CIRCUITO DE CONTROL .....	176
5.2.3.- MONTAJE DE SENSORES Y ACTUADORES.....	178
5.2.4.- CAMBIO DE CONEXIONES E INSTALACIÓN.....	179
5.2.5.- MONTAJE DE LA CAJA DE INYECCIÓN.....	180
5.2.6.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	180
5.3.- CALIBRACIÓN .....	182
5.3.1.- CALIBRACIÓN DEL MÓDULO TÉRMICO DEL AGUA.....	182
5.3.2.- CALIBRACIÓN DE LA MÁQUINA INYECTORA DE POLIURETANO ..	183
5.4.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, EFICIENCIA Y TIEMPOS DE OPERACIÓN. ....	188
5.4.1.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO .....	188
5.4.2.- EFICIENCIA Y TIEMPOS DE OPERACIÓN .....	190

# CAPÍTULO VI

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.- CONCLUSIONES .....	193
6.2.- RECOMENDACIONES.....	195

- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
- GLOSARIO
- ANEXOS

## ÍNDICE DE ANEXOS

### ANEXO A

#### 1.- CÓDIGOS DE LETRAS

### ANEXO B

#### 1.- TIPOS DE BOMBAS

### ANEXO C

- 1.- TABLA PARA EL CALIBRE DE CONDUCTORES
- 2.- ACOPLADORES MECÁNICOS

### ANEXO D

#### 1.- PLANO OLEONEUMÁTICOS Y ELÉCTRICOS

### ANEXO E

#### 1.- PROGRAMA DEL PLC

## **PRESENTACIÓN**

En la actualidad la industria de plásticos y polímeros es uno de los sectores más dinámicos de la economía del Ecuador. El ámbito de su crecimiento junto con el desarrollo de la tecnología, ha llevado a los propietarios de empresas a tomar las decisiones de hacerse de nueva maquinaria para su producción y poder competir en un mercado cada vez más estricto en cuanto a calidad y economía. Es por esta razón que la necesidad de repotenciar y automatizar una máquina inyectora de poliuretano ha sido uno de los objetivos de las empresa de polímeros como es INPOLPLAST CIA. LTDA, en su busca de crecer como empresa y en producción.

Poner en marcha una máquina obsoleta con un bajo costo de repotenciación y la utilización de un PLC se ha conseguido automatizar el sistema, detectar cualquier falla que se pudiere dar.

El desarrollo del presente proyecto pretende dar a conocer la importancia que tiene para empresa la automatización de una de sus maquinarias para la mejora de su producción.

# **CAPITULO I**

## **1.- FUNDAMENTO TEÓRICO**

### **1.1.- INTRODUCCIÓN**

La inyección de poliuretano es un proceso químico, el cual se produce por medio de la mezcla de dos compuestos; el polioliol y el isocianato. En este proceso se produce la reacción química de los dos componentes a altas presiones y temperaturas adecuadas. Ya la mezcla a una temperatura determinada se inyecta dentro un molde, con una establecida presión, caudal y temperatura. En el intervalo de tiempo en el que permanece en el molde, la mezcla ya formado poliuretano, genera un incremento en su volumen, va perdiendo su calor y volviéndose esponjoso, copiando las formas del molde donde ha estado alojado. El resultado es una esponja rígida o suave, dependiendo de la dosificación de cada componente, que adopta las formas y dimensiones similares a las partes del molde.

#### **1.1.1.- DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA**

##### **1.1.1.1.- La Máquina Inyectora**

La máquina inyectora 1300-HP-S RIM es un sistema encargado de dosificar con precisión y mezclar líquidos conformado de dos componentes. Ésta mezcla es realizada utilizando el método “impingement” utilizando un cabezal de inyección de mezcla<sup>1</sup>.

- Especificaciones

Los parámetros de diseño de la máquina se muestran en la tabla 1.1.

---

<sup>1</sup> Manual de referencias de la máquina inyectora.

ESPECIFICACIONES	VALORES
Componentes	2
Rango de viscosidad	10-2500cps
Inyección a 1:1 de relación	32.5-130lbs,1.0 s.g.
Rango relación A:B	1:4 - 1:1 - 4:1
Capacidad de almacenamiento	20 galones por componente
Presión requerida de aire seco o nitrógeno	80-100 psi.
Presión requerida de aire con agua, con aceite	80-100 psi.
Fuente de alimentación	220V/3fases/60Hz
Capacidad de consumo	82 A máx.

**Tabla 1. 1.-** Especificaciones de los parámetros con los cuales trabaja la máquina en condiciones normales.

### 1.1.2- COMPONENTES DEL SISTEMA

Los sistemas que componen la máquina inyectora se pueden dividir de la siguiente forma:

- a) Sistema de almacenamiento de los componentes
- b) Sistema de circulación de los componentes
- c) Sistema de dosificación de los componentes
- d) Cabezal de inyección
- e) Equipo de Calibración
- f) Unidad Hidráulica
- g) Controladores
- h) Módulo térmico del agua
- i) Monitor inspector de procesos

#### **a) Sistema de almacenamientos de componentes**

Dos tanques de acero son utilizados como tanques de almacenamiento de los componentes y cada uno presenta las siguientes características<sup>2</sup>:

---

<sup>2</sup> Manual de referencias de la máquina inyectora.

- 110 psi. ASME máximo
- Revestimiento de "Plasite"
- Tapa con seguros de pernos removibles
- Regulador de gas a presión, instrumento de medición y apagado.
- Válvula de alivio de presión
- Válvula de aislamiento
- Válvula de drenado
- Instrumento de medición visual del nivel.

En la figura 1.1 se muestra el tanque de almacenamiento perteneciente a la línea de poliol.



**Figura 1. 1.-** Apariencia física de los tanques de almacenamiento;  
*Tanque de la línea de poliol.*

### **b) Sistema de circulación de los componentes**

Este sistema se muestra en la figura 1.2 y está compuesto por los siguientes elementos:

- Tubería

- Válvulas de desagüe tipo bola
- Filtro
- Intercambiador de calor
- Bomba de engranes
- Motor de 440/220V de A.C.
- Válvulas solenoides.
- Presostatos de alta y baja presión.

El funcionamiento del proceso se explica a continuación:

- *Sistema Poliol*

El componente fluye a una presión de 40 psi<sup>1</sup>, desde el tanque a través de la línea de extracción a la bomba de recirculación. La bomba permite la circulación del material por una línea hacia el intercambiador de calor, filtro, válvula de control de presión de retorno y regresa al tanque.

La bomba de recirculación es alimentada por el movimiento de un motor de corriente alterna, que se acoplan a través de un reductor.

El intercambiador de calor está construido de acero inoxidable, posee en su interior un tubo diseñado para un solo paso del componente. Válvulas solenoides, adyacentes permiten el paso de agua fría o caliente al intercambiador de calor; dependiendo de la señal que sea enviada por el control de temperatura.

El filtro de la línea, posee una malla tipo bolsa reemplazable y está equipado además con una válvula de drenaje y de ventilación.

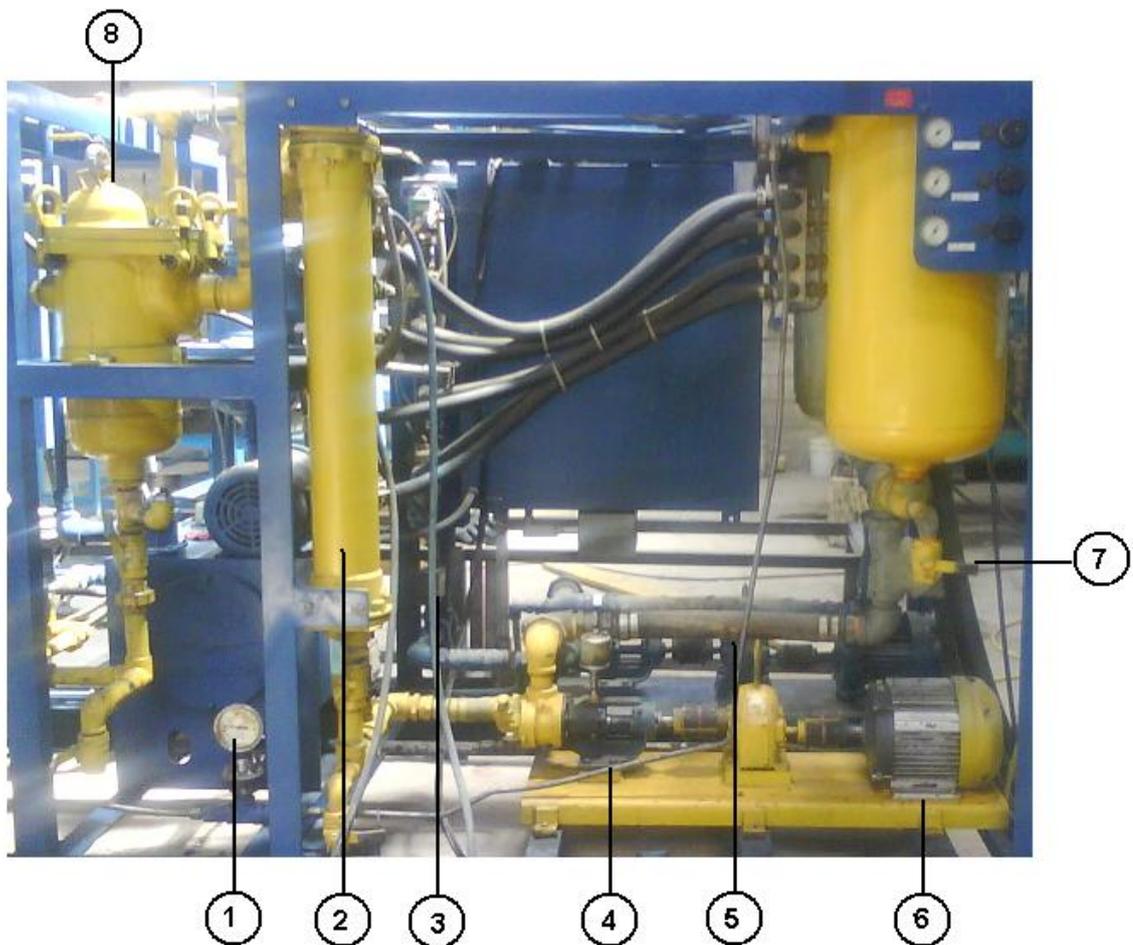
La válvula de control de presión de retorno es de diseño ajustable. Ésta válvula controla la presión de recirculación cuando se requiere una condición

de bucle. La presión de este bucle es alimentado por la bomba de alta presión de inyección.

Teflón sella las válvulas tipo bola que están en ambos lados del filtro; el un lado proveniente de la bomba y el otro de el intercambiador de calor. Un presóstato de alta presión y manómetros se encuentran localizados en la línea de realimentación.

- *Sistema Isocianato*

Similar que el sistema polioli.



**Figura 1. 2.-** Apariencia física del sistema de circulación;  
1. Manómetro, 2. Intercambiador de calor, 3. Presóstato, 4. Bomba de engranes,  
5. Tubería, 6. Motor, 7. Válvula tipo bola, 8. Filtro.

### c) Sistema de dosificación de los componentes

Este sistema se muestra en la figura 1.3 y está compuesto por los siguientes elementos:

- Tubería.
- Válvulas de desagüe tipo bola.
- Sensor de temperatura.
- Transductor de presión.
- Transductor de flujo.
- Bomba de pistones radiales regulable
- Motor de 440/220V de A.C.
- Válvulas solenoides.
- Presóstatos de alta y baja presión.

El funcionamiento del proceso se explica a continuación:

- *Sistema Poliol*

El componente fluye a presión de la línea de realimentación a la bomba de dosificación. La bomba de dosificación cumple la función de circular el material hacia el cabezal de inyección, luego a la unidad de calibración y finalmente retorna al tanque.

En la entrada de la bomba de dosificación se encuentra un medidor de presión protegido de elementos químicos y un presóstato de baja presión.

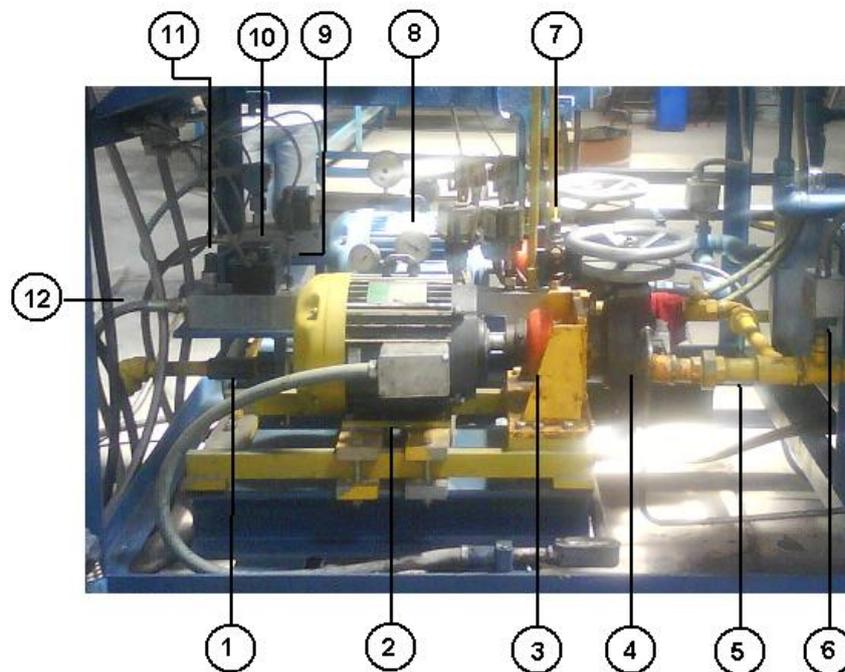
La bomba es de tipo de pistones radiales “Bosch” está diseñada para operar con presiones de hasta 3500 psi., con una optima eficiencia volumétrica según sus características técnicas. Todo el sistema de dosificación es capaz de soportar una presión máxima de 3000 psi <sup>1</sup>., según los rangos de valores

máximos que se detallan en el manual de operaciones. La bomba y el motor están montados en un soporte que resiste las vibraciones de los equipos.

En la línea de salida de la bomba se encuentra una válvula de alivio, presóstatos de alta y baja presión, medidor de presión y una termocupla.

- *Sistema Isocianato*

Similar que el sistema del poliol.



**Figura 1. 3.-** Apariencia física del sistema de dosificación;  
1. Válvula de desfogue, 2.Motor, 3.Acoplamiento, 4. Bomba de alta presión, 5.Tubería, 6. Presóstato,  
7. Regulador de presión, 8.Manómetro, 9.Termocupla, 10. Transductor de flujo,  
11. Transductor de presión, 12.Mangueras de presión.

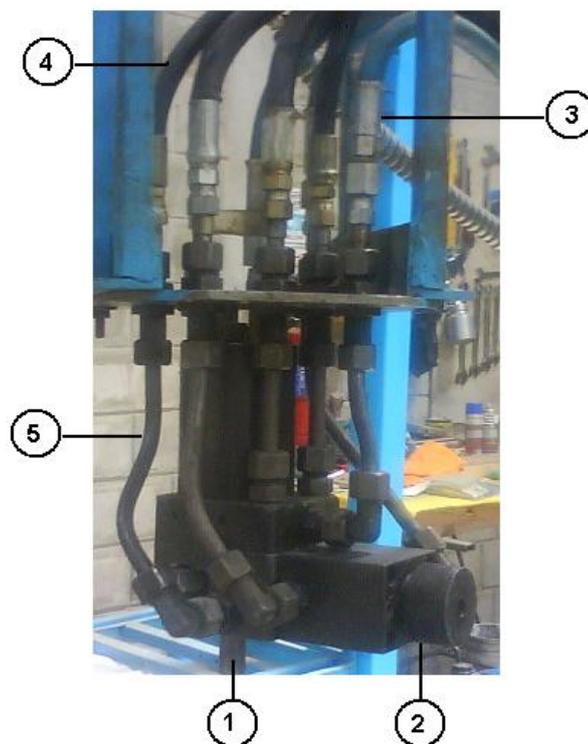
**d) Cabezal de inyección.**

El cabezal de inyección es de libre disolvente, autolimpiable y opera de acuerdo al principio “impingement” a presiones de hasta 3000 psig<sup>3</sup>. Ver figura 1.4.

<sup>3</sup> Manual de referencias de la máquina inyectora.

En el cabezal se encuentra conectado las unidades de dosificación por medio de mangueras de alta presión.

En el proceso los dos componentes entran a la cámara de mezcla a través de dos mecanismos conectados (válvulas que actúan hidráulicamente). Estas permiten regular individualmente la presión de cada componente en el cabezal de inyección. Un cilindro tipo pistón, activado hidráulicamente, permite la circulación del componente a la cámara de mezcla y después, por medio de la boquilla de inyección, se expulsa el material mezclado (poliuretano), hacia el molde. Terminado el tiempo de inyección, se produce un otro pulso hidráulico que cierra la boquilla de inyección, provocando que los componentes circulen por la línea de retorno. La válvula actuadora accionada hidráulicamente elimina cualquier oportunidad de falla en la inyección.

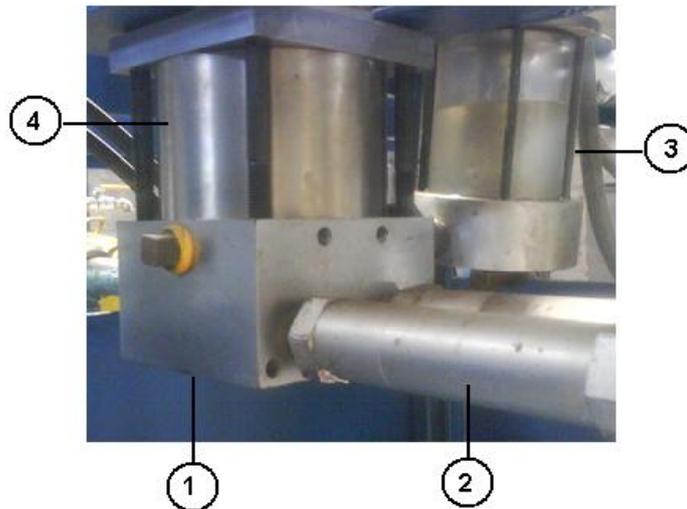


**Figura 1. 4.-** Apariencia física del cabezal de presión;  
1. Boquilla de inyección, 2.Regulador de presión, 3.Tubería de presión del componente,  
4. Tubería de presión hidráulica.

### e) Equipo de Calibración

El equipo de calibración está localizado en la línea de retorno, entre el tanque de reserva y el cabezal de inyección. La unidad es activada con el mismo tiempo de activación de la inyección. Este equipo es operado hidráulicamente.

En la figura 1.5, se muestra el equipo de calibración.



**Figura 1. 5.-** Apariencia física del equipo de calibración;  
1. Orificio de inyección, 2. Tubería del componente, 3. Tanque de lubricación del cilindro,  
4. Cilindro actuador.

### f) Unidad Hidráulica

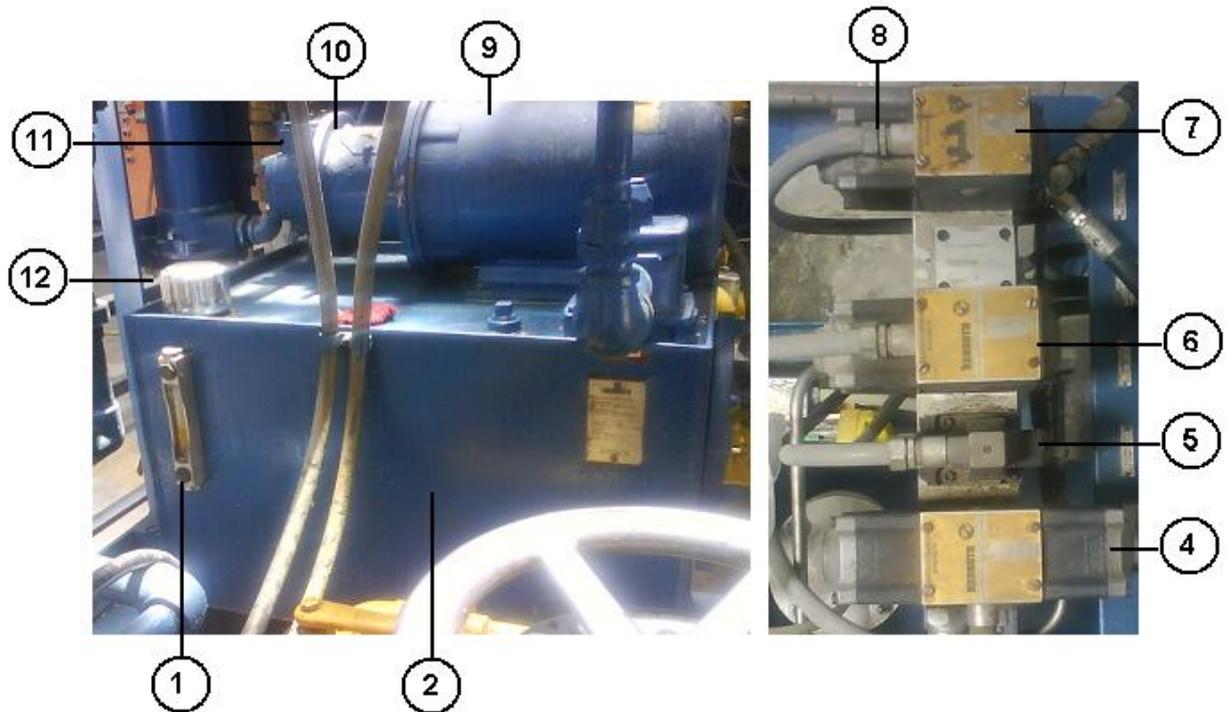
La unidad hidráulica es la que permite el control del cabezal de inyección y el equipo de calibración. Ésta unidad que se muestra en la figura 1.6, posee las siguientes características<sup>4</sup>:

- 1 tanque de reserva con capacidad a 20 galones
- 1 motor de 5HP de corriente alterna.
- 1 bomba de 3.5 gpm.

---

<sup>4</sup> Manual de referencias de la máquina inyectora.

- 1 acumulador de 2.5g.
- 1 indicador de nivel de aceite
- 1 termocupla
- 1 rejilla de succión
- 1 manómetro de presión
- Circuito de alivio para el acumulador.



**Figura 1. 6.-** Apariencia física de la unidad hidráulica y electroválvulas de activación.;  
 1. Indicador de nivel de aceite, 2. Tanque, 4. Electroválvula "ACCUMULATOR FILL",  
 5. Electroválvula "ACCUMULATOR AUTO", 6. Electroválvula "CALIBRATION",  
 7. Electroválvula "HEAD", 8. Tubería hidráulica, 9. Motor, 10. Bomba,  
 11. Tubería de descarga hidráulica, 12. Tapa para llenado del tanque.

### g) Controladores

Se encuentran en dos tableros. En el primer tablero están:

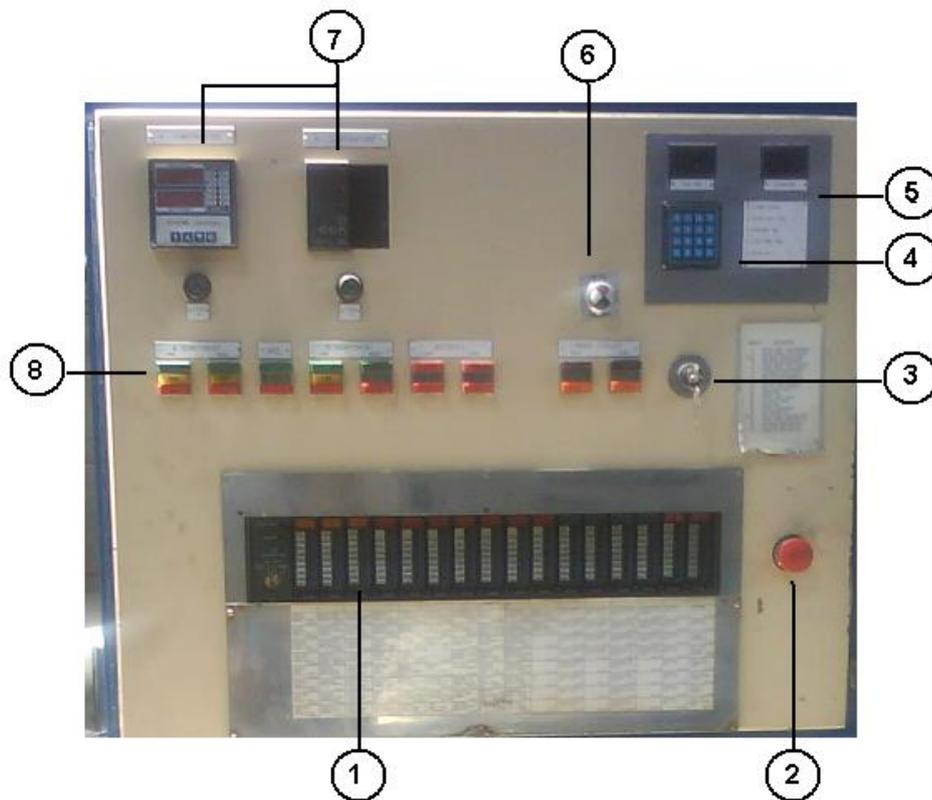
- 1 disyuntor de desconexión
- Contactores para arrancar los motores
- Fusibles

- Transformador para el circuito de control

En el segundo tablero se encuentra los siguientes elementos:

- Un PLC “Allen-Bradley”
- Todos los pulsadores de marcha/paro con luces indicadoras.
  - Bomba de circulación de polioliol
  - Bomba de circulación de isocianato
  - Unidad hidráulica
  - Bomba de dosificación de polioliol
  - Bomba de dosificación de isocianato
- Dos controladores de temperatura con salida proporcional para caliente/frío.
  - Unidad de circulación polioliol
  - Unidad de circulación isocianato
  - Un teclado alfanumérico digital.
  - Controladores de inyección
- Pulsador de calibración marcha/paro
- Pulsador de inyección marcha/paro
- Switch tipo llave on/off.
- Displays que pertenecen a un Sistema de diagnostico que marcan alarmas.
- Pulsador de emergencia

En la figura 1.7 se muestra los elementos que componen los controladores.



**Figura 1. 7.-** Apariencia física del tablero de control.;  
 1. PLC y rack's, 2. Pulsador de emergencia, 3. Llave de seguridad,  
 4. Teclado de tiempos de inyección, 5. Display de tiempos de activación y alarmas  
 6. Luz indicadora, 7. Controladores de temperatura. 8. Pulsadores de activación.

#### **h) Sistema de control de nivel**

Éste sistema está conformado de un sensor capacitivo, una electroválvula, y una válvula tipo bola accionada a presión de aire, montada en el tanque de reserva.

Dependiendo del sensor actúa la electroválvula, permitiendo el paso de aire a la válvula tipo bola activándola. Este sistema es ajustable para un nivel del materia de 0,30 a 1,22 metros, según como se muestran en las características técnicas del sensor.



**Figura 1. 8.-** Apariencia física del sensor de nivel.; *Sensor de la línea de Iso.*

### **i) Módulo térmico del agua**

Ésta unidad alimenta de agua caliente y fría a la máquina inyectora, específicamente a los intercambiadores de calor si se requiere.

Ésta posee los siguientes elementos:

- Interruptor de flujo
  - Disyuntor para su desconexión
  - Válvula de ventilación
  - Refrigerante
  - Luces indicadoras
  - Indicadores de temperatura
  - Bombas
  - Manómetros de presión del refrigerante,
  - Válvula de cierre de flujo
  - Válvula de alivio de presión por el agua y refrigerante
  - Compresor semi-hermético
  - Refrigerante R-22.
- *Especificaciones:*

En la tabla 1.2 se detalla las especificaciones de los elementos que posee módulo.

<i>Capacidad del tanque de agua a 10°C</i>	7.0 ton
<i>Potencia del calentador</i>	7.5 KW
<i>Bomba de circulación c/u</i>	¾ HP
<i>Caudal de salida c/u</i>	36 gpm a 30 psi
<i>Compresor</i>	7.5 HP
<i>Condensador</i>	Aire y agua
<i>Alimentación eléctrica</i>	230V/3fases/60Hz
<i>Consumo en amperios</i>	36.7A
<i>Máxima temperatura de trabajo</i>	46,11 °C

**Tabla 1. 2.-** Especificaciones de los valores nominales de cada variable del modulo térmico de agua

#### **j) Monitor inspector del proceso**

El módulo inspector de procesos nos permite visualizar los parámetros de inyección y la inspección en un monitor.

Su función es inspeccionar los rangos de valores de inyección, compararlos, con los valores seteados con un rango de tolerancia y de estar erróneos, responder con una alarma y detener el proceso.

### **1.1.3.- POLIURETANO, COMPOSICIÓN QUÍMICA Y APLICACIONES**

#### **1.1.3.1.- El Poliuretano**

El Poliuretano es una resina sintética que se caracteriza por poseer muy buena resistencia mecánica, a la abrasión, y a los impactos por deformaciones. Además de tener una resistencia a los agentes corrosivos, a la cristalización a bajas temperaturas y su gran tolerancia a elevadas presiones de carga, que son los factores que determinan la utilización en variados usos en mantenimiento industrial.

Es formado por la reacción química de dos compuestos, un poliol y un isocianato, aunque su formulación necesita y admite múltiples variantes y aditivos. Dicha reacción libera unos gases, (dióxido de carbono) que son los que van formando las burbujas.

Pueden ser de formas duras y aptas para recubrimientos resistentes a los disolventes hasta cauchos sintéticos resistentes a la abrasión y espumas flexibles.

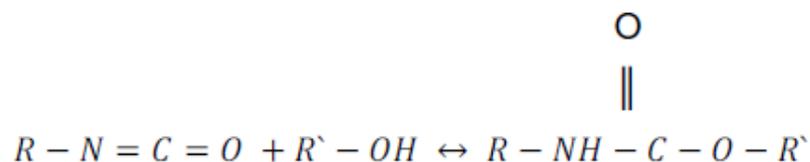
Las características que presenta este material son los siguientes<sup>5</sup>:

- Rango de temperatura de trabajo -40°C +90°C.
- Alta resistencia mecánica.
- Alto poder amortiguador.
- Buena resistencia a los hidrocarburos
- Se puede fabricar en distintas durezas y colores

### 1.1.3.2.- Composición Química

La obtención de los poliuretanos se basa en la gran reactividad del enlace doble del grupo isocianato que adiciona fácilmente compuestos con hidrógenos activos en reacciones de condensación.

En la siguiente ecuación se muestra el proceso químico del poliuretano<sup>6</sup>:



Donde:

- R = Reactivo o catalizador.
- N = Nitrógeno.

---

<sup>5</sup> www.todoplasticos.com

<sup>6</sup> www.todoplasticos.com

- C = Carbono.
- O = Oxígeno.
- H = Hidrógeno.

Los elementos que actúan en dicho proceso suelen ser:

- Polioli (Polioxipropilenglicol) en un 55% a 70% aproximadamente
- TDI (Di-isocianato de Tolueno) en un 25% a 35%
- Agua
- Catalizador
- Agente Soplante Auxiliar
- Colorantes
- Aditivos (Retardantes a la flama, Antiestáticos, Antioxidantes, etc.)

### **1.1.3.3.- Aplicaciones**

La espuma rígida de poliuretano se emplea en el aislamiento térmico de la construcción dentro de un rango de temperaturas entre - 50 °C y +100 °C. Durante cortos espacios de tiempo la espuma puede estar sometida a temperaturas de hasta +250 °C (resistente frente al alquitrán caliente) <sup>2</sup>.

Los principales campos de aplicación de la espuma rígida de poliuretano son los siguientes.

- Aislamiento térmico de superficies en la construcción (por ejemplo: suelos, paredes, techos, perfiles de acero, depósitos, etc.), ver figura 1.9.
- Aislamiento térmico e impermeabilización de cubiertas.
- Aislamiento térmico de instalaciones de climatización y frío.
- Aislamiento térmico de conducciones de calefacción y similares.



**Figura 1. 9.-** Planchas aislantes, cuñas para áticos y aislamientos para tuberías.

En aplicaciones donde la espuma rígida de poliuretano vaya a estar expuesta directamente a la intemperie (por ejemplo, cubiertas), se debe proteger la espuma superficialmente frente a la acción de los rayos UV con un recubrimiento adecuado.

Son numerosos los factores que influyen en el gran auge que ha alcanzado esta técnica. Entre ellos cabe destacar las ventajas en la aplicación:

- *Supresión total de puentes térmicos.* El aislamiento no presenta juntas ni fisuras. Es un aislamiento continuo. Posibilidad de acceder a lugares difíciles.
- *Buena adherencia al substrato.* No es necesario el empleo de colas ni adhesivos para su instalación.
- *Posibilidad de aislar e impermeabilizar* (con densidad superior a 45 kg/m<sup>3</sup> en cubiertas) en un único proceso. Esta característica se debe, por una parte, a su estructura de celdas cerradas y estancas al agua y , por otra, a su forma de aplicación en continuo que permite evitar las juntas.
- *Rapidez de ejecución y movilidad.* Posibilidad de desplazarse rápidamente a cualquier obra sin necesidad de transportar o almacenar productos voluminosos como son, normalmente, los materiales aislantes.

## 1. 3.- ÁREA ELÉCTRICA

### 1.3.1.- INTRODUCCIÓN A LA AUTOMATIZACIÓN

#### 1.3.1.1.- Control y Automatización

El control se refiere al proceso que se desarrolla dentro de un sistema, el cual tiene como antecedente que una o varias magnitudes de entrada (variables física que se encuentran en el medio) incidan y manipulen a su vez una serie de magnitudes de salida, todo esto, a partir de una lógica de control que conlleve de manera implícita acciones bajo el principio de “seguridad” que sea propia del sistema.



Figura 1. 10.- Sistema de Control Automático.

### 1.3.2.- CONTROLADORES

#### 1.3.2.1.-Controladores manuales

Los controladores manuales son elementos de entrada que generan una señal de tipo discreto, esto se encuentra pulsado (“1 lógico”) o se encuentra en reposo (“0 lógico”).

Pulsadores y botoneras son los que representan esta categoría como se muestra en la figura 1.11.

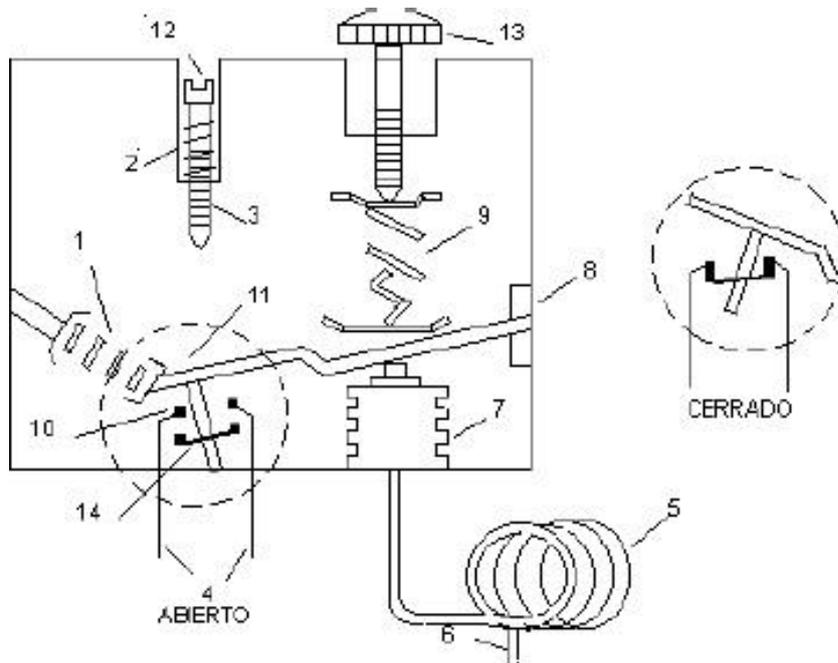


**Figura 1. 11.-** Ejemplos de activadores manuales.

Los controladores manuales son elementos indispensables que no pueden omitirse de los procesos industriales automatizados, porque siempre hace falta la intervención humana en por ejemplo al accionar por medio de un botón los mecanismos al inicio de la jornada laboral, o detener el proceso cuando algún suceso inesperado ocurra, o simplemente para detener los procesos porque se terminó la jornada laboral.

### 1.2.1.2.- Controlador de temperatura (termostato)

Es un dispositivo de regulación de temperatura. Este regulador es del tipo denominado control termostático de temperatura, cuyo accionamiento depende directamente de la temperatura que esta sensando, ver figura 1.12.



**Figura 1. 12.-** Estructura interna del termostato; 1. Resorte de corte y cierre rápido, 2. Resorte,

3. Perno de ajuste diferencial, 4. Cables eléctricos a contactos fijos, 5. Tubo capilar, 6. Bulbo, 7. Fuelle, 8. Articulación de palanca, 9. Resorte de regulación, 10. Contactos fijos, 11. Palanca, 12. Tornillo de ajuste diferencial, 13. Botón de regulación, 14. Puente de contacto.

### 1.2.1.3.- Controlador de temperatura

Este instrumento de control compara la señal un sensor de temperatura (termocupla), con una señal interna deseada (se llama a este punto setpoint) y ajusta la salida a un dispositivo actuador para mantener, tan cerca como sea posible, el equilibrio entre la temperatura medida y la temperatura deseada. Ver figura 1.13.



**Figura 1. 13.-** Aspecto externo del control de temperatura NX2

### 1.2.1.4.- PLC

Un PLC, denominado así por las siglas en inglés de Controlador Lógico Programable, figura 1.14.



**Figura 1. 14.-** Apariencia externa del PLC modular, Allen Bradley SLC 500.

Es un aparato que fue inventado para remplazar los circuitos secuenciales de relés utilizados en el control de máquinas. El PLC trabaja revisando sus entradas, y dependiendo del estado de éstas, manipula el estado de sus salidas, encendiéndolas o apagándolas. El usuario debe ingresar un programa, usualmente vía software, que lleva a obtener los resultados de operación deseados.

Los PLC son usados en varias aplicaciones de tareas cotidianas. Su uso involucra operaciones de maquinado, embalaje, manejo de materiales, ensamblaje automatizado y en casi todas las tareas que requieren aplicar movimientos repetitivos. Su uso produce ahorro de costos y tiempo, además de evitar a los operarios la realización de tareas peligrosas.

### **1.3.3.- CAPTADORES**

#### **1.3.3.1.-Sensores de temperatura**

##### *1.3.3.1.1.-Termocuplas*

Las termocuplas son los sensores de temperatura más común utilizado industrialmente. Una termocupla se hace con dos alambres de distinto material unidos en un extremo (soldados generalmente), ver figura 1.15. Al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño (efecto Seebeck) del orden de los mili voltios el cual aumenta con la temperatura.



**Figura 1. 15.-** a) Aspecto externo de una termocupla.

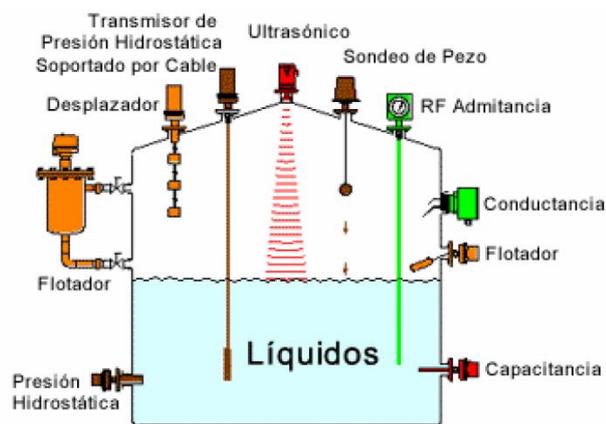
En la tabla 1.2 se enlista cada tipo de termocuplas con sus características.

Tc	Cable + Aleación	Cable - Aleación	°C	Rango (Min, Max) mV	Volts Max
J	Hierro	cobre/nickel	(-180, 750)	42.2	
K	Nickel/cromo	Nickel/alumnio	(-180, 1372)	54.8	
T	Cobre	cobre/nickel	(-250, 400)	20.8	
R	87% Platino 13% Rhodio	100% Platino	(0, 1767)	21.09	
S	90% Platino 10% Rhodio	100% Platino	(0, 1767)	18.68	
B	70% Platino 30% Rhodio	94% Platino 6% Rhodio	(0, 1820)	13.814	

**Tabla 1. 3.-** Tipos de termocuplas y sus características.

### 1.3.3.2.- Sensores de nivel

Los instrumentos de nivel pueden dividirse en medidores de nivel de líquidos y de sólidos. Ver figura 1.16. En este capítulo solo se detalla de los sensores de nivel para líquidos.



**Figura 1. 16.-** Visualización de los diferentes tipos de sensores de nivel

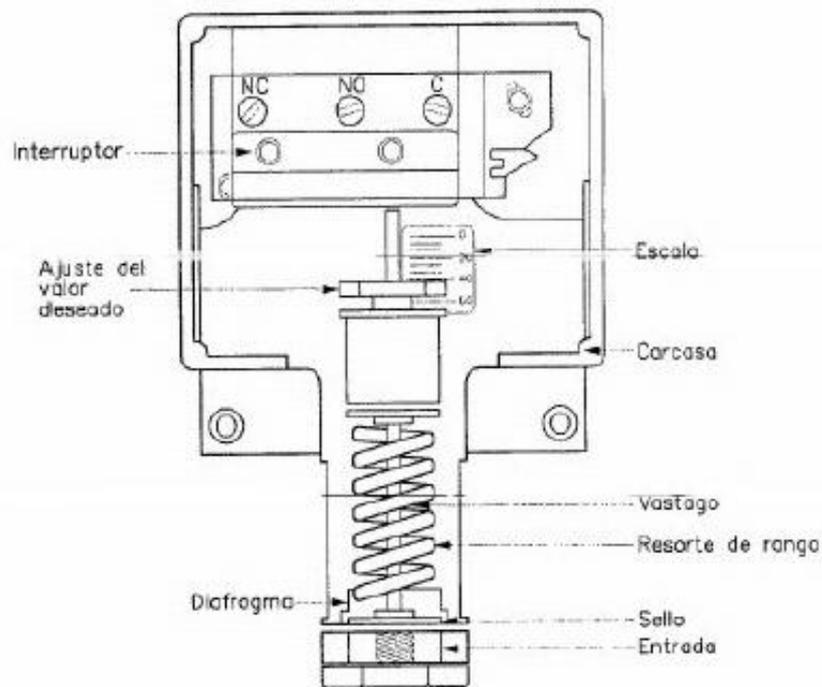
### 1.3.3.3.- Sensor de presión

#### 1.3.3.3.1.-Presóstato

Estos aparatos permiten la regulación o controlar una presión o depresión en los circuitos neumáticos o hidráulicos.

Cuando la presión o la depresión, alcanza el valor de reglaje, cambia el estado del contacto NO/NC de ruptura brusca.

En la figura 1.17 se grafica con detalle la estructura interna de un presóstato.



**Figura 1. 17.-** Estructura interna de un presóstato

### 1.3.4.- ACTUADORES

Los actuadores son elementos de potencia que deben poseer la energía suficiente para vencer a las variables físicas que se están controlando, y de esta manera poder manipularlas.

#### **1.3.4.1.- Actuadores eléctricos. Motores**

Estos dispositivos de potencia que generan desplazamientos giratorios, y son empleados con mucha frecuencia dentro de los procesos industriales, ya sea para llenar un tanque con algún líquido, ó atornillar las piezas de un producto, ó proporcionarle movimiento a una banda transportadora, etc. Los motores eléctricos generan una fuerza fija que se encuentra por debajo del rango de 25000 N (Newtons), pero como ventaja principal se tiene la de poder controlar sus r.p.m. (revoluciones por minuto). Ver figura 1.18.

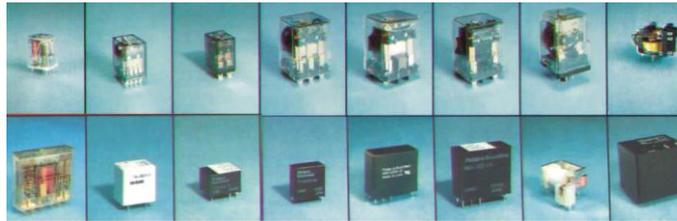


**Figura 1. 18.-** Motores eléctricos.

Los actuadores eléctricos requieren de elementos contactores para que abran ó cierren la conexión de la energía eléctrica a sus terminales de alimentación (activar ó desactivar respectivamente). Se debe de tener en cuenta que estos actuadores son de naturaleza electromagnética, por lo que se deben de contemplar los respectivos dispositivos que filtren y eliminen la f.c.e.m que generan los motores cuando se desenergizan.

#### **1.3.4.2.- Actuadores electromagnéticos. Relevadores y Contactores**

Son dispositivos que hacen las funciones de interfase entre la etapa de control (PLC) y la etapa de potencia, pero aunque así fuera, existen relevadores que llegan a demandar una cantidad importante de corriente eléctrica, motivo por el cual tienen que considerarse por si solos como elementos de potencia. Por lo que para energizar su bobina es necesario contemplar lo relacionado a cargas electromagnéticas para que su influencia no afecte el desempeño de todo el equipo de control automático. Ver figura 1.19.



**Figura 1. 19.-** Relevadores y contactores.

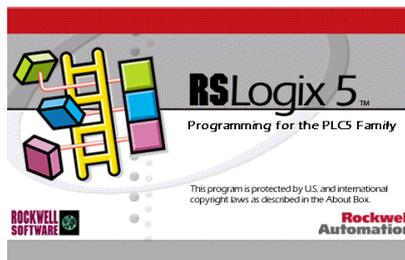
## **1.3.5.- PLATAFORMA DE PROGRAMACIÓN**

### **1.3.5.1.- Plataforma de programación RSLogix 5**

#### *1.3.5.1.1.- Descripción general del software*

RSLogix 5 (figura 1.20), es el software destinado a la creación de los programas del autómatas en lenguaje de esquema de contactos, o también llamado lógica de escalera (*Ladder*).

Programa diseñado por Allen Bradley para la programación de los PLC's de la serie PC-5, después de el software AB 6200 or A.I. Series, que eran utilizados para la programación de estos PLC en D.O.S.



**Figura 1. 20.-** Apariencia de la ventana de inicio del programa.

#### **1.3.5.1.2.- Para la comunicación con el PLC**

Para comunicar el software con el PLC se puede realizar de la siguiente forma:

- Con RSLinx 2.40, RSLinx Classic 2.50 para utilizar el RSLogix 5 con Windows XP o Windows 2000.

- Con RSLinx 2.43, RSLinx Classic 2.50 para utilizar el RSLogix 5 con Windows 2003.

#### 1.3.5.1.3.- Soporte del programa

La siguiente lista muestra el soporte que posee el software según se requiera:

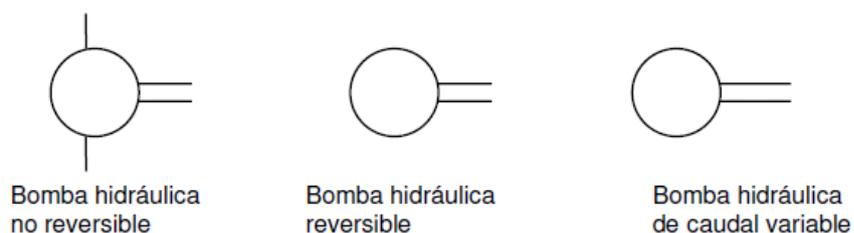
- Soporta el trabajo con el programa Factory Talk, según la configuración.
- Compatible con los PC-5 de la serie de A hasta F y la serie C 1785-ENET.
- Puede agregarse la configuración ControlNet version 1.25.

## 1.4.- ÁREA MECÁNICA

### 1.4.1.- DISPOSITIVOS PRODUCTORES DE ENERGÍA

Los *elementos productores de energía* son los encargados de mantener la presión y el caudal constantes en los circuitos, tanto hidráulicos como neumáticos. En ellos se transforma la energía mecánica de rotación del motor que los acciona en energía mecánica de presión en el fluido, pues el efecto que producen sobre él es un aumento de la presión.

Los símbolos para representar estos elementos se muestran en la figura 1.21.



**Figura 1. 21.-** Simbología de las bombas.

#### 1.4.1.1.- Bombas

Las bombas hidráulicas son los elementos encargados de impulsar el aceite o líquido hidráulico, transformando la energía mecánica rotatoria en energía hidráulica. Ver figura 1.22.



**Figura 1. 22.-** Aspecto externo e interno de una bomba de lóbulos.

El proceso de transformación de energía se efectúa en dos etapas: aspiración y descarga.

- **Aspiración**

Al comunicarse energía mecánica a la bomba, ésta comienza a girar y con esto se genera una disminución de la presión en la entrada de la bomba, como el depósito de aceite se encuentra sometido a presión atmosférica, se genera entonces una diferencia de presiones lo que provoca la succión y con ello el impulso del aceite hacia la entrada de la bomba.

- **Descarga**

Al entrar aceite, la bomba lo toma y lo traslada hasta la salida y se asegura por la forma constructiva que el fluido no retroceda. Dado esto, el fluido no encontrará mas alternativa que ingresar al sistema que es donde se encuentra espacio disponible, consiguiéndose así la descarga.

Existen distintos tipos de bombas:

a) **De engranajes**

Están formadas por dos engranajes que separan dos zonas (una de aspiración y otra de impulsión), de manera que la presión se produce por disminución de volumen en la zona de contacto y se mantiene gracias al ajuste y cierre existente entre los dientes en contacto y a la viscosidad del fluido, que impide el retroceso entre los mismos. Ver figura 1.23.



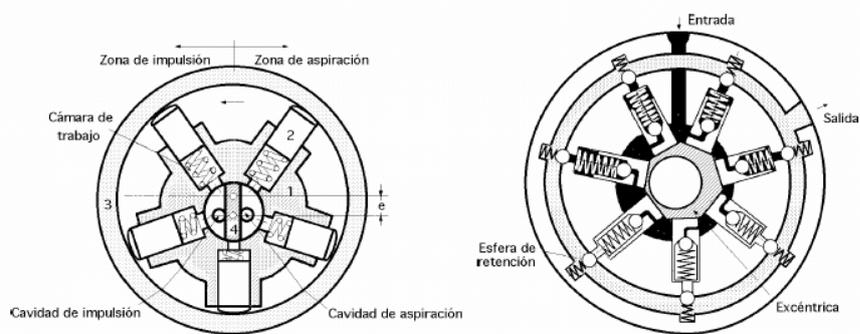
**Figura 1. 23.-** Bomba de engranes, A la derecha – *Aspecto interno de una bomba de engranes internos con cuña*, En el centro – *Aspecto interno de una bomba de engranes internos*, En la izquierda - *Aspecto externo de una bomba de engranes externos*.

Estas bombas pueden suministrar presiones de trabajo muy elevadas (del orden de 200 bar), siendo su caudal de tipo pulsante por la acción intermitente del acoplamiento entre engranajes.

engranajes.

### b) **De pistones**

Basadas en pistones en los que el movimiento alternativo produce un ciclo de aspiración-impulsión. Producen un caudal pulsante, pudiendo ser de dos tipos básicos, figura 1.24.



**Figura 1. 24.-** Aspecto interno de la bomba de pistones radiales.

## 1.4.2.- DISPOSITIVOS DE MANIOBRA O MANDO

### 1.4.2.1.- Válvulas distribuidoras o direccionales

Son elementos que dirigen el flujo de fluido, distribuyéndolo por los orificios que debe circular y mandándolo a los órganos que debe alimentar. Su funcionamiento es del tipo todo/nada. El cierre de los distintos orificios que conectan entre sí las vías

puede ser de asiento plano o esférico o de asiento deslizante (válvula corredera). Ver figura 1.25.



**Figura 1. 25.-** Símbolo de una válvula distribuidora

Estas válvulas pueden presentar dos o tres estados de funcionamiento (posiciones) y varios conductos o vías de conexión, de modo que se nombran o representan mediante dos números, (ver tabla):

- La 1ª cifra indica la cantidad total de vías (tanto de entrada como de salida) que tiene la válvula.
- La 2ª cifra indica el nº de posiciones de funcionamiento de la válvula.

En las figura 1.26, se muestra la simbología de vías y posiciones de las válvulas.

Válvula de asiento de bola de 2 vías	
Válvula de 2 vías. Función de la válvula: cierre	
Válvula de 3 vías, 2 posiciones	
Válvula de 5 vías, 2 posiciones	
Válvula de 4 vías con orificio de purga común	

**Figura 1. 26.-** Algunos símbolos de válvulas distribuidoras según su posición y vías.

#### 1.4.2.2.- Válvula de retención (check)

Es una válvula que permite la circulación del fluido en un solo sentido, en la dirección contraria se cierra impidiendo el paso. La obturación del paso puede lograrse con una bola, disco, cono, etc., impulsada por la propia presión de trabajo o bien con la ayuda complementaria de un muelle. Ver figura 1.27.

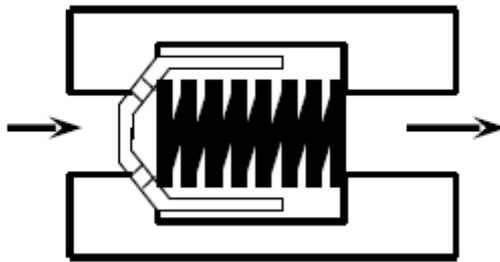


Figura 1. 27.- Aspecto interno de una válvula de retención

#### 1.4.2.3.- Válvulas reguladoras de presión

Son aquellas que gobiernan el caudal de fluido que circula por los circuitos en función de la presión (de entrada, de salida u otra de pilotaje) o bien en función de la diferencia de dos presiones. Ver figura 1.28.

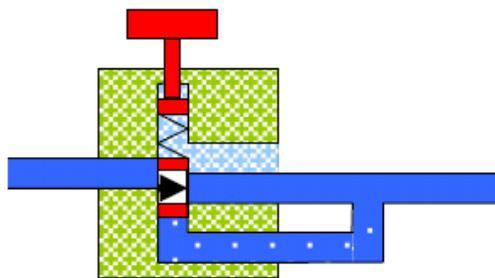


Figura 1. 28.- Esquema simple de una válvula reguladora

### 1.4.3.- DISPOSITIVOS AUXILIARES

#### 1.4.3.1.-Válvulas

Son elementos muy importantes, pudiendo utilizarse para permitir la circulación o evitarlo o para evacuar el fluido del circuito cuando una sobre presión pueda hacer

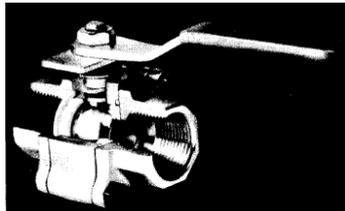
peligrar los distintos elementos del mismo (*válvulas de seguridad* o limitadoras de presión).

### **a) Válvulas manuales**

Por medio de un accionamiento manual se permite el paso de fluido o se obstruye. Un ejemplo se muestra en la figura 1.29.

Así algunos tipos de válvulas pueden ser:

- Válvulas tipo bola
- Válvulas tipo mariposa
- Válvulas de compuerta

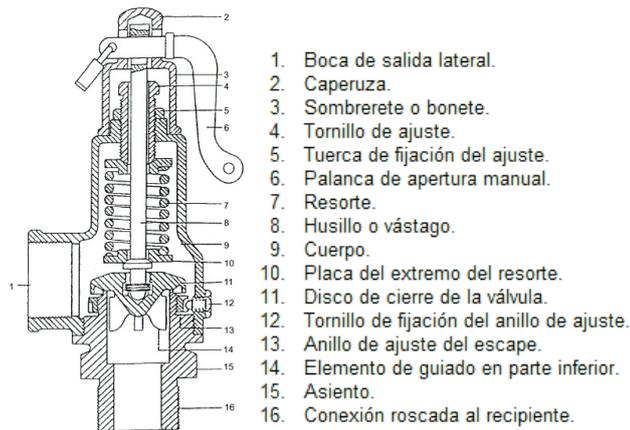


**Figura 1. 29.-** Aspecto externo de una válvula tipo bola

### **b) Válvula de alivio de presión**

Las válvulas de alivio de presión, también llamadas válvulas de seguridad o válvulas de alivio, están diseñadas para liberar fluido cuando la presión interna supera el umbral establecido. Su misión es evitar una explosión, el fallo de un equipo o tubería por un exceso de presión. Existen también las válvulas de alivio que liberan el fluido cuando la temperatura supera un límite establecido.

En la figura 1.30 se detalla las partes internas de la válvula de alivio.



**Figura 1. 30.-** Partes internas de una válvula de alivio.

### 1.4.3.2.- Manómetros

El manómetro es un instrumento que se emplea para la medición de la presión en los fluidos y que generalmente procede determinando la diferencia que hay entre la presión del fluido y la presión local. Ver figura 1.31



**Figura 1. 31.-** Aspecto externo de un manómetro

### 1.4.3.3.- Acumulador hidráulico

Un acumulador es una especie de depósito capaz de almacenar una cierta cantidad de fluido con presión, para auxiliar al circuito hidráulico.

Los supuestos casos de necesidad pueden ser:

1. *Restituir.* Compensar pequeñas pérdidas de fluido en el circuito.
2. *Contra dilatación.* Los fluidos por cambios de temperaturas pueden dilatarse y perder presión.
3. *Reserva.* Al poder mantener una presión, pueden servir de reserva de energía.
4. *Contra golpes de ariete.* El golpe de ariete es un concepto hidráulico que engloba diferentes causas de pérdida de caudal, como podrían ser el cierre de válvulas,

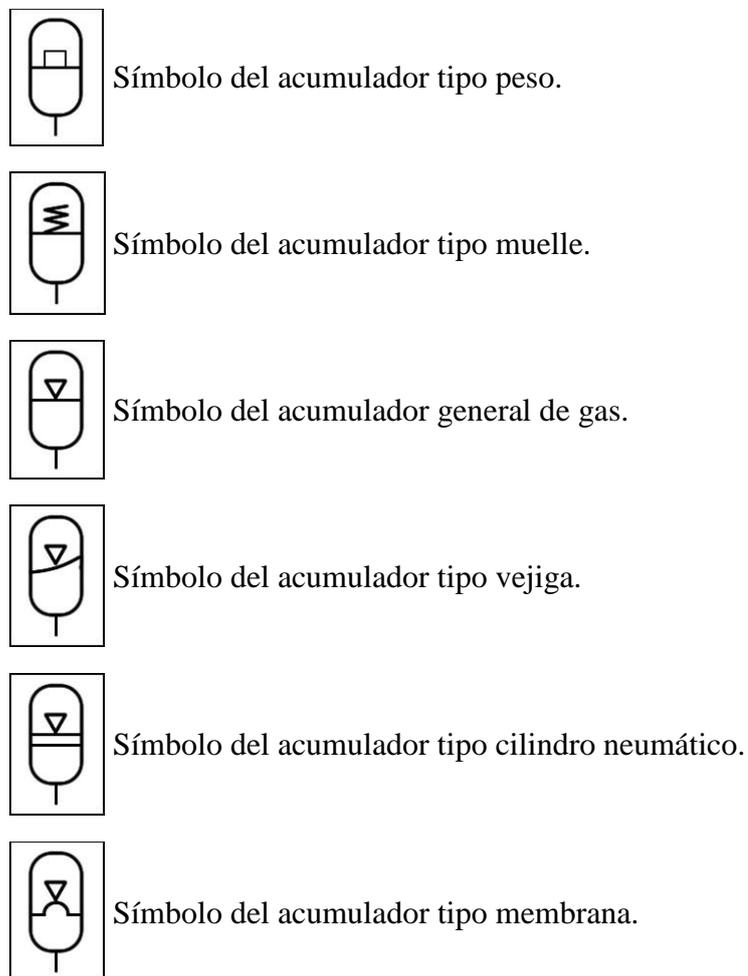
parada de bombas, puesta en marcha de bombas, etc.

5. Amortiguador. Puede utilizarse para amortiguar las pulsaciones de una bomba.

6. *Seguridad*. Para evitar accidentes por interrupciones súbitas del generador de potencia.

El fluido al entrar dentro de un acumulador levanta un peso, comprime un muelle o comprime un gas, por éstos posibles motivos, el acumulador puede almacenar el fluido bajo una presión y también, esta es la causa que existan varios tipos de acumuladores. Los más usados son los de membrana y los de vejiga.

En la figura 1.32 se muestran los símbolos de los diferentes tipos de acumuladores.



**Figura 1. 32.-** Símbolos de los tipos de acumuladores hidráulicos

## **CAPITULO II**

### **2 ESTUDIO Y ANÁLISIS BENEFICIO-COSTO**

#### **2.1.- ESTUDIO TÉCNICO DE LA MÁQUINA**

El estudio técnico de la máquina antes de su reconstrucción y automatización resulta necesario determinar su estado y así poder llegar a posibles vías de solución con la mayor confiabilidad, fiabilidad y menores costos.

##### **2.1.1.- INVENTARIO DE LOS ELEMENTOS**

Cada elemento eléctrico, electrónico y electromecánico tiene una función específica y necesaria para el correcto funcionamiento de la máquina. Su descripción e inspección, resultan necesarios para determinar el estado de cada uno de ellos.

###### **- NORMALIZACIÓN**

El uso de las normas internacionales elimina todo riesgo de confusión y facilita el estudio, la puesta en servicio y el mantenimiento de las instalaciones.

Para identificar a cada componente se utilizo normas técnicas **ISA-S5.184 ANSI y EC 750**.

Para mayor información, revise el anexo A.

Los elementos que componen la máquina son:

##### **2.1.1.1.- Elementos captadores**

###### **Sensores**

###### *2.1.1.1.1.- Sensores de presión*

###### **a) Presóstatos**

Los presóstatos de la maquina inyectora tienen una forma cuadrada y se encargan de sensar la presión, como se muestra en la figura 2.1



**Figura 2. 1.-** Presóstato de baja presión del sistema de circulación Iso

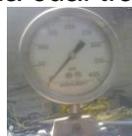
Los presóstatos abren o cerrar sus contactos, y la señal de voltaje se envía al PLC, de acuerdo a la calibración de presión en la cual se requiere que trabaje el sistema. El inventario de los presóstatos se detalla a continuación en la tabla 2.1.

<i><b>SIM</b></i>	<i><b>ELEMENTO</b></i>	<i><b>UBICACIÓN</b></i>	<i><b>VALORES</b></i>
PS-1	Presóstato de baja presión	Sistema de circulación de ISO.	0-25psi
PS-2	Presóstato de baja presión	Sistema de circulación de Poliol	0-25psi
PS-3	Presóstato de alta presión	Sistema de circulación de ISO.	0-120psi
PS-4	Presóstato de alta presión	Sistema de circulación de Poliol	0-120psi
PS-5	Presóstato de baja presión	Sistema de dosificación de ISO.	0-1200psi
PS-6	Presóstato de baja presión	Sistema de dosificación de Poliol	0-1200psi
PS-7	Presóstato de alta presión	Sistema de dosificación de ISO.	0-3000psi
PS-8	Presóstato de alta presión	Sistema de dosificación de Poliol	0-3000psi
PS-9	Presóstato de acumulador	Sistema hidráulico	0-3000psi
PS-10	Presóstato hidráulico	Sistema hidráulico	0-3000psi

**Tabla 2. 1.-** Inventario de presóstatos.

### **b) Manómetros**

Elemento que visualiza la presión en la cual trabaja el sistema, figura 2.2.



**Figura 2. 2.-** Manómetro de baja presión del sistema de circulación Iso

El inventario de los manómetros se detalla a continuación en la tabla 2.1.

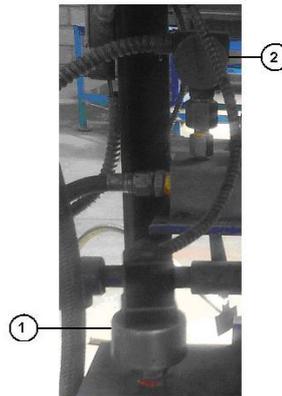
<i><b>SIM</b></i>	<i><b>ELEMENTO</b></i>	<i><b>UBICACIÓN</b></i>	<i><b>VALORES</b></i>
PI-1	Manómetro de baja presión	Sistema de recirculación de ISO.	0-400psi
PI-2	Manómetro de baja presión	Sistema de recirculación de Poliol	0-400psi
PI-3	Manómetro de baja presión	Sistema de recirculación de ISO.	0-400psi
PI-4	Manómetro de baja presión	Sistema de recirculación de Poliol	0-400psi
PI-5	Manómetro de alta presión	Sistema de dosificación de poliol	0-5000psi
PI-6	Manómetro de alta presión	Sistema de dosificación de ISO.	0-5000psi
PI-7	Manómetro de la bomba hidráulica	Sistema hidráulico	0-5000psi
PI-8	Manómetro de acumulador de presión	Sistema hidráulico	0-5000psi
PI-9	Manómetro de las válvulas de agua	Sistema neumático	0-160psi
PI-10	Manómetro del tanque ISO	Sistema neumático	0-60psi
PI-11	Manómetro del tanque poliol	Sistema neumático	0-60psi

**Tabla 2. 2.-** Inventario de manómetros.

### c) Transductor de presión

Los transductores permiten visualizar los datos de presión con la cual trabaja la máquina en el instante de su inyección, por medio del monitor inspector del proceso, como se muestra en la figura 2.3.

Con valores detallados en la tabla 2.3, nos es posible determinar la presión de inyección necesaria para la calibración.



**Figura 2. 3.-** Transductores de presión; 1. Transductor de presión Iso, 2. Transductor de presión poliol.

El inventario de los transductores se detalla a continuación tabla 2.3.

<b>DES</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>VALORES</b>
PT-1	Transductor de presión ISO	Sistema de dosificación de ISO.	0-3000psi/ 4-20mA
PT-2	Transductor de presión poliol	Sistema de dosificación de Poliol	0-3000psi/ 4-20mA

**Tabla 2. 3.-** Inventario de los transductores de presión.

#### 2.1.1.1.2.- Sensores de nivel

### d) Sensor de nivel capacitivo

Establece un rango de nivel mínimo y máximo en el estado que debe permanecer los componentes en los tanques de reserva. Al censar valores superiores o inferiores a los calibrados, envía una señal al PLC, para su actuación, su forma física se ve en la figura 2.4 y su inventario se detalla en la tabla 2.4.



**Figura 2. 4.-** Sensor de nivel capacitivo

<b>DES</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>VALORES</b>
LT-1	Sensor de nivel ISO	Tanque de reserva ISO	0-3000psi/ 0-120V
LT-2	Sensor de nivel POLIOL	Tanque de reserva Polioliol	0-1.25metros/ 0-120V

**Tabla 2. 4.-** Inventario de los sensores de nivel capacitivos.

*2.1.1.1.3.- Sensores de caudal*

**a) Transductor de caudal**

Mide el caudal con el cual fluyen los componentes en el instante de su inyección, figura 2.5 y su inventario se detalla en la tabla 2.5, para ser visualizados en el monitor inspector del proceso.



**Figura 2. 5.-** Transductor de caudal

<b>DES</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>VALORES</b>
FT-1	Transductor de caudal ISO	Sistema de dosificación de ISO.	0-3000psi/ 0-120V
FT-2	Transductor de caudal POLIOL	Sistema de dosificación de Polioliol	0-1.25metros/ 0-120V

**Tabla 2. 5.-** Inventario de los transductores de caudal

*2.1.1.1.4.- Sensores de temperatura*

**a) Termocuplas**

Ubicadas en el intercambiador de calor y el sistema de dosificación, como se muestra en la figura 2.6, se encarga de receptor la temperatura en un punto el proceso, y enviarla al controlador de temperatura el cual determinara la acción a realizar, el inventario se detalla en la tabla 2.6.



**Figura 2. 6.-** Termocupla del intercambiador de calor de la línea polioli

<b>DES</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>VALORES</b>
TT-1	Termocupla intercambiador de calor ISO	Intercambiador de calor ISO	-180 a 750 °C
TT-2	Termocupla intercambiador de calor POLIOL	Intercambiador de calor POLIOL	-180 a 750 °C
TT-3	Termocupla dosificación ISO	Sistema de dosificación	-180 a 750 °C
TT-4	Termocupla dosificación POLIOL	Sistema de dosificación	-180 a 750 °C

**Tabla 2. 6.-** Inventario de las termocuplas

### 2.1.1.2.- Elementos controladores

#### 2.1.1.2.1.- Controladores manuales eléctricos

Pulsadores manuales e indicadores, son los que posee la máquina, figura 2.7 y su inventario se detalla en la tabla 2.7



**Figura 2. 7.-** Pulsadores; a la derecha - pulsador tipo hongo, a la izquierda - pulsadores con lámpara de señalización.

<b>DES</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>FUNCIÓN</b>	<b>VALORES</b>
S1	Pulsador tipo hongo	Paro general	Tablero de control
S2	Pulsador ON/OFF	Arranque y paro motor de circulación POLIOL	Tablero de control
S3	Pulsador ON/OFF	Arranque y paro motor de circulación ISO	Tablero de control
S4	Pulsador ON/OFF	Arranque y paro motor de dosificación POLIOL	Tablero de control
S5	Pulsador ON/OFF	Arranque y paro motor de dosificación ISO	Tablero de control
S6	Pulsador ON/OFF	Sistema auto llenado y reseteo ISO	Tablero de control
S7	Pulsador ON/OFF	Sistema auto llenado y reseteo POLIOL	Tablero de control
S8	Pulsador ON/OFF	Calibración de componentes	Tablero de control
S9	Pulsador ON/OFF	Inyección y reseteo de componentes	Tablero de control
S10	Selector de llave	Enclavamiento manual de seguridad	Tablero de control
S11	Pulsador ON/OFF	Arranque y paro motor de la unidad hidráulica	Tablero de control

**Tabla 2. 7.-** Inventario de los pulsadores.

2.1.1.2.2.- Controlador de temperatura (termostato)

Ubicados en el modulo térmico del agua, ver figura 2.8, cumple la función de controlar la temperatura del calentador y el compresor según el valor que se requiera. Son de tipo J, y su inventario se detalla en la tabla 2.8.



Figura 2. 8.- Termostato de freezestart y de agua fría.

DES	ELEMENTO	UBICACIÓN	VALORES
TS-1	Termostato “Freezestart”	Modulo térmico del agua	20 -120 ° F
TS-2	Termostato “agua fría”	Modulo térmico del agua	20 -120 ° F
TS-3	Termostato “agua caliente”	Modulo térmico del agua	20 -120 ° F

Tabla 2. 8.- Inventario de los termostatos.

2.1.1.2.3.- Controlador de temperatura

La máquina utiliza dos controles de temperatura marca ANTHENA, los cuales tiene varias opciones incluyendo un control PID, ver figura 2.9.

El sensor de temperatura se encuentra en la zona de los intercambiadores de calor, por medio de dos termocuplas tipo J, su inventario se detalla en la tabla 2.9.



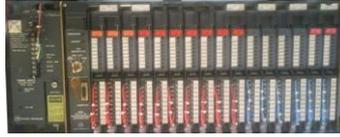
Figura 2. 9.- Controlador de temperatura ANTHENA de la línea de Iso.

DES	ELEMENTO	UBICACIÓN	VALORES
TC-1	C.T. ISO	Intercambiador de calor	Voltaje: 120/240V, 50,60Hz Sensor: termocupla J o K Rangos: 0 a 760°C tipo J 0 a 10930°C tipo K Precisión: +/-1 dígito de escala
TC-2	C.T.POLIOL	Intercambiador de calor	Voltaje: 120/240V, 50,60Hz Sensor: termocupla J o K Rangos: 0 a 760°C tipo J 0 a 10930°C tipo K Precisión: +/-1 dígito de escala

Tabla 2. 9.- Inventario de los controladores de temperatura.

#### 2.1.1.2.4.- PLC

El PLC que se utiliza en esta máquina es un Allen Bradley PC-5, con cuatro módulos de entrada, cuatro de salida, cuatro de salidas TTL y dos de entradas TTL, figura 2.10, los componentes se detalla en la tabla 2.10.



**Figura 2. 10.-** PLC modular Allen Bradley con sus respectivos rack`s

A continuación se describirá cada uno de estos:

- Mini PLC - 5/15 Serie B - 451221VL

MÓDULOS	PARÁMETRO	VALORES		
Entradas	Nº de entradas por modulo	8		
	Localización del modulo	1771 I/O rack		
	Voltaje nominal de entrada	120 V @ 50/60 Hz AC ó 125 VDC		
	Corriente nominal de entrada	8.0 mA @ 120 VAC ó 4.5 mA @ 125 VDC		
	Rango de estado de voltaje	92 V a 138 V AC/DC		
Salidas	Nº de salidas por modulo	8		
	Localización del módulo	1771 I/O rack		
	Voltaje nominal	120 V @ 50/60 Hz AC		
	Corriente nominal máximo por salida	1.5 A		
	Rango de estado de voltaje	92 a 138 VAC		
Entradas TTL	Voltaje de entrada DC	swich	min.	máx.
		ON	2.4	5.25
		OFF	-0.2	+0.4
	Voltaje de alimentación	5 VDC ( $\pm 0.25$ V)		
	Corriente por modulo	200 mA		
Nº de salidas por modulo	8			
Salidas TTL	Voltaje de salida DC	swich	min.	máx.
		ON	2.4	5.25
		OFF	-0.2	+0.4
	Voltaje de alimentación	5 VDC ( $\pm 0.25$ V)		
	Corriente por modulo	20 mA		
Nº de salidas por modulo	8			

**Tabla 2. 10.-** Entradas y salidas del PLC PC-5 Allen Bradley.

#### 2.1.1.2.5.- Controladores manuales mecánicos

- **Válvula reguladora de presión**

Esta válvula permite el control de la presión requerido para la inyección, figura 2.11 y su inventario se detalla en la tabla 2.11.



Figura 2. 11.- Válvula reguladora de presión de la línea de Polioli.

DES	ELEMENTO	UBICACIÓN	VALORES
PCV-1	Válvula reguladora ISO	Sistema de dosificación ISO	P=300 a 3000 psi
PCV-2	Válvula reguladora POLIOL	Sistema de dosificación POLIOL	P=300 a 3000 psi

Tabla 2. 11.- Inventario de las válvulas reguladoras de presión.

- **Válvulas manuales**

Utilizados para controlar diferentes acciones, tanto de drenaje, recirculación, etc, figura 2.12.



Figura 2. 12.- Válvula tipo bola de la línea de Polioli.

Las válvulas que se puede mencionar son detalladas en tabla 2.12.

DES	ELEMENTO	UBICACIÓN	FUNCIÓN
V-1	Válvula tipo bola	Parte inferior del Tanque de almacenamiento ISO	Drenar el tanque
V-2	Válvula tipo bola	Línea de succión de la bomba de circulación ISO	Evita el paso del componente a la bomba.
V-3	Válvula tipo bola	Línea de descarga de la bomba de circulación ISO	Evita el paso del componente al intercambiador de calor.
V-4	Válvula tipo bola	Parte superior del filtro ISO	Drena el aire dentro el filtro.
V-5	Válvula tipo bola	Parte superior del tanque ISO	Permite el paso del aire a presión del tanque hacia afuera.
V-6	Válvula tipo bola	Línea de succión de la bomba de dosificación ISO	Evita el paso del componente a la bomba.
V-7	Válvula tipo bola	Línea de descarga de la bomba de dosificación ISO	Drena el componente del sistema.
V-8	Válvula tipo bola	Parte inferior del Tanque de almacenamiento POLIOL	Drenar el tanque
V-9	Válvula tipo bola	Línea de succión de la bomba de circulación POLIOL	Evita el paso del componente a la bomba.
V-10	Válvula tipo bola	Línea de descarga de la bomba de circulación POLIOL	Evita el paso del componente al intercambiador de calor.
V-11	Válvula tipo bola	Parte superior del filtro POLIOL	Drena el aire dentro el filtro.
V-12	Válvula tipo bola	Parte superior del tanque POLIOL	Permite el paso del aire a presión del tanque hacia afuera.

V-13	Válvula tipo bola	Línea de succión de la bomba de dosificación POLIOL	Evita el paso del componente a la bomba.
V-14	Válvula tipo bola	Línea de descarga de la bomba de dosificación POLIOL	Drena el componente del sistema.

**Tabla 2. 12.-** Inventario de las válvulas.

### 2.1.1.3.- Actuadores

#### 2.1.1.3.1.- Contactores

Los contactores realizan la función de permitir el paso de corriente para la activación de los motores dependiendo de las señales eléctricas que envíe el PLC, su inventario se detalla en la tabla 2.13.

DES	ELEMENTO	UBICACIÓN	VALORES
K-1	Contactador M1	Tablero de potencia	10 A máx. 440V, 60HZ, 3 fases Bobina de alimentación=110V
K-2	Contactador M2	Tablero de potencia	20 A máx. 440V, 60HZ, 3 fases Bobina de alimentación=110V
K-3	Contactador M3	Tablero de potencia	10 A máx. 440V, 60HZ, 3 fases Bobina de alimentación=110V
K-4	Contactador M4	Tablero de potencia	20 A máx. 440V, 60HZ, 3 fases Bobina de alimentación=110V
K-5	Contactador M5	Tablero de potencia	15 A máx. 440V, 60HZ, 3 fases Bobina de alimentación=110V

**Tabla 2. 13.-** Inventario de los contactores.

#### 2.1.1.3.2.- Electroválvulas

En la figura 2.13 se muestra las electroválvulas. Dependiendo de la señal enviada por el PLC, permite el control del flujo de los componentes o del agua, por la activación del aceite hidráulico y del aire a presión.

Hay que recalcar que todas las electroválvulas requieren de una alimentación de 110V para su activación, su inventario se detalla en la tabla 2.13.



**Figura 2. 13.-** Electroválvulas.

<i>DES</i>	<i>ELEMENTO</i>	<i>UBICACIÓN</i>	<i>FUNCIÓN</i>
EV-1	Electroválvula	Unidad Neumática	Permite/obstruye el paso del aire a presión para el control de la válvula de agua caliente de ISO.
EV-2	Electroválvula	Unidad Neumática	Permite/obstruye el paso del aire a presión para el control de la válvula de agua fría de ISO.
EV-3	Electroválvula	Unidad Neumática	Permite/obstruye el paso del aire a presión para el control de la válvula de agua caliente POLIOL.
EV-4	Electroválvula	Unidad Neumática	Permite/obstruye el paso del aire a presión para el control de la válvula de agua fría POLIOL.
EV-5	Electroválvula by-pass de llenado del acumulador	Unidad Hidráulica	Permite/Obstruye el paso del aceite hidráulico enviado por la bomba al acumulador hidráulico cuando este llena a una presión específica de llenado.
EV-6	Electroválvula de calibración	Unidad Hidráulica	Permite/obstruye el paso del aceite hidráulico a presión para la activación de las válvulas de calibración.
EV-7	Electroválvula principal	Unidad Hidráulica	Permite/obstruye el paso del aceite hidráulico para la activación del cabezal del inyector
EV-8	Electroválvula de calibración	Unidad Hidráulica	Permite/obstruye el paso del aceite hidráulico.
EV-9	Electroválvula de inyección	Unidad Hidráulica	Permite/obstruye el paso del aceite hidráulico para el cambio de posición del pistón del cabezal inyector
EV-10	Electroválvula de auto llenado del acumulador	Unidad Hidráulica	Permite/obstruye el paso del aceite hidráulico para el retorno de este al tanque hidráulico cuando el acumulador esta lleno.
EV-11	Electroválvula de auto llenado ISO	Unidad Neumática	Permite/obstruye el paso del aire a presión a la bomba neumática para el auto llenado del componente ISO.
EV-12	Electroválvula de auto llenado POLIOL	Unidad Neumática	Permite/obstruye el paso del aire a presión a la bomba neumática para el auto llenado del componente POLIOL.
EV-13	Electroválvula de inyección ISO	Unidad Neumática	Permite/obstruye el paso del aire a presión a la válvula neumática de circulación corta ISO
EV-14	Electroválvula de inyección POLIOL	Unidad Neumática	Permite/obstruye el paso del aire a presión a la válvula neumática de circulación corta POLIOL

**Tabla 2. 14.-** Inventario de las electroválvulas.

### 2.1.1.3.3.- Motores eléctricos

Trasforma la energía eléctrica en mecánica necesaria para las bombas tanto de dosificación como de circulación, figura 2.14 y su inventario se detalla en la tabla 2.15.



**Figura 2. 14.-** Motor de 10Hp de la línea de Poliol.

<b>DES</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>VALORES</b>
M1	Motor de circulación ISO	Sistema de circulación ISO	P=3HP V =1750 rpm 220/440V, 60HZ, 3 fases
M3	Motor de circulación ISO	Sistema de circulación POLIOL	P=3HP V =1750 rpm 220/440V, 60HZ, 3 fases
M2	Motor de dosificación ISO	Sistema de dosificación ISO	P=10HP V =1750 rpm 220/440V, 60HZ, 3 fases
M4	Motor de dosificación POLIOL	Sistema de dosificación ISO	P=10HP V =1750 rpm 220/440V, 60HZ, 3 fases
M5	Motor de la unidad hidráulica	Unidad hidráulica	P=5HP V =1750 rpm 220/440V, 60HZ, 3 fases

**Tabla 2. 15.-** Inventario de los motores eléctricos.

### 2.1.1.3.4.- Motores neumáticos

Su accionamiento requiere de aire a presión para transformarlo en energía mecánica. La inyectora posee dos motores neumáticos necesarios para el funcionamiento de los agitadores ubicados dentro de los tanques de almacenamiento, figura 2.15 y su inventario se detalla en la tabla 2.16.



**Figura 2. 15.-** Motor neumático para los agitadores.

DES	ELEMENTO	UBICACIÓN	VALORES
M6	Motor neumático ISO	Tanque de almacenamiento ISO	P=100 psi V=100 r.p.m
M7	Motor neumático ISO	Tanque de almacenamiento POLIOL	P=100 psi V=100 r.p.m

**Tabla 2. 16.-** Inventario de los motores neumáticos.

#### 2.1.1.3.5.- Bombas

Las bombas permiten la circulación de los componentes por el sistema, figuras 2.16 -2.18, su inventario se detallan en la tabla 2.17.

Existen tres tipos de bombas en el sistema:

- *Bombas de engranes.*- Ubicadas en el sistema de circulación, permiten el bombeo del componente por las líneas de tuberías. La importancia que se requiere que sea de engranes radica en la viscosidad del componente.



**Figura 2. 16.-** Bomba de engranes internos con cuña, de la línea de Polioli.

- *Bombas de pistones radiales regulable.*- Este tipo de bombas se utiliza por la alta presión que requiere el sistema al momento de la inyección. Se puede regular su caudal con un volante móvil giratorio incorporado en la misma bomba, ver figura 2.17.



**Figura 2. 17.-** Bomba de pistones radiales regulable.

- *Bomba centrifuga.*- Esta bomba cumple la función de la circulación del sistema hidráulico, ver figura 2.18.



**Figura 2. 18.-** Bomba centrífuga utilizada para alimentar a la Unidad hidráulica.

<b>DES</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>VALORES</b>
B1	Bomba de circulación ISO	Sistema de circulación ISO	Q=7.8 g.p.m. P=200 p.s.i max
B3	Bomba de circulación POLIOL	Sistema de circulación POLIOL	Q=7.8 g.p.m. P=200 p.s.i max
B2	Bomba de dosificación ISO	Sistema de dosificación ISO	Q=5.2 g.p.m. max P=3000 p.s.i max
B4	Bomba de dosificación POLIOL	Sistema de dosificación POLIOL	Q=7.8 g.p.m. max P=3000 p.s.i max
B5	Bomba de la unidad hidráulica	Unidad hidráulica	Q=3.5 g.p.m. P=50 p.s.i max

**Tabla 2. 17.-** Inventario de las bombas.

#### 2.1.1.3.6.- *Agitadores*

Los agitadores no son mas que paletas que con un movimiento giratorio. Agita el componente dentro de su respectivo tanque. Con esto, se mantiene el componente a una viscosidad uniforme y se evita que se adhiera en las paredes del tanque, el inventario se detalla en la tabla 2.18.

<b>DES</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>VALORES</b>
1	Agitador ISO	Tanque de almacenamiento ISO	V=60 r.p.m.
1	Agitador POLIOL	Tanque de almacenamiento POLIOL	V=60 r.p.m.

**Tabla 2. 18.-** Inventario de los agitadores

#### 2.1.1.3.7.- *Válvulas de activación neumática*

Estas válvulas utiliza el sistema para abrir/obstruir el paso de agua o del componente por funciones específicas, figura 2.19 y su inventario se detalla en la tabla 2.19.



**Figura 2. 19.-** Válvulas de activación neumática utilizadas para la inyección.

<b>DES</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>Función</b>
V-15	Válvula de agua ISO	Intercambiador de calor	Permite/obstruye el paso del agua caliente al intercambiador de calor.
V-16	Válvula de agua ISO	Intercambiador de calor	Permite/obstruye el retorno del agua caliente al intercambiador de calor
V-17	Válvula de agua POLIOL	Intercambiador de calor	Permite/obstruye el paso del agua caliente al intercambiador de calor.
V-18	Válvula de agua POLIOL	Intercambiador de calor	Permite/obstruye el retorno del agua caliente al intercambiador de calor
V-19	Válvula de agua ISO	Intercambiador de calor	Permite/obstruye el paso del agua fría al intercambiador de calor.
V-20	Válvula de agua ISO	Intercambiador de calor	Permite/obstruye el retorno del agua fría al intercambiador de calor
V-21	Válvula de agua POLIOL	Intercambiador de calor	Permite/obstruye el paso del agua fría al intercambiador de calor.
V-22	Válvula de agua POLIOL	Intercambiador de calor	Permite/obstruye el retorno del fría al intercambiador de calor
V-23	Válvula de circulación corta ISO	Sistema de dosificación ISO	Permite/obstruye el paso del componente por el sistema de dosificación corta.
V-24	Válvula de circulación corta POLIOL	Sistema de dosificación POLIOL	Permite/obstruye el paso del componente por el sistema de dosificación corta.

**Tabla 2. 19.-** Inventario de las válvulas e activación neumática.

#### 2.1.1.3.8.- Cabezal de inyección

El cabezal de inyección es el elemento más importante de la máquina, ya que con este se permite la mezcla e inyección de los componentes a los moldes, figura 2.20, el inventario se detalla en la tabla 2.20.

Además de inyectar el poliuretano, también se puede regular la presión de inyección, con unos reguladores incorporados a los extremos del cabezal.



**Figura 2. 20.-** Cabezal de inyección.

<b>DES</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>VALORES</b>
1	Cabezal Inyector	Cabezal de inyección	Inyección (relación 1:1)=32.5-130lbs,1.0 s.g. P=3000 p.s.i.max Viscosidad=10-2500cps

**Tabla 2. 20.-** Inventario del cabezal de inyección.

#### **2.1.1.4.- Dispositivos de seguridad**

##### *2.1.1.4.1.- Fusibles*

Elemento de protección eléctrica encargado de abrir un tramo del circuito a cualquier corriente que sobrepase a la corriente de cortocircuito diseñada, su inventario se detalla en la tabla 2.21.

<b>DES</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>VALORES</b>
F1,F2,F3	Disyuntor general	Tablero de potencia	Icc=40 A V=440 V
F4,F5	Fusible de control	Tablero de potencia	Icc=6 A V=110V
F6,F7,F8	Fusibles del motor M1	Tablero de potencia	Icc= 10 A V=440 V
F9,F10,F11	Fusibles del motor M3	Tablero de potencia	Icc= 10 A V=440 V
F12,F13,F14	Fusibles del motor M2	Tablero de potencia	Icc= 20 A V=440 V
F15,F16,F17	Fusibles del motor M4	Tablero de potencia	Icc= 20 A V=440 V
F18,F19,F20	Fusibles del motor M5	Tablero de potencia	Icc= 15 A V=440 V

**Tabla 2. 21.-** Inventario de los fusibles.

##### *2.1.1.4.2.- Relé térmico*

Elemento de protección encargados de abrir un tramo del circuito a cualquier corriente que sobrepase a la corriente de sobrecarga diseñada, su inventario se detalla en la tabla 2.22.

<i><b>DES</b></i>	<i><b>ELEMENTO</b></i>	<i><b>UBICACIÓN</b></i>	<i><b>VALORES</b></i>
T1	Relé del motor M1	Tablero de potencia	I= 4 a 6 A V=440 V
T2	Relé del motor M2	Tablero de potencia	I= 10 a 16 A V=440 V
T3	Relé del motor M3	Tablero de potencia	I= 4 a 6 A V=440 V
T4	Relé del motor M4	Tablero de potencia	I= 10 a 16 A V=440 V
T5	Relé del motor M5	Tablero de potencia	I= 7 a 10 A V=440 V

**Tabla 2. 22.-** Inventario de los relés térmicos.

#### 2.1.1.4.3.- Válvulas de alivio

Se activa cuando la presión sobrepasa a la presión límite de la válvula, figura 2.21 y su inventario se detalla en la tabla 2.23.



**Figura 2. 21.-** Válvula de alivio ubicada en el tanque de reserva.

<i><b>DES</b></i>	<i><b>ELEMENTO</b></i>	<i><b>UBICACIÓN</b></i>	<i><b>VALORES</b></i>
PSV-1	Válvula de alivio ISO	Tanque de reserva	40 Psi máx.
PSV-2	Válvula de alivio POLIOL	Tanque de reserva	40 Psi máx.

**Tabla 2. 23.-** Inventario de las válvulas de alivio.

## **2.2.- ENSAYOS DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE LA MÁQUINA**

Los ensayos de cada uno de los elementos fueron imprescindibles para conocer su estado, determinar su mantenimiento, reparación o reemplazo si así llegare el caso.

## 2.2.1.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS CAPTADORES

### 2.2.1.1.- Presóstatos

*Nota: No se pudo realizar las pruebas necesarias del funcionamiento del sensor hasta poder llegar al mantenimiento respectivo de todo el sistema mecánico de la máquina, y así, poder circular líquido a presión.*

Para verificar su funcionamiento se realizó los siguientes pasos:

- 1.- Circular líquido a presión (DOP) en la zona donde se encontraba el sensor, o aceite hidráulico para el sensor que se encuentra en la unidad hidráulica.
- 2.- Incrementar la presión hasta el rango donde se encuentra calibrado la activación del líquido. Para ello nos ayudamos con un manómetro correctamente calibrado en la misma zona de prueba.
- 3.- Verificar que los contactos cambien de posición, y tomar datos.

Sensor	¿Cambió de estado?	Valor de presión al cambio de estado	
		Valores del sensor(psi), calibrados	Valores del manómetro
PS-1	SI	20	21.2
PS-2	SI	20	20.8
PS-3	SI	70	72.1
PS-4	SI	70	72
PS-5	SI	700	706.2
PS-6	SI	700	708.2
PS-7	SI	2200	2205.6
PS-8	SI	2200	2210.3
PS-9	SI	1800	1810.3
PS-10	SI	2000	2009.8

**Tabla 2. 24.-** Valores obtenidos en las pruebas de los presóstatos.

#### *Conclusiones:*

- Con estos valores determinamos que no existen fallas de funcionamiento en ningún presóstato y sus valores de activación con correctos a su calibración.

### 2.2.1.2.- Manómetros

*Nota: La prueba de funcionamiento de los manómetros no se pudo llegar a cabo hasta que el sistema mecánico de la maquina este en correcto funcionamiento.*

Para la prueba de este sensor se realizó los siguientes pasos obteniendo los valores detallados en la tabla 2.25.

- 1.- Realizar una inspección visual para determinar el estado físico de los manómetros.
- 2.- Circular líquido a presión (DOP) en la zona donde se encontraba el sensor, o aceite hidráulico para el sensor que se encuentra en la unidad hidráulica.
- 3.- Incrementar la presión un valor específico. Para ello nos ayudamos con un manómetro correctamente calibrado en la misma zona de prueba.
- 4.- Tomar dato de los valores de lectura a esa presión.

Los resultados de las pruebas fueron los siguientes:

Sensor	¿Estado físico aceptable?	Apariencia física aceptable	
		Valores del manómetro a prueba.	Valores del manómetro calibrado
PI-1	SI	41	40
PI-2	SI	41	40
PI-3	NO	N/A	N/A
PI-4	NO	N/A	N/A
PI-5	NO	N/A	N/A
PI-6	SI	1740	1800
PI-7	SI	1780	1800
PI-8	SI	2013	2000
PI-9	SI	20	20
PI-10	SI	100	100
PI-11	SI	100	100

**Tabla 2. 25.-** Valores obtenidos en las pruebas de los manómetros

#### *Conclusiones:*

- Después de esto, los manómetros que permanecen en buen estado serán calibrados, y los que no, serán reemplazados.

### 2.2.1.3.- Transductores de presión

*Nota: La prueba de funcionamiento de los transductores no se pudo llegar a cabo hasta que el sistema mecánico de la maquina este en correcto funcionamiento.*

Para la prueba de este sensor se realizo los siguientes pasos:

- 1.- Realizar una inspección visual para determinar el estado físico de los transductores.
- 2.- Circular líquido a presión (DOP) en la zona donde se encontraba el sensor.
- 3.- Incrementar hasta un valor específico y tomar dato de los valores de lectura a esa presión.

Los resultados de las pruebas están detallados en la tabla 2.26.

Sensor	¿Estado físico aceptable?	Apariencia física aceptable	
		Valores del transductor	Valores del manómetro calibrado
PT-1	NO	N/A	N/A
PT-2	SI	1215.3	1800

**Tabla 2. 26.-** Valores obtenidos en las pruebas de los transductores de presión.

*Conclusiones:*

- Con estos resultados se ha llegado en la necesidad de adquirir un transductor de presión para el sistema de dosificación de la línea de poliol.
- En cuanto al otro transductor será necesaria la calibración respectiva.

### 2.2.1.4.- Sensores de nivel capacitivo

Las pruebas que se realizo a este sensor se utilizo los siguientes pasos.

- 1.- Desmontar el sensor del tanque de almacenamiento.
- 2.- Alimentar al sensor con una fuente AC de 120V, necesaria para su funcionamiento.

3.- Introducir el sensor en un tanque con agua.

4.- Verificar si entrega un voltaje de 120V, a un nivel específico de agua.

Los resultados están detallados en la tabla 2.26:

Sensor	¿Estado físico aceptable?	Apariencia física aceptable	
		Cambio de estado	Nivel de líquido
LT-1	SI	SI	2 pies
LT-2	SI	SI	2 pies

**Tabla 2. 27.-** Valores obtenidos en las pruebas de los sensores de nivel.

*Conclusiones:*

- El sensor funciona correctamente.

#### 2.2.1.5.- Transductor de caudal

De la misma manera que los sensores de presión, la prueba de funcionamiento de los transductores de caudal no se pudo llegar a cabo hasta que el sistema mecánico de la máquina este en correcto funcionamiento.

Para la prueba de este sensor se realizó los siguientes pasos:

- 1.- Realizar una inspección visual para determinar el estado físico de los transductores.
- 2.- Circular líquido a presión (DOP) en la zona donde se encontraba el sensor.
- 3.- Realizar una prueba de inyección, y observar los valores del caudal.

Los resultados de las pruebas están detallados en la tabla 2.28:

Sensor	¿Estado físico aceptable?	Apariencia física aceptable	
		Caudal registrado	
FT-1	SI	120	
FT-2	SI	130	

**Tabla 2. 28.-** Valores obtenidos en las pruebas de los transductores de caudal.

*Conclusiones:*

- Los transductores de caudal funcionan correctamente, después se tomará medidas para su calibración.

### 2.2.1.6.- Sensores de temperatura. Termocuplas

En la tabla 2.29, se determinan los resultados de las pruebas que se realizo a este sensor, utilizando los siguientes pasos.

- 1.- Desmontar el sensor.
- 2.- Adaptar la termocupla a un multímetro que posea medido de temperatura
- 3.- Introducir el sensor en un tanque con agua a una temperatura constante (para esto nos ayudamos de un calentador de otra maquina que posee la empresa)
- 4.- Tomar datos de los valores obtenidos y compararlos a los valores de temperatura que tiene el propio calentador.

Sensor	Valores de prueba	
	Valores del sensor calibrado (°C)	Valores de la termocupla en prueba
TT-1	35	34.6
TT-2	35	34.2
TT-3	35	35.2
TT-4	35	34.7

**Tabla 2. 29.-** Valores obtenidos en las pruebas de las termocuplas.

#### Conclusiones:

- Las termocuplas están en correcto funcionamiento, después se realizara su limpieza y mantenimiento.

### 2.2.2.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS CONTROLADORES

#### 2.2.2.1.- Controladores manuales eléctricos

Para estos elementos se realizó lo siguiente:

- 1.- Realizar una inspección visual y manipular al elemento para determinar su estado físico.

- 2.- Desconectar o aislar el elemento del cableado eléctrico.
- 3.- Con ayuda de un multímetro, verificar continuidad al activar o desactivar el elemento.
- 4.- Alimentar a las lámparas de señalización que posee estos elementos a 120V y verificar su funcionamiento.

Los resultados de los valores están detallados en la tabla 2.30:

Controlador	¿Estado físico aceptable?	Apariencia física aceptable	
		Continuidad correcta	Lámpara de señalización correcta
S1	NO	N/A	N/A
S2	SI	SI	NO
S3	SI	SI	SI
S4	SI	SI	SI
S5	SI	SI	NO
S6	SI	SI	SI
S7	SI	SI	SI
S8	SI	SI	SI
S9	SI	SI	Si
S10	SI	NO	No posee

**Tabla 2. 30.-** Valores obtenidos en los pulsadores.

#### 2.2.2.2.- Controlador de temperatura (termostato)

De la misma manera que las termocuplas se realizó la misma prueba. Los valores que se obtuvieron se detallan en la tabla 2.31.

Controlador	¿Estado físico aceptable?	Apariencia física aceptable	
		Valores del sensor calibrado (°C)	Valores de la activación de los contactos del termostato
TS-1	SI	35	38
TS-2	SI	35	39
TS-3	NO	N/A	N/A

**Tabla 2. 31.-** Valores obtenidos en las pruebas de los termostatos.

*Conclusiones:*

- Un termostato está destruido, su cambio con otro de las mismas características será necesario.
- Los valores obtenidos son difíciles de determinar, pero su funcionamiento es correcto.

### 2.2.2.3.- Controlador de temperatura

Para determinar el funcionamiento del controlador de temperatura se realizó los siguientes pasos:

- 1.- Realizar una inspección visual para determinar el estado físico del elemento.
- 2.- Desmontar el controlador de su ubicación.
- 3.- Alimentar a 120V al controlador y observar si este se enciende.
- 4.- Verificar su funcionamiento, los parámetros de temperatura, valores correctos de la medida de la termocupla, etc.

Los resultados se detallan en la tabla 2.32.

Controlador	¿Estado físico aceptable?	Apariencia física aceptable	
		¿Se enciende al ser alimentado con voltaje?	Parámetros correctos
TC-1	NO	N/A	N/A
TC-2	SI	SI	SI

**Tabla 2. 32.-** Valores obtenidos en las pruebas de los controladores de temperatura.

*Conclusiones:*

- Se deberá reemplazar el controlador de temperatura de la línea de ISO, por otro, su adquisición se deberá analizar según sus funciones.
- El controlador de la línea de poliol está en correcto funcionamiento.

### 2.2.2.4.- Controladores manuales mecánicos

#### 2.2.2.4.1.- Válvula reguladora de presión

De la misma manera que los sensores, la prueba de funcionamiento de las válvulas reguladoras de presión, no se pudo llegar a cabo hasta que el sistema mecánico de la máquina esté en correcto funcionamiento.

Los pasos para observar su correcto funcionamiento fueron los siguientes:

- 1.- Realizar una inspección visual para determinar el estado físico del elemento.
- 2.- Manipular al elemento para que calibre la presión a un valor específico.
- 3.- Observar el un manómetro si esta cumpliendo a cabalidad su objetivo.

Los resultados se detallan en la tabla 2.33.

Controlador	¿Estado físico aceptable?	Apariencia física aceptable	
		¿Regula la presión?	¿Permanece estable en el funcionamiento?
PCV-1	SI	SI	SI
PCV-2	SI	SI	SI

**Tabla 2. 33.-** Valores obtenidos en las pruebas de las válvulas reguladoras de presión.

*Conclusiones:*

- Las válvulas reguladoras de presión están en correcto funcionamiento, si embargo el mantenimiento de estas es necesario, para asegurar su vida útil.

#### 2.2.2.4.2.- Válvulas

La inspección visual y manipulación fueron necesarias para verificar el correcto funcionamiento de este elemento. Se aseguro su maniobra cuando el sistema mecánico de la maquina este en correcto funcionamiento, sus valores se detallan en la tabla 2.34.

Controlador	¿Estado físico aceptable?	Apariencia física aceptable	
		¿Se manipula con facilidad?	¿Corta el paso del fluido?
V-1	SI	SI	SI
V-2	SI	SI	SI
V-3	SI	SI	SI
V-4	NO	N/A	N/A
V-5	SI	SI	SI
V-6	SI	SI	SI
V-7	SI	SI	SI
V-8	SI	NO	N/A
V-9	SI	NO	N/A
V-10	SI	SI	SI
V-11	NO	N/A	N/A
V-12	SI	NO	N/A
V-13	SI	NO	N/A
V-14	SI	NO	N/A

**Tabla 2. 34.-** Valores obtenidos en las pruebas de las válvulas.

*Conclusiones:*

- Casi en la totalidad de las válvulas de la línea de poliol están totalmente endurecidas, esto se debe a que el material se solidifica a cierto tiempo. El mantenimiento será necesario para dejar en óptimo funcionamiento estos elementos.
- Las válvulas que estas oxidadas y rotas se tratara de buscar vías de reparación o su reemplazo.

### **2.2.3.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS ACTUADORES**

#### **2.2.3.1.- Contactores**

Para verificar el estado de los contadores se realizo los siguientes pasos:

- 1.- Aislar los contactores de los circuitos eléctricos.
- 2.- Verificar visual y manipular su mecanismo.
- 3.- Alimentar la bobina de activación de los contactores a 110V para verificar su funcionamiento.
- 4.- Verificar los contactos de este elemento

Los resultados obtenidos de los valores se detallan en la siguiente tabla 2.35

Actuador	¿Estado físico aceptable?	Apariencia física aceptable	
		¿Funciona la bobina del contactor?	¿Contactos en buen estado?
K-1	SI	SI	SI
K-2	SI	SI	SI
K-3	SI	SI	SI
K-4	SI	SI	SI
K-5	SI	SI	SI

**Tabla 2. 35.-** Valores obtenidos en las pruebas de los contactores.

*Conclusiones:*

- Los contactores permanecen en buen estado a pesar del servicio prestado en la máquina.

### 2.2.3.2.-Electroválvulas

Para verificar el estado de las electroválvulas se realizó lo siguiente:

- 1.- Aislar las electroválvulas de los circuitos eléctricos.
- 2.- Verificar visualmente y manipular su mecanismo.
- 3.- Alimentar la bobina de activación de los contactores a 110V para verificar su funcionamiento.
- 4.- Verificar el cambio de posición de la válvula.

Los resultados obtenidos de los valores se detallan en la siguiente tabla 2.36.

Actuador	¿Funciona?	En funcionamiento	
		¿Cambia de posición la válvula?	Observaciones
EV-1	SI	SI	ninguna
EV-2	SI	SI	ninguna
EV-3	SI	SI	ninguna
EV-4	SI	SI	ninguna
EV-5	SI	SI	ninguna
EV-6	SI	SI	ninguna
EV-7	SI	SI	ninguna
EV-8	SI	SI	Sonido irregular
EV-9	SI	SI	Calentamiento excesivo
EV-10	SI	SI	Calentamiento excesivo
EV-11	SI	SI	ninguna
EV-12	SI	SI	ninguna
EV-13	NO	N/A	N/A
EV-14	SI	SI	ninguna

**Tabla 2. 36.-** Valores obtenidos en las pruebas de las electroválvulas.

#### *Conclusiones:*

- Se realizara un mantenimiento de las electroválvulas que presentan algún tipo de problema, después de esto se verificara si su funcionamiento esta correcto.
- Para la electroválvula que no funciona, se tratara de cambiar el solenoide que permite su funcionamiento o en definitiva su cambio por otra nueva.

### 2.2.3.3.-Motores eléctricos

A un valor de voltaje de 440V de trabajo, los motores se tuvieron que adecuar a 220V, ya que este es el único voltaje de alimentación que posee la empresa.

Para verificar el estado de los motores se realizo lo siguiente:

- 1.- Desmontar los motores de la máquina.
- 2.- Verificación visual del estado del motor.
- 3.- Mover con la mano el rotor en búsqueda de algún bloqueamiento.
- 4.- Con una lámpara de prueba y un ohmetro se comprobar las siguientes fallas:
  - Contactos entre espiras
  - Contactos entre bobinas
  - Contactos entre bobinado y masa del motor
- 5.- Alimentar al motor con 220V.
- 6.- Verificar su funcionamiento en búsqueda de falla alguna (ruido extraño, polvo, humo etc.)
- 7.- Con un amperímetro de pinzas verificar la corriente sin carga.

Los resultados obtenidos de los valores se detallan en la siguiente tabla 2.37.

Actuador	Fallas de contactos			¿Funciona?	En funcionamiento	
	Entre Espiras	Entre Bobinas	Entre Masa/motor		¿Alguna falla?	Corriente sin carga (A)
M1	NO	NO	NO	NO	N/A	N/A
M3	NO	NO	NO	SI	NO	3.2
M2	NO	NO	NO	SI	NO	9.7
M4	NO	NO	NO	SI	NO	8.7
M5	NO	NO	NO	SI	NO	4.5

**Tabla 2. 37.-** Valores obtenidos en las pruebas de los motores eléctricos.

*Conclusiones:*

- Se realizará un mantenimiento de los motores (cambio de rodamientos, etc.).

#### **2.2.3.4.-Motores neumáticos**

Para verificar el estado de los motores neumáticos se realizo lo siguiente:

- 1.- Desmontar los motores de la máquina.
- 2.- Verificar visual del estado del motor.

- 3.- Mover con la mano el rotor en búsqueda de algún bloqueamiento.
- 4.- Introducir aire a presión para observar su funcionamiento.

Los resultados obtenidos de los valores se detallan en la siguiente tabla 2.38

Actuador	¿Estado físico aceptable?	En estado aceptable	
		¿Funciona?	Observaciones
M6	SI	SI	ninguna
M7	SI	SI	ninguna

**Tabla 2. 38.-** Valores obtenidos en las pruebas de los motores neumáticos.

*Conclusiones:*

- Se realizará un mantenimiento al esos motores.

#### 2.2.3.5.-Válvulas de activación neumática

Para este actuador se realizo lo siguiente:

- 1.- Verificar visualmente el estado de la válvula
- 2.- Introducir aire a presión para observar su funcionamiento.

Los resultados obtenidos de los valores se detallan en la siguiente tabla 2.39.

Actuador	¿Estado físico aceptable?	En estado aceptable	
		¿Funciona?	Observaciones
V-15	SI	SI	ninguna
V-16	SI	SI	ninguna
V-17	SI	SI	ninguna
V-18	SI	SI	ninguna
V-19	SI	SI	ninguna
V-20	SI	SI	ninguna
V-21	SI	SI	ninguna
V-22	SI	SI	ninguna
V-23	SI	SI	ninguna
V-24	SI	NO	No gira porque el material solidificado obstruye su giro.

**Tabla 2. 39.-** Valores obtenidos en las pruebas de las válvulas de activación neumática.

*Conclusiones:*

- Se buscará modos de reparar la válvula que no funciona.

## 2.2.4.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

### 2.2.4.1.- Fusibles

Para los fusibles la prueba se realizo de la siguiente manera:

- 1.- Verificar visualmente el estado del fusible.
- 2.- Desmontar del circuito eléctrico.
- 3.- Con un ohmetro verificar su conductividad.

Los resultados obtenidos de los valores se detallan en la siguiente tabla 2.40.

Elemento protector	¿Estado físico aceptable?	En estado aceptable	
		¿Conduce?	Observaciones
F1,F2,F3	SI	SI	ninguna
F4,F5	SI	SI	ninguna
F6,F7,F8	SI	SI	ninguna
F9,F10,F11	SI	SI	ninguna
F12,F13,F14	SI	SI	ninguna
F15,F16,F17	SI	SI	ninguna
F18,F19,F20	SI	SI	ninguna

**Tabla 2. 40.-** Valores obtenidos en las pruebas de los fusibles.

*Conclusiones:*

- Elementos en correcto funcionamiento.

### 2.2.4.2.- Relé térmico

Para los fusibles la prueba se realizo de la siguiente manera:

- 1.- Verificar visualmente el estado del relé térmico.
- 2.- Desmontar del circuito eléctrico.
- 3.- En un banco de pruebas, conectar el relé a una carga variable (resistencias variables), y con un amperímetro observar su activación.

Los resultados obtenidos de los valores se detallan en la siguiente tabla 2.41.

Elemento protector	¿Estado físico aceptable?	En estado aceptable	
		¿Funciona a rangos establecidos?	Observaciones
T1	SI	SI	ninguna
T2	SI	SI	ninguna
T3	SI	SI	ninguna
T4	SI	SI	ninguna
T5	SI	SI	ninguna

**Tabla 2. 41.-** Valores obtenidos en las pruebas de los relés térmicos.

*Conclusiones:*

- Elemento en correcto funcionamiento.

#### 2.2.4.3- Válvulas de alivio

*NOTA: La prueba de funcionamiento de las válvulas de alivio, no se pudo llegar a cabo hasta que el sistema mecánico de la maquina este en correcto funcionamiento.*

Los pasos para observar su correcto funcionamiento fueron los siguientes:

- 1.- Realizar una inspección visual para determinar el estado físico del elemento.
- 2.- Introducir presión en el sistema donde se encuentra el dispositivo
- 3.- Observar si funciona a los valores que se establece su acción.

Los resultados obtenidos de los valores se detallan en la siguiente tabla 2.42.

Elemento protector	¿Estado físico aceptable?	En estado aceptable	
		¿Funciona a rangos establecidos?	Observaciones
PSV-1	SI	SI	ninguna
PSV-2	SI	NO	Material solidificado en el dispositivo

**Tabla 2. 42.-** Valores obtenidos en las pruebas de las válvulas de alivio.

*Conclusiones:*

- Se realizará un mantenimiento de la válvula que no actúa, si no llegase a reponerse su cambio será necesario.

## **2.3.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS ELEMENTOS ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS.**

### **2.3.1.- INTRODUCCIÓN AL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO.**

*Mantenimiento preventivo* es el método en el cual se trata de diagnosticar el estado que tiene un equipo antes de que falle, y de esta manera evitar su salida de producción, o bien contar con las técnicas de reparación apropiadas cuando hubiera que hacer esta función.

*El mantenimiento correctivo* es una técnica, que consiste en realizar una serie de trabajos de restauración, que son necesarios cuando la maquinaria, aparatos o instalaciones se estropean, y es necesario recuperarlos. Su reparación es lo que llamamos mantenimiento correctivo.

#### **2.3.1.1.- Detalle del procedimiento de mantenimiento**

A continuación se mostrará una tabla, donde se explicará de una manera sencilla como se realizó el mantenimiento de los elementos de la máquina.

Las actividades resumidas engloban lo siguiente:

- *Desmonte general:* Desmonte de cada componente del elemento, tanto en la ubicación de la maquina como en si mismo, en busca de averías y después su montaje.
- *Limpieza en general:* Implica limpieza con limpia contactos, D.O.P, tinner, gasolina, lubricantes etc., y con actividades que requieren de limar o tallar.
- *Cambio de elementos mecánicos:* Consiste en cambio de rodamientos, empaques, o repuestos que impliquen elementos mecánicos.
- *Cambio de elementos electrónicos:* Consiste en cambio de resistencias, C.I., capacitares o cualquier elemento electrónico.

- *Cambio de elementos eléctricos:* Consiste en cambios de fusibles, contactos, lámparas de señalización etc.
- *Cambio del elemento:* consiste en el cambio total del elemento.

Más adelante se detallara cual elemento se requirió su reemplazo completo.

Si se requiere puntualizar alguna actividad se lo realizara en un detalle.

## **2.3.2.- MANTENIMIENTO DE LOS ELEMENTOS ELÉCTRICOS**

### **2.3.2.1.- Captadores**

El mantenimiento en este tipo de elementos consistió en buscar las vías de soluciones necesarias para que puedan aplicar sus funciones de una manera eficiente a un largo periodo de tiempo.

Ciertamente este tipo de elementos no sufren mucho daño en la industria, ya que sus funciones no involucra desgates mecánico, sin embargo, nos encontramos con muchos problemas, uno de los que mas sobresale es su antigüedad.

Las actividades que se realizaron se explican en la tabla 2.43.

#### **Detalles:**

- Los manómetros presentaban daños físicos en extremos, su reemplazo se hizo obligatorio.
- Algunos presóstatos presentaban desgaste en sus contactos, se pudo hallar repuestos para su cambio.

ACTIVIDADES	Captador					
	Presóstato	Manómetro	Transductor de presión	Transductor de caudal	Sensor de nivel	Termocupla
<i>Desmante en general</i>	X		X	X	X	
<i>Limpieza en general</i>		X	X	X	X	X
<i>Cambio de elementos electrónicos</i>						
<i>Cambio de elementos eléctricos</i>						
<i>Cambio del elemento</i>		X	X			

**Tabla 2. 43.-** Actividades de mantenimiento a los elementos captadores.

### 2.3.2.2.- Controladores

El este tipo de elementos se encontró muchas averías, tanto de desgaste como destrucción misma del elemento, las actividades se muestran en la tabla 2.44.

A pesar de de tener muchos elementos que están alejados del proceso de la máquina, algunos presentaban daños físicos mas que de funcionabilidad.

Sin embargo, se trato de salvar en lo mayor posible a estos elementos y los que prácticamente no tenían solución alguna, se vió necesario su reemplazo.

#### Detalles:

- Uno de los controladores de temperatura presentaba daños físicos, por lo que se debería su reemplazo, para el otro solo se verifico que existía un fusible quemado, su reemplazo verifico el correcto funcionamiento.
- Lámparas de señalización quemadas y rotas, presentaban algunas botoneras, para ello se busco reemplazos que sean del mismo tamaño y voltaje de alimentación. En cuanto a los pulsadores, pocos presentaban daños físicos, así que fue necesario remplazarlos.

ACTIVIDADES	Controlador		
	Controladores manuales	Controladores de temperatura	PLC
<i>Desmante en general</i>	X		X
<i>Limpieza en general</i>	X	X	X
<i>Cambio de elementos electrónicos</i>			
<i>Cambio de elementos eléctricos</i>	X	X	X
<i>Cambio del elemento</i>	X	X	

**Tabla 2. 44.-** Actividades de mantenimiento a los elementos controladores.

### 2.3.2.3.- Actuadores

Como elementos cuya función se involucra directamente con el proceso, se pudo identificar muchos daños debió al desgaste, fatiga o simplemente la destrucción del elemento, las actividades se muestran en la tabla 2.45.

#### Detalles:

- El cambio de los contactores se hizo necesario para la planificación de la repotenciación a un voltaje de alimentación de 220V. Al ser contactores diseñados a 440V, no se podían utilizar aun cuando su estado pudiese estar correcto
- En el mantenimiento de los motores destacamos las siguientes actividades:
  - a) Desmante del elemento.
  - b) Limpieza y barnizada de las bobinas de estator.
  - c) Cambio de rodamientos.
  - d) Lubricación de los cojinetes

- Lámparas de señalización quemadas y rotas, presentaban algunas botoneras, para ello se busco reemplazos que sean del mismo tamaño y voltaje de alimentación. En cuanto a los pulsadores, pocos presentaban daños físicos, así que fue necesario reemplazarlos.

ACTIVIDADES	Actuador		
	Contadores	Electroválvulas	Motores eléctricos
<i>Desmonte en general</i>		X	X
<i>Limpieza en general</i>		X	X
<i>Cambio de elementos mecánicos</i>			X
<i>Cambio del elemento</i>	X	X	X

**Tabla 2. 45.-** Actividades de mantenimiento a los elementos actuadores.

#### 2.3.2.4.- Dispositivos de seguridad

Se hizo indispensable su cambio, ya que la confiabilidad que teníamos en estos elementos era difícil de garantizar, y aun más, por la planificación de la repotenciación de la máquina, las actividades se muestran en la tabla 2.46.

ACTIVIDADES	Dispositivo de seguridad	
	Relé térmico	Fusible
<i>Desmonte en general</i>		
<i>Limpieza en general</i>		
<i>Cambio de elementos mecánicos</i>		
<i>Cambio de elementos electrónicos</i>		
<i>Cambio de elementos eléctricos</i>		
<i>Cambio del elemento</i>	X	X

**Tabla 2. 46.-** Actividades de mantenimiento a los dispositivos de seguridad.

## 2.3.3.- MANTENIMIENTO DE LOS ELEMENTOS MECÁNICOS

### 2.3.3.1.- Controladores

Las fallas que presentaba en mayor proporción eran debido a la cristalización del material en los mecanismos de estos elementos. Hallando vías de solución se pudo poner estos elementos en funcionamiento, las actividades se muestran en la tabla 2.47.

#### Detalles:

- La limpieza de las válvulas manuales presento un mayor esfuerzo, debido a que dichas válvulas permanecían endurecidas, por la cristalización del material dentro de su mecanismo. La limpieza se llevo a cabo llevando al material a un punto alto de calentamiento con ayuda de un soplete hasta dejarlo nuevamente líquido y después limpiarlo con tinner o gasolina. Por ello se llevo a la necesidad de cambiar empaques de dichas válvulas.
- Las válvulas reguladoras de presión presentaban el mismo problema que las válvulas manuales, al ser de calibración, la única manera de llevaras a funcionamiento fue con ayuda de una solución corrosiva, limarlas y el reemplazo de los resortes y empaques.

ACTIVIDADES	Controlador	
	Válvula manual	Válvula reguladora de presión
<i>Desmonte en general</i>	X	X
<i>Limpieza en general</i>	X	X
<i>Cambio de elementos mecánicos</i>	X	X
<i>Cambio del elemento</i>	X	

**Tabla 2. 47.-** Actividades del mantenimiento a los elementos controladores.

### 2.3.3.2.- Actuadores

Por estar presente en el proceso mismo, estos elementos presentaban muchas averías debido a cristalización del elemento, corrosión y desgaste, las actividades se muestran en la tabla 2.48.

#### Detalles:

- Los motores neumáticos se presentaron en buen estado sin embargo se requirió lubricar el mecanismo reductor de velocidad.
- Las bombas fueron los elementos mas afectados en el sistema, debido que al estar en contacto directo con el material presentaba los siguientes daños:
  - a) Cristalización del componente en el mecanismo de bombeo.
  - b) Empaques rotos.
  - c) Retenedores cristalizados.
  - d) Rodamientos desgastados.

Fe necesario el cambio de todos estos componentes, la limpieza respectiva del mecanismo y la calibración en cuanto a las bombas de engranes internos y pistones radiales. Para la bomba hidráulica no se presentaron problemas.

ACTIVIDADES	Actuador				
	Motores neumáticos	Bombas	Agitadores	Válvulas de accionamiento	Cabezal de inyección
<i>Desmonte en general</i>	X	X	X	X	X
<i>Limpieza en general</i>	X	X	X	X	X
<i>Cambio de elementos mecánicos.</i>		X			X
<i>Cambio del elemento</i>		X			

**Tabla 2. 48.-** Actividades del mantenimiento a los elementos actuadores.

### 2.3.3.4.- Dispositivos de seguridad

#### Detalles:

- Las válvulas de alivio presentaban el mismo problema que las válvulas manuales, al ser establecidas con un rango de presión de activación, la única manera de llevarlas a funcionamiento fue con ayuda de una solución corrosiva, limarlas y el reemplazo de los resortes y empaques, las actividades se muestran en la tabla 2.49.

ACTIVIDADES	Dispositivo de seguridad
	Válvula de alivio
<i>Desmante en general</i>	X
<i>Limpieza en general</i>	X
<i>Cambio de elementos mecánicos</i>	X
<i>Cambio del elemento</i>	

**Tabla 2. 49.-** Actividades del mantenimiento al dispositivo de seguridad.

## 2.4.- ANÁLISIS BENEFICIO-COSTO

### 2.4.1.- INTRODUCCIÓN

El Análisis Costo / Beneficio es el proceso de colocar cifras en dólares en los diferentes costos y beneficios de una actividad. Al utilizarlo, se estimar el impacto financiero acumulado de lo que queremos lograr.

El Análisis Costo / Beneficio en definitiva compara los costos y beneficios de las diferentes decisiones.

#### **2.4.2.- ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO**

El Análisis de Costo / Beneficio involucra los siguientes 4 pasos:

1. Llevar a cabo una Lluvia de Ideas o reunir datos provenientes de factores importantes relacionados con cada una de sus decisiones.
2. Determinar los costos relacionados con cada factor. Algunos costos, como la mano de obra, serán exactos mientras que otros deberán ser estimados.
3. Sumar los costos totales para cada decisión propuesta.
4. Determinar los beneficios en dólares para cada decisión.

#### **2.4.3.- PREFORMA DEL COSTOS**

Después del inventario, en un proyecto, se requiere la necesidad de determinar una preforma de costos de materiales que serán necesarios en dicho proyecto.

En este caso, para la reparación y automatización de la máquina inyectora de poliuretano se llegó a la siguiente preforma de costos, en la tabla 2.50 se detalla el costo de cada elemento.

<b>Nº</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>VALOR C/A</b>	<b>VALOR TOTAL (Dólares)</b>
3	Manómetro de alta presión	50	150,00
1	Transductor de presión de 0-3000 psi.	490,00	490,00
1	Pulsador tipo hongo	36,00	36,00
2	Pulsador ON/OFF	12,00	24,00
1	Selector con cerradura 22mm 2 pos. n/o	28,00	28,00
1	Termostato de 0-120 ° C	13,00	13,00
1	Controlador de temperatura NX2, heating/ cooling 100 a 240 VAC. Salida relay.	250,00	250,00
2	Válvula tipo bola	4,00	8,00
1	Motor de circulación ISO	250,00	250,00
1	Disyuntor caja moldeada 100 amp.	48,00	48,00
1	Portafusible 10 x 38 mm+fusible	2,30	2,30
2	Disyuntor p'riel din 3p 20 amp.	13,00	26,00
2	Disyuntor p'riel din 3p 80 amp.	16,00	16,00
1	Disyuntor p'riel din 3p 30 amp.	13,00	13,00
2	Relé térmico de 9-12 amp.	25,00	50,00
2	Relé térmico de 24-32 amp.	29,50	59,00
2	Relé térmico de 12-16 amp.	25,00	50,00
2	Contacto Eaton para M1, M3	18,50	37,00
2	Contacto Eaton para M2, M4	53,00	106,00
1	Contacto Eaton para M5	26,00	26,00
<b>PARA EL MÓDULO TÉRMICO DEL AGUA</b>			
1	Disyuntor p'riel din 3p 40 amp.	13,00	13,00
1	Disyuntor p'riel din 3p 30 amp.	13,00	13,00
1	Portafusible 10 x 38 mm+fusible	2,30	2,30
2	Disyuntor p'riel din 3p 6 amp.	13,00	26,00
6	Portafusible 10 x 38 mm+fusible	2,30	13,80
1	Contacto Eaton para M1	16,00	16,00
1	Contacto Eaton para M2	16,00	16,00
1	Contacto Eaton para el calentador	53,00	53,00
1	Contacto Eaton para el compresor	53,00	53,00
1	Contacto Eaton para el ventilador 1 Y 2	16,00	32,00
<b>ELEMENTOS EN GENERAL</b>			
3	Canaletas ranurada de 40 x 40	3,80	11,40
30	Borneras	1,25	3,75
3	Libretines de números y letras	15,00	45,00
1	Funda de Terminales tipo U y tipo ferrul	1,50	1,50
N/A	Tornillos y tuercas	5,00	5,00
40 mts	Cable AWG Nº 4	2,50	90,00
40 mts	Cable AWG Nº 8	1,50	60,00
2	Rodamientos	7,00	14,00
N/A	Adicionales	100,00	100,00
1	Trasformador 220/440V	700,00	700,00

**Tabla 2. 50.-** Preforma de costos

Tiempo del montaje de los elementos es de aproximadamente de un mes, el costo total de los materiales es 2.951,05 Dólares americanos. El costo de la mano de obra

del ingeniero encargado del proyecto es de 1.000 Dólares. EL costo Total fuera de IVA es de 3.951,05 Dólares.

IVA 12% = 354,12 Dólares

COSTO TOTAL = 4305.17 Dólares

El costo de un transformador de 440V para la alimentación de la maquina inyectora y el modulo es de 3.700 Dólares, y la mano de obra del ingeniero encargado del proyecto es de 1.000 Dólares. . EL costo Total fuera de IVA es de 4.700 Dólares.

IVA 12% = 564 Dólares

COSTO TOTAL = 5264 Dólares

#### **2.4.4.- ANÁLISIS ECONÓMICO.**

Bajo un análisis económico de la empresa se determina la repotenciación y automatización de la maquina debido a que se garantiza la fiabilidad en el trabajo de la maquina.

La repotenciación y la automatización se dan con el uso de los elementos eléctricos de control o elementos mecánicos que se encuentren en buen estado, aportando con el ahorro económico de la empresa.

#### **2.4.5.-RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.**

La maquina inyectora de poliuretano inyecta 5 esponjas diferentes, estos conforman un juego para los asientos del automóvil KIA RIO. En la tabla 2.51 se detalla el costo individual de cada uno.

En la tabla 2.52 se detalla la inversión de elaboración para las esponjas tomando en cuenta el lugar donde va a trabajar la maquina, ya que la empresa no cuenta con galpón propio

<i>N°</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>UBICACIÓN</i>	<i>VALOR TOTAL (Dólares)</i>
1	Esponja de 213 gramos	Asiento delantero	12,00
2	Esponja de 240 gramos	Espaldar delantero	18,00
3	Esponja de 40 gramos	Apoya cabeza	3,00
4	Esponja de 740 gramos	Espaldar de acompañantes	45,00
5	Esponja de 810 gramos	Asiento de acompañantes	52,00
TOTAL			130,00

**Tabla 2. 51.-** Costos del juego de esponjas.

<i>N°</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>INVERSIÓN MENSUAL (dólares)</i>
1	Gerente	800,00
2	Secretaria	240,00
3	Personal de producción	700,00
4	Personal de mantenimiento	350,00
5	Trasporte	200,00
6	Alquiler del galpón	300,00
7	Materia prima	7.500,00
8	Energía	130,00
9	Repuestos y Accesorios	45,00
11	Otros	200,00
TOTAL		10.465,00

**Tabla 2. 52.-** Inversión para la elaboración de las esponjas.

La producción de esponja para el automóvil es de 5 juegos diarios con 8 horas de trabajo y 21 días laborables, multiplicando los 5 juegos por los 21 días se determina el total de producción de esponjas mensualmente.

El número total de juegos es 105, este valor lo multiplicamos para el costo total de cada juego, el ingreso obtenido es el siguiente:.

$$\text{INGRESO} = 105 * 130 \text{ Dólares}$$

INGRESO = 13.650 Dólares

IVA 12% = 1.638 Dólares.

INGRESO TOTAL = 15.288 Dólares mensuales.

Los datos obtenidos de los egresos son libres de impuestos debido a que el departamento de compras realiza la retención respectiva.

La utilidad de la empresa por producción mensual de esponjas es del ingreso menos el egreso sin incluir los impuestos,

UTILIDAD = INGRESO - EGRESO

UTILIDAD = (13.650 - 10.465) Dólares

UTILIDAD = 3.185 Dólares Americanos

La recuperación de la inversión del proyecto será al menos de 2 meses de trabajo continuo.

Entre los beneficios de la repotenciación y automatización están en proporcionar herramientas de colaboración que incrementen la productividad de los empleados, los cuales podrán brindar una producción más eficiente y efectiva, con una tecnología mejorada que le permitirá contribuir al desarrollo del país, ahorrar tiempo y por lo tanto ahorros económicos a la empresa.

## CAPITULO III

### 3 ESTUDIO Y REDISEÑO DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN EL PROCESO DE CIRCULACIÓN, DOSIFICACIÓN E INYECCIÓN DEL POLIURETANO.

#### 3.1.- PARÁMETROS DE DISEÑO.

El rediseño y cálculo de los elementos que componen la máquina requiere el conocimiento previo de las características constructivas y de funcionamiento de los distintos elementos que lo componen. La industria oferta una muy vanada gama de productos comerciales, cuyas particularidades permiten una selección conecta de componentes, pero para poder hacer su selección con fundamento es preciso conocer sus características generales.

##### 3.1.1.- CONDICIONES DE LA MÁQUINA

La máquina presenta especificaciones. Para su rediseño, utilizaremos esos datos y lo adaptaremos al nuevo diseño, los cuales se muestran en la tabla 3.1.

Especificaciones:

Parámetros	Recomendaciones
Rango de viscosidad	10-2500cps
Inyección a 1:1 de relación	60 g a 300 g, en 1.0 s.
Capacidad de almacenamiento	20 galones por componente

Tabla 3. 1.- Valores de los parámetros de la máquina.

##### 3.1.2.- CONDICIONES DE LOS COMPONENTES

La **Norma UNE 92120-1**, describe las siguientes características químicas y físicas de los componentes cuyos valores se muestran en la tabla 3.2:

Propiedades/Comp.	Elastomol 803-A (Poliol)	Elastomol 803-B (Isocianato)
Densidad ( $\rho$ ) a 25 °C	1.13 g/cm <sup>3</sup>	1.23 g/cm <sup>3</sup>
Viscosidad ( $\mu$ ) a 25 °C	450 cPs	250 cPs

**Tabla 3. 2.-** Valores de los parámetros del componente.

### 3.1.3.- CONDICIONES DEL PROCESO

La producción de la espuma rígida de poliuretano queda descrita en la norma **UNE 92120-2** y consiste básicamente en una proyección realizada mediante máquina de aplicación de relación fija. Sin embargo, según las políticas de la empresa y los requerimientos de los clientes de dicha institución, las condiciones del proceso para el sistema fueron modificados en cierto porcentaje. Los parámetros que utiliza la empresa se encuentran en la tabla 3.3.

Parámetros	Recomendaciones
<i>Temperatura de componentes</i>	
Poliol	19-25 °C
Isocianato	19-25 °C
<i>Presiones de inyección</i>	
Poliol	1200 - 2500 bar
Isocianato	1200 - 2500 bar
<i>Tiempo de desmolde</i>	5 – 7 min.
<i>Relación de proporción</i>	
Poliol	100 partes en peso
Isocianato	58 partes en peso

**Tabla 3. 3.-** Valores de los parámetros del proceso.

## 3.2.- SELECCIÓN DE COMPONENTES

### 3.2.4.-SELECCIÓN DEL ACOPLAMIENTO

Para la selección del acoplamiento, se debe realizar su respectivo rediseño y después de ello su selección e implementación.

#### 3.2.4.1.- Rediseño de acoplamientos

Para el rediseño se debe conocer los parámetros necesarios que se deben tomar en cuenta para el cálculo.

El par nominal es el factor principal de dimensionado de los acoplamientos de los ejes y de las máquinas directamente conectadas a ellos.

El par nominal a transmitir está en función de la potencia a transmitir y de la velocidad de rotación:

$$C = \frac{9735 * P}{n}$$

Donde:

C= Par nominal en N\*m

P= Potencia suministrada por el motor en Kw.

n= Velocidad en revoluciones por minuto.

Dependiendo de la potencia del motor, se puede establecer el tipo de acoplamiento. Los acoplamientos elastómeros pueden transmitir potencias dentro de un rango de 1, hasta 2000 KW.

La velocidad de rotación expresada en rev/m, es la que tiene la máquina motriz y debe ser inferior a la velocidad máxima del acoplamiento. En general, los acoplamientos pueden soportar velocidad de hasta 10000 rev/m, valor superior a velocidades de los motores eléctricos.

La elección de un acoplamiento con el tamaño correcto es muy importante, para hacerlo es necesario conocer no sólo la potencia y velocidades requeridas, sino también la severidad del servicio que debe absorber, es decir, será necesario aplicar un factor de corrección o de servicio.

En la determinación del par nominal del acoplamiento, hay que tener en cuenta:

- Las irregularidades del par debidas a los diferentes tipos de máquinas motrices y receptoras (K1).

- Las frecuencias de arranque (K2).
- El número de horas de funcionamiento por día (K3).

El producto K de estos tres coeficientes K1, K2 y K3, se denomina coeficiente de seguridad o factor de carga, y se obtiene de las tablas 3.4, 3.5 y 3.6.

Máquina motriz			Máquina receptora	Ejemplos de máquinas receptoras
Motor electr. y turbina	Máq. de piston			
	4 a 6 cilind.	1 a 3 cilind.		
1	1,2	1,4	1 Marcha regular Inercia muy pequeña	•Eje de reenvío •Generador de alumbrado •Línea de ejes •Bombas centrífugas •Ventilador centrífugo ...
1,2	1,4	1,7	2 Marcha irregular Inercia pequeña	•Agitador de líquidos •Cinta transportadora •Ascensor •Máquinas herramientas rotativas para madera y metales •Máquinas textiles ligeras •Plegadoras •Bombas de engranajes •Bombas de paletas •Ventiladores ...
1,4	1,7	2	3 Marcha irregular Inercia media	•Agitador de líquidos cargados •Compresor rotativo •Transportadora de rodillos •Desmenuzadoras •Hornos rotativos •Máquinas para maderas (desbastadora, sierra de cinta ...) •Máquinas para imprimir •Mezclador •Montacargas •Punzonadora •Bomba centrífuga para líquidos cargados ...
1,7	2	2,4	4 Marcha irregular Inercia media De golpes medios	•Hormigonera •Molino de percusión •Molino de bolas •Compresor de pistón con volante de inercia •Transportador de cadena •Grúa •Laminador de metales ligeros •Máquinas de molino harinero •Martillo pilón •Telar •Bomba de pistón con volante de inercia •Cepilladora de metales •Tornos elevadores •Ventiladores de mina ...
2	2,4	2,8	5 Marcha irregular Inercia importante De golpes importantes	•Molino de martillos •Calandra (de caucho, textil ...) •Compresor de pistón con pequeño volante de inercia •Desfibradora de madera •Excavadora •Laminador •Bomba de pistón con pequeño volante de inercia •Prensa forjadora •Prensa para fabricación de papel •Tamiz vibrante ...
2,4	2,8	3,3	6 Marcha irregular Inercia muy importante De golpes muy importantes	•Compresor de pistón sin volante de inercia •Triturador •Generador de soldadura •Laminador pesado •Prensa de mam- postería •Bomba de pistón sin volante de inercia ...

**Tabla 3. 4.-** Determinación de los valores de la constante K1 debido a irregularidades del par por el tipo de máquinas motrices y receptoras.

**Fuente:** Selección de acoplamientos - INACAP

Según máquina motriz - máquina receptora	NUMERO DE ARRANQUES POR HORA				
	1	10	30	60	120
Ver cuadro K <sub>1</sub>	1	10	30	60	120
1	1,2	1,3	1,5	1,6	
2 3	1,1	1,2	1,3	1,4	
4 5 6	1,05	1,1	1,2	1,2	

**Tabla 3. 5.-** Determinación de los valores de la constante K2 debido a frecuencias de arranque.

**Fuente:** Selección de acoplamientos - INACAP

Número de horas de funcionamiento diario	0 - 2	2 - 8	8 - 16	16 - 24
Coefficiente $K_3$	0,9	1	1,1	1,2

**Tabla 3. 6.-** Determinación de los valores de la constante  $K_3$  debido a las horas de funcionamiento por día.

**Fuente:** Selección de acoplamientos - INACAP

De esto la fórmula general sería:

*Par nominal del acoplamiento = Par nominal a transmitir x Coeficiente de seguridad*

Si el tamaño no es relevante para el criterio de selección, entonces se puede considerar el precio.

Con los parámetros de diseño que se muestra en la tabla 3.7, se realizó la selección del acoplamiento.

PARÁMETROS	VALORES	PARÁMETROS	VALORES
<b>Máquina motriz</b>		<b>Máquina receptora</b>	
Motor eléctrico		Bomba de pistones radiales con volante	
Potencia	3HP	Extremo del eje:	
Velocidad	1800 rev/min.	Frecuencia de arranques:	10 arranques/hora
Extremo del eje:		Horas de funcionamiento	8

**Tabla 3. 7.-** Parámetros de diseño para la selección del acoplamiento.

El par nominal a transmitir sería:

$$C = \frac{9735 * (746 * 3)}{1800 * 1000}$$

$$C = 12.10mN$$

Según las tablas 3.9, 3.10, 3.11 los coeficientes de seguridad son:

$$K_1 = 1.7$$

$$K_2 = 1.05$$

$$K_3 = 1$$

El par nominal de acoplamiento:

$$CN = C * K1 * K2 * K3$$

$$CN = 12.10 * 1.7 * 1.05 * 1$$

$$CN = 21.6mN$$

Donde:

CN= Par nominal de acoplamiento.

Basándose en el catálogo de acuerdo el fabricante PAULSTRA que se encuentra en el anexo C, se escogió el siguiente acoplamiento:

### **CARDAFLEX 30mN**

Este acoplamiento puede soportar una velocidad de hasta 7000 revoluciones por minuto y cumple las características necesarias para su funcionamiento.

## **3.3.- ANÁLISIS DEL PROCESO DE DOSIFICACIÓN E INYECCIÓN DE LOS COMPONENTES**

### **3.3.1.- PARÁMETROS DE PRESIÓN, TEMPERATURA Y CAUDAL**

Los parámetros del proceso de dosificación e inyección de los componentes se muestran en la tabla 3.8.

<b>Parámetros</b>	<b>Recomendaciones</b>
<i>Temperatura de componentes</i>	
Poliol	19-25 °C
Isocianato	19-25 °C
<i>Presiones de inyección</i>	
Poliol	1200 - 2500 bar
Isocianato	1200 - 2500 bar
<i>Tiempo de desmolde</i>	5 – 7 min.
<i>Relación de proporción</i>	
Poliol	100 partes en peso
Isocianato	58 partes en peso
<i>Caudal de proporción por componente:</i>	60 a 300 g/s

**Tabla 3. 8.-** Valores de los parámetros del proceso.

Manejando dichas presiones y caudales, se realizó el análisis de los elementos mecánicos y la determinación de sus valores de trabajo.

### 3.3.2.- BOMBAS DE PISTONES RADIALES REGULABLE.

La bomba de pistones radiales de caudal regulable es la utilizada para promocionar el caudal necesario y regulado para la inyección.

Con una cámara de succión y otra de descarga, esta bomba maneja el caudal que ingresa a la cámara de succión, en el cual el líquido es bombeado por medio de seis pistones, los cuales, dependiendo de la excentricidad en el que se encuentren, llevan el líquido de la cámara de succión a la cámara de descarga, y a presión y caudal regulado, después de esto, el material es expulsado por la línea de descarga.

Un volante que posee en la parte superior de la bomba, es el encargado de regular el caudal de bombeo, el cual lo realiza regulando la excentricidad de los pistones que posee dicha bomba.

Los rangos de presión y caudal de esta bomba son mostrados en la tabla 3.9.

PARÁMETROS	VALORES
<i>Marca</i>	BOSCH
<i>Volumen de expulsión</i>	16 a 85 lb/s
<i>Margen de velocidad</i>	3500 rev/s
<i>Presión nominal</i>	500 a 3000 psi.

**Tabla 3. 9.-** Parámetros de la bomba de pistones radiales.

Los márgenes de trabajo de la máquina para su operación son de 1200 a 2500 psi, a un caudal máximo de 30 lb/s, así esta bomba se encuentra en los rangos de trabajo correcto.

### **3.3.3.- SELECCIÓN DE SENSORES**

Los sensores de presión (manómetros) fueron los reemplazados en este proceso.

Par la selección de dichos manómetros se tomó en cuenta el diámetro del acople del sensor, las presiones máximas de trabajo y la posición de la lectura.

### **3.3.3.- SELECCIÓN DE RODAMIENTOS Y RETENEDORES**

Después del estudio de mantenimiento correctivo de todos los elementos mecánicos, se encontró que muchos de estos elementos requerían repuestos y cambio de algunos de los componentes.

Elementos como bombas y motores, como elementos principales de trabajo, se debió buscar cambio de rodamientos para los motores y retenedores para las bombas, ya que los que poseían estaba en pésimas condiciones mecánicas.

#### **3.3.3.1.- Selección de rodamientos**

Para la selección de rodamientos se debe tomar en cuenta los siguientes criterios:

- Marca.
- Tipo de carga.
- Tiempo de operación.
- Torque o par de operación.
- Par máximo.
- Dimensiones.
- Temperatura de trabajo.
- Duración de los rodamientos.



Siempre se debe tomar en cuenta que, existe un sin número de tipos de rodamientos, la selección del correcto dependerá del trabajo, del tipo de carga y de la potencia de la máquina motriz.

Para la selección de los rodamientos adecuados para los motores, simplemente se escogió los rodamientos tipo bola, debido a que estos rodamientos son de carga axial, de largo tiempo de duración y ampliamente utilizados en motores de baja potencia.

### **3.3.3.2.- Selección de retenedores.**

Para la selección de retenedores, siempre hay que tomar en cuenta los siguientes criterios.

- Marca
- Presión nominal
- Temperatura de trabajo
- Condiciones de trabajo
- Construcción y dimensiones
- Tipo de retenedor.

Al cambiarse los retenedores de las bombas de pistones radiales, se tomo muy en cuenta la presión de trabajo, ya que la máxima presión es de 3000 psi.

## **3.4.- ESTUDIO DEL MÓDULO TÉRMICO DEL AGUA**

### **3.4.1.- INTRODUCCIÓN**

El módulo térmico del agua es unidad es la encargada de alimentar de agua caliente y fría a la máquina inyectora, específicamente a los intercambiadores de calor si se requiere. Esta posee un interruptor de flujo, disyuntor para su desconexión, válvula

de ventilación, refrigerante, luces indicadoras, indicadores de temperatura, bombas y manómetros de presión del refrigerante, válvula de cierre de flujo, termostatos, válvula de alivio de presión por el agua y refrigerante, compresor semihermético y refrigerante R-22.

### 3.4.2.- COMPONENTES DEL SISTEMA

Este módulo está compuesto por una estructura metálica robusta construida con perfiles de hierro, la cual tiene por objeto, soportar el circuito de transferencia de calor, condensador, motores eléctricos, calentador, tuberías y tanque de almacenamiento así como se muestra en la Figura .3.2.



**Figura 3. 2.-** Módulo térmico de agua.

A continuación se especificará a detalle el módulo térmico del agua.

- a. Especificaciones
- b. Bombas de agua
- c. Calentador
- d. Intercambiador de calor
- e. Condensador
- f. Compresor
- g. Tanque
- h. Accesorios
- i. Controles
- j. Panel del operador.
- k. Transformador

## a.- Especificaciones

ESPECIFICACIÓN	VALORES
Capacidad del tanque de agua a 10°C	1.0 ton
Potencia del calentador	6.8 KW
Bomba de circulación c/u	¾ HP
Caudal de salida c/u	36 gpm a 30 psi
Compresor	7.5 HP
Condensador	Agua, refrigerante
Alimentación eléctrica	440/230 V/3fases/60Hz
Consumo en amperios	440V-0.85A, 230V-9.44A
Máxima temperatura de trabajo	46,11 °C

Tabla 3. 10.- Especificaciones generales

## b.- Bombas de agua.

### - Bomba M1

Este elemento permite al líquido del sistema fluir a través de las tuberías, con una velocidad constante. Llevando el fluido hacia el calentador, y luego hacia los intercambiadores de calor que están en los 2 circuitos (iso, poliol), dependiendo de las ordenes del controlador de temperatura, que se encuentra comandando desde el tablero de control en la máquina inyectora. Retornando el fluido hacia el tanque de reserva cerrando así el circuito de recirculación.

Esta bomba es de ¾ HP de potencia a 220 VAC 3 fases y 60 Hz, con tomas de agua para tubería de 1" de diámetro (ver la Figura 3.3).



Figura 3. 3.- Bomba de agua caliente

### - Bomba M2

La bomba de recirculación transporta el agua desde el tanque hacia intercambiador de calor del modulo térmico para su respectiva transferencia de calor, para alcanzar la temperatura exacta del agua fría previamente ajustada.

Esta bomba después, lleva el fluido hacia los intercambiadores de calor que están en los 2 circuitos (iso, poliol), dependiendo de las órdenes del controlador de temperatura igual que el caso anterior.

Las características de la bomba son:  $\frac{3}{4}$  HP de potencia a 220 VAC 3 fases y 60 Hz, con tomas de agua para tubería de 1" de diámetro (ver la Figura 3.4).



**Figura 3. 4.-** Bomba de agua fría

### **c.- Calentador**

Este elemento es el encargado de calentar el fluido. Cuando el sistema requiera aumentar la temperatura del material (iso, poliol), el controlador comanda la activación de las tres resistencias eléctricas de forma tubular, de forma que la energía disipada por este elemento se convierta en calor y por efectos conductivos caliente el fluido dentro del calentador, figura 3.5. La potencia que maneja la resistencia es de 6.8 vatios a un voltaje de 220 VAC, con una conexión en estrella.



**Figura 3. 5.-** Calentador de agua

### **d.- Intercambiador de calor**

Intercambiador de calor esta construido de hierro y tiene como objeto realizar la transferencia de calor entre el fluido caliente del proceso y el liquido (R-22) proveniente de una fuente externa, en el caso de que se requiera disminuir la temperatura (ver la Figura 3.6).



**Figura 3. 6.-** Intercambiador de calor.

### **e.- Condensador**

El condensador como se muestra en la figura. 3.7 y 3.8, recibe el fluido (Gas R-22), y convierte el vapor de su estado gaseoso a su estado líquido por medio del intercambiador de calor, la condensación se produce utilizando aire mediante el uso de dos ventiladores que expulsan el calor hacia fuera de él.



**Figura 3. 7.-** Condensador parte posterior **Figura 3. 8.-** Condensador parte frontal

### **f.- Compresor**

Es el encargado de aspirar el fluido refrigerante (R-22), proveniente del intercambiador de calor (evaporador), bajo la forma de vapor a baja presión y temperatura, figura 3.9, en el compresor El fluido sufre un incremento de presión y temperatura. Este fluido se dirige nuevamente hacia el intercambiador de calor cerrando así su ciclo de refrigeración.



**Figura 3. 9.-** Compresor

### g.- Tanque

En tanque se encarga de almacenar el fluido (70% agua y 30% refrigerante) con una capacidad de 1000 lts, tiene por objetivo contener todo el líquido del proceso

Este tanque esta dividido en dos reservorios, uno para agua caliente y el otro para agua fría, manteniendo las temperaturas individuales, los reservorios tienen un visor de nivel, válvulas de tipo mariposa orificios de llenado, drenado y succión como se muestra en la figura 3.10.



**Figura 3. 10.-** Tanque reservorio

1.- Orificio de llenado, 2.- visor de nivel, 3 y 4.-Orificios de drenado, 5.-válvula, 6.-Orificio de succión.

### h.- Accesorios

Los accesorios del ciclo de enfriamiento de fluido, esta detallan a continuación en la figura 3.11.

1. *Intercambiador de calor.*
2. *Ventiladores.-* Encargados del enfriamiento por aire al líquido (gas R-22).
3. *Tuberías.-* Son de tipo acero inoxidable de 1" de diámetro, están encargadas de conducir el fluido a través del proceso.
4. *Flujometro.-* Encargado de abrir o cerrar una electroválvula de by-pass para mantener un caudal de fluido constante.

5. *Válvula de expansión termostática para by-pass.*- Aporta la misma cantidad de refrigerante, en forma líquida, cuando el fluido llega a una temperatura deseada de trabajo conduciendo el líquido nuevamente al condensador.
6. Compresor.
7. *Receptor de líquido.*- En este elemento es donde se almacena el refrigerante. Si la instalación esta en funcionamiento el recibidor esta casi vacío. Si la instalación para y el sistema de vaciado está instalado, el refrigerante se almacenara en el recibidor.
8. *Presóstato diferencial.*- Se encarga de mantener una presión adecuada en el receptor de líquido, calibrada por el operador.



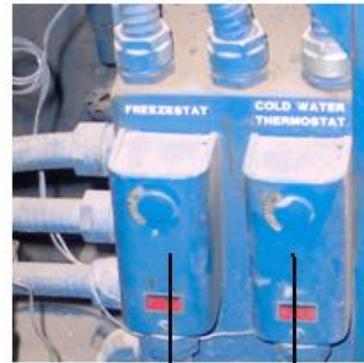
**Figura 3. 11.-** Ciclo de enfriamiento.

9. *Presóstato diferencial 1.*- Se encarga de mantener una presión adecuada de líquido en el compresor, calibrada por el operador figura 3.12.
10. *Presóstato diferencial 2.*- Se encarga de mantener una presión para mantener una presión de líquido adecuada en el condensador.
11. *Presóstato diferencial 3.*- Se encarga de comandar el ventilador 1, para mantener una presión de líquido adecuada en el condensador.
12. *Frezerstat.*- Ayuda al termostato a tener un rango de tolerancia figura 3.13.
13. *Termostato.*- Controla la temperatura del fluido encendiendo o apagando del compresor dependiendo de la temperatura.



9 10 11

**Figura 3. 12.-** Presóstatos diferenciales

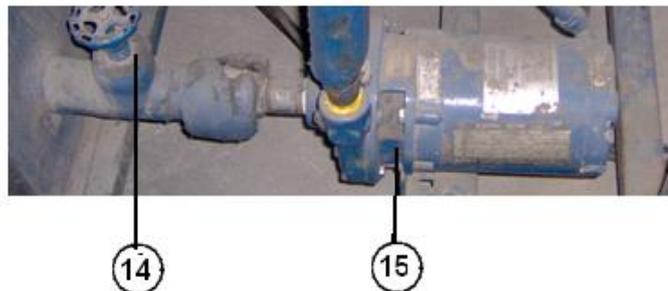


12 13

**Figura 3. 13.-** Frezerstat y termostato

14. *Válvula tipo mariposa.* - Ésta permite o restringe el paso del fluido hacia la bomba de succión figura 3.14.

15. Bomba de agua fría.



14 15

**Figura 3. 14.-** Bomba de agua fría.

16. *Electroválvula.* - Permite el paso del fluido cuando esta se activa, dependiendo del flujometro figura 3.15.

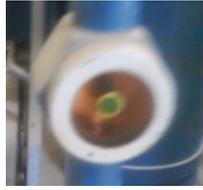
17. *Filtro/secado.* - El filtro se usa para sacar todas las partes sólidas del líquido. El secador quita la humedad del refrigerante.



16 17

**Figura 3. 15.-** Electroválvula y filtro del refrigerante

18. *Visor.* - Aporta la posibilidad de revisar si hay suficiente liquido en la refrigeración figura 3.16.



**Figura 3. 16.-** Visor de líquido

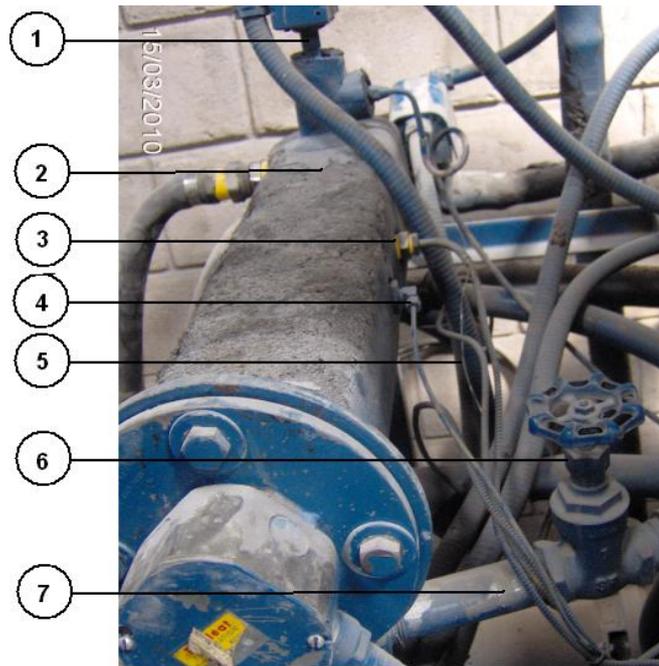
19. *Válvula de expansión termostática.*- Aporta la misma cantidad de refrigerante, en forma líquida, de vuelta al intercambiador de calor mientras el compresor saca el gas fig. 3.17.



**Figura 3. 17.-** Válvula de expansión termostática

Los accesorios del ciclo de calentamiento, esta detallan a continuación en la figura 3.18.

1. *Presóstato.*- Se encarga de abrir un by-pass para aliviar la presión en el calentador de agua cuando este exceda la presión normal de trabajo.
2. *Calentador trifásico.*
3. *Manómetro.* Se encarga de indicar al operador la presión del proceso en el instante que esta trabajando el calentador.
4. *Termómetro.*- Permite que el operador visualice fácilmente la temperatura del proceso, en el instante que el calentador esta trabajando.
5. *Termostato.*- Controla la temperatura del fluido encendiendo o apagando del calentador dependiendo de la temperatura.
6. *Válvula tipo mariposa.*- Ésta permite o restringe el paso del fluido hacia el tanque de almacenamiento, cuando el operador piense que sea necesario.
7. *Tubería.*-Son de tipo acero inoxidable de 1" de diámetro, están encargadas de conducir el fluido a través del proceso de calentamiento.



**Figura 3. 18.-** Accesorios del ciclo de calentado

8. *Válvula.*- Se encarga de abrir o cerrar el paso del fluido hacia el tanque reservorio, cuando la presión se eleve en el calentado figura 3.19.



**Figura 3. 19.-** Válvula

9. Motor del proceso de calentado figura 3.20.

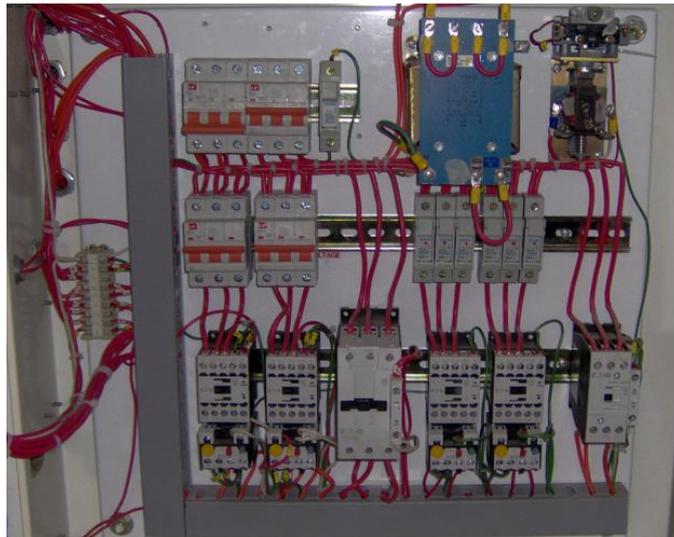


**Figura 3. 20.-** Motor

### **i.- Control.**

Se encuentran en el tablero principal del modulo térmico figura 3.21.

- Disyuntores de desconexión 220V y 400V
- Contactores de arranque de motores 220V y 440V
- Fusibles
- Transformador para el circuito de control.



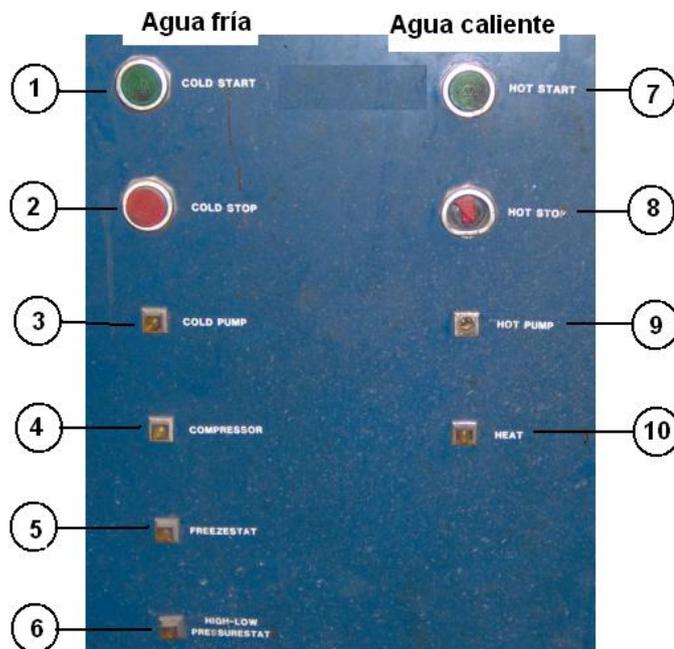
**Figura 3. 21.-** Tablero principal del modulo

### **j.- Panel del operador**

Este panel cumple con dos funciones principales: la primera función es alojar en su interior la ubicación de la mayoría de los elementos eléctricos que forman el módulo y la segunda es soportar en su exterior a los elementos para visualización y manejo del operador, como muestra la figura 3.22, 3.23, estas se detallan a continuación.

1. Pulsantes de encendido.- Sirve para iniciar el ciclo de enfriamiento.
2. Pulsante de paro.- Sirve para detener el proceso.
3. Luz indicadora 1.- avisa al operador que esta encendida la bomba.
4. Luz indicadora 2.- avisa al operador que esta encendido el compresor.
5. Luz indicadora 3.- avisa al operador que se activo el freszestat.
6. Luz indicadora 4.- avisa al operador que se activo el termostato.
7. Pulsantes de encendido.- Sirve para iniciar el ciclo de calentamiento.
8. Pulsante de paro.- Sirve para detener el proceso.

9. Luz indicadora 5.- avisa al operador que esta encendida la bomba.
10. Luz indicadora 6.- avisa al operador que esta encendido el calentador.
11. Termómetro 1.- permite que el operador visualice la temperatura que se encuentra el fluido en el calentador, se maneja en rangos de 20-120°C.
12. Termómetro 2.- permite que el operador visualice la temperatura de retorno al tanque reservorio de agua caliente, se maneja en rangos de 20-120°C.
13. Manómetro 1.- permite que el operador visualice el valor de presión que se encuentra en el calentador, se maneja en rangos de 0-160 psi.
14. Manómetro 2.- permite que el operador visualice el valor de presión del liquido (gas R-22), se maneja en rangos de 0 – 400 psi.
15. Manómetro 3.- permite que el operador visualice el valor de presión del fluido en el ciclo de enfriamiento, se maneja en rangos de 0 – 160 psi.
16. Termómetro 3.- permite que el operador visualice la temperatura de retorno al tanque reservorio de agua fría, se maneja en rangos de -20 – 40°C.
17. Termómetro 4.- permite que el operador visualice la temperatura del fluido en el ciclo de enfriamiento, se maneja en rangos de -20 – 40°C.



**Figura 3. 22.-** Panel de manejo para el operador

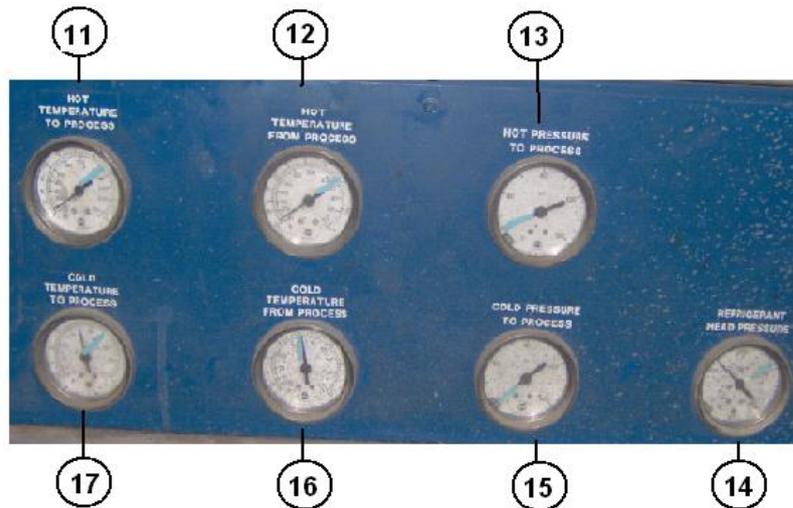


Figura 3. 23.- Panel de visualización para el operador

#### k.- Transformador.

Este transformador es el encargado de proporcionar un voltaje de 440V para el funcionamiento del compresor y ventiladores figura 3.24.



Figura 3. 24.- Transformador 440V

## CAPITULO IV

### 4 REDISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

#### 4.1.- PARÁMETROS DEL DISEÑO

##### 4.1.1.- PARÁMETROS DEL DISEÑO ANTERIOR

La máquina inyectora de poliuretano está construida con un diseño energético Americano de 440V a 60Hz, con potencia instalada de 31.5 KW, la cual se encuentra distribuida en los sistemas de proceso como se encuentra en la tabla 4.1

El módulo térmico del agua cuenta con una distribución de cargas que se muestra en la tabla 4.2.

Nº	CARGA	VOLT. (V)	AMP. (A)	RPM.	FREC. (Hz)	COS $\theta$	POT. (KW)
1	M1 3HP bomba de baja presión iso	440	4,9	1750	60	0,85	3,18
1	M2 3HP bomba de baja presión polioliol	440	4,9	1750	60	0,85	3,18
1	M5 5HP bomba Hidráulica	440	8,5	1600	60	0,9	5,5
1	M3 10HP bomba de alta presión iso	440	14,4	1780	60	0,85	9,32
1	M4 10HP bomba de alta presión polioliol	440	14,4	1780	60	0,85	9,32
N/A	Circuito de control	440	2,27	N/A	60	N/A	1
<b>POTENCIA TOTAL INSTALADA</b>							<b>31,5</b>

**Tabla 4. 1.-** Distribución de las cargas de la máquina inyectora a un valor nominal de 440 V.

N°	CARGA	VOLT. (V)	AMP. (A)	RPM	FREC. (Hz)	COS $\Theta$	POT. (KW)
1	M1 0,75 HP Bomba de agua fría	440	1,2	3550	60	0,9	0,77
1	M2 0,75HP Bomba de agua caliente	440	1,2	3550	60	0,9	0,77
1	M5 7HP Compresor	440	11,6	1750	60	0,85	7,5
1	M3 0,5HP Ventilador 1	440	0,85	1780	60	0,9	0,55
1	M4 0,5HP Ventilador 2	440	0,85	1780	60	0,9	0,55
1	Calentador	440	15,7	N/A	60	1	15
N/A	Circuito de control	440	2,3	N/A	60	1	1
<b>POTENCIA TOTAL INSTALADA</b>							<b>23,14</b>

**Tabla 4. 2.-** Distribución de las cargas del módulo térmico de agua a un valor nominal de 440 V.

Con el análisis beneficio-costos, se tomó la decisión de repotenciar la máquina inyectora a un voltaje de alimentación de 220V a 60 Hz, debido a las causas que se explican en el capítulo 2.

Los elementos de protección y potencia como disyuntores, contactores, relés térmicos, fusibles, cables, etc., están rediseñados para el nuevo voltaje de alimentación, los detalles del diseño se muestran más adelante.

En cuanto a los elementos de control, el voltaje energético de trabajo no varía, que es de 120V a 60Hz, lo que involucra el uso de los elementos eléctricos, electrónicos y electromecánicos y adecuarlos según la necesidad del nuevo diseño.

#### 4.1.2.- PARÁMETROS DE DISEÑO ACTUAL

El análisis de los parámetros de diseño, involucra la corriente de las cargas.

Debido a que las cargas primarias de la máquina son los motores se deberá analizar la carga a un voltaje de alimentación a 220V.

#### 4.1.2.1.- Cambio de conexiones a los motores eléctricos

Los motores utilizados en la máquina inyectora son de alimentación trifásica jaula de ardilla, figura 4.1. Estos motores tienen dos tipos de conexiones, los datos técnicos se detalla en la tabla 4.3.

- Conexión en estrella-serie con alimentación a 440V
- Con conexiones a 220V en estrella paralelo



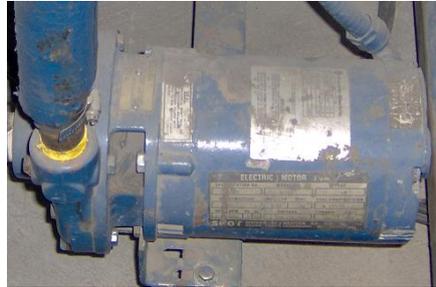
**Figura 4. 1.-** Motores eléctricos de la máquina inyectora

N°	Potencia	Voltaje	Hz
2	3 HP	440/220	60
1	5 HP	440/220	60
2	10 HP	440/220	60

**Tabla 4. 3.-** Datos técnicos de los motores de la maquina inyectora

Los motores del modulo térmico del agua de igual manera son de alimentación trifásica, jaula de ardilla, figura 4.2, con la misma configuración de conexión 440/220 V como se muestra en la fig. 4.3, Los demás motores como el compresor y los ventiladores son de 440V, los datos técnicos se detallan en la tabla 4.4.

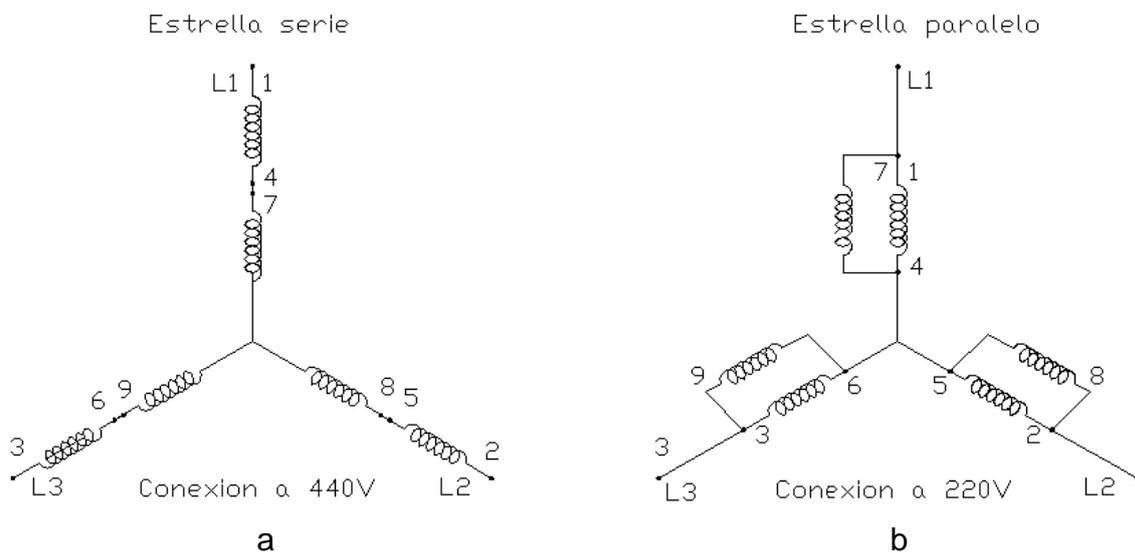
Con la resolución del análisis beneficio-costos se tomó la decisión que se realizará la instalación un transformador 220V/440V, 60Hz.



**Figura 4. 2.-** Motores eléctricos del módulo térmico del agua

Nº	Potencia	Voltaje	Hz
2	0.75 HP	440/220	60
1	7 HP	440	60
2	0.5 HP	440	60

**Tabla 4. 4.-** Datos técnicos de los motores del módulo térmico del agua



**Figura 4. 3.-** a) Esquema de conexión a 440V en estrella – serie, b) Esquema de conexión en estrella paralelo.

Determinado la conexión de los motores se procederá a determinar los parámetros de diseño.

En la tabla 4.5 se muestra los valores de diseño con una potencia instalada de 31.5 KW.

N°	CARGA	VOLT. (V)	AMP. (A)	RPM.	FREC. (Hz)	COS $\Theta$	POT. (KW)
1	M1 3HP bomba de baja presión iso	220	9.8	1750	60	0,85	3,18
1	M2 3HP bomba de baja presión poliol	220	9.8	1750	60	0,85	3,18
1	M5 5HP bomba Hidráulica	220	17	1600	60	0,9	5,5
1	M3 10HP bomba de alta presión iso	220	28.8	1780	60	0,85	9,32
1	M4 10HP bomba de alta presión poliol	220	28.8	1780	60	0,85	9,32
N/A	Circuito de control	220	4.5	N/A	60	1	1
<b>POTENCIA TOTAL INSTALADA</b>							<b>31,5</b>

**Tabla 4. 5.-** Distribución de las cargas de la máquina inyectora a un valor nominal de 220 V.

El módulo térmico del agua cuenta con una potencia instalada de 9.34 KW a 220V y 8.6 KW a 440V, la cual se encuentra distribuida en los sistemas de proceso como se muestra en la tabla 4.6.y 4.7.

N°	CARGA	VOLT. (V)	AMP. (A)	RPM	FREC. (Hz)	COS $\Theta$	POT. (KW)
1	M1 0,75 HP Bomba de agua fría	220	2,4	3550	60	0,9	0,77
1	M2 0,75HP Bomba de agua caliente	220	2,4	3550	60	0,9	0,77
1	Calentador	220	20	N/A	60	1	6,8
N/A	Circuito de control	220	2,3	N/A	60	1	1
<b>POTENCIA TOTAL INSTALADA</b>							<b>9,34</b>

**Tabla 4. 6.-** Distribución de las cargas del módulo térmico de agua a un valor nominal de 220 V.

Nº	CARGA	VOLT. (V)	AMP. (A)	RPM	FREC. (Hz)	COS $\Theta$	POT. (KW)
1	M5 7HP Compresor	440	11,6	1750	60	0,85	7,5
1	M3 0,5HP Ventilador 1	440	0,85	1780	60	0,9	0,55
1	M4 0,5HP Ventilador 2	440	0,85	1780	60	0,9	0,55
<b>POTENCIA TOTAL INSTALADA</b>							<b>8,6</b>

**Tabla 4. 7.-** Distribución de las cargas del módulo térmico de agua a un valor nominal de 440 V.

#### 4.2.- REDISEÑO DE TABLEROS ELÉCTRICOS DE POTENCIA Y CONTROL

La alimentación principal ingresa por la parte superior del tablero de Potencia.

En el tablero de potencia, el circuito eléctrico que accionará las partes electromecánicas de la máquina se encuentran dentro un gabinete metálico donde contactores, relés térmicos, transformadores, fusibles, disyuntores, puesta a tierra, etc., se ubican en forma ordenada, como se muestra en la Fig. 4.4



**Figura 4. 4.-** Apariencia del tablero de potencia.

En la parte derecha de la máquina se encuentra el tablero de control.

En la parte frontal del tablero principal de control están todos los pulsadores, controladores, reguladores y teclado que permiten al trabajador dar las ordenes de encendido, calibración y apagado de la máquina antes y después de la jornada de

trabajo. Y en la parte inferior del tablero están los elementos electrónicos como convertidor de 120V AC a 5V DC, PLC, contadores, cables, etc, figura 4.5.



**Figura 4. 5.-** Apariencia del tablero de control.

#### **4.2.1.- REDISEÑO DEL CIRCUITO DE POTENCIA**

El análisis del circuito de potencia se enfocara en perseguir las siguientes actividades:

- a. Selección de conductores.
- b. Selección de Protecciones.
- c. Planos eléctricos de cada una de las dependencias de la empresa.
- d. Circuitos alimentadores para motores eléctricos

De los resultados que se obtengan en el estudio de estos parámetros se definirá si se confirma o se cambia el calibre o el tipo de conductores, la distribución de circuitos, o las protecciones y elementos instaladas actualmente.

##### **4.2.1.1.- Motores Eléctricos**

Los motores eléctricos son los mayores consumidores de potencia eléctrica en la máquina, ya que su funcionamiento radica en estos.

Después de la adecuación de los motores a un voltaje de alimentación a 220V, se tuvo la necesidad de rediseñar los elementos de protección y el cable de alimentación.

Además hay que dejar en claro, que el arranque de los motores, se realizó como arranque directo. Esto se debe al estudio de la instalación de variadores de frecuencia para los motores, que se realizará en un determinado tiempo futuro.

Los datos de los motores en cuanto a su carga nominal son especificados en la tabla 4.8, y son estos datos que se tomaron en cuenta para el rediseño actual.

Nº	CARGA	VOLT. (V)	AMP. (A)	RPM.	FREC. (Hz)	COS $\theta$	POT. (KW)
1	M1 3HP bomba de baja presión iso	220	9.8	1750	60	0,85	3,18
1	M2 3HP bomba de baja presión polioli	220	9.8	1750	60	0,85	3,18
1	M5 5HP bomba Hidráulica	220	17	1600	60	0,9	5,5
1	M3 10HP bomba de alta presión iso	220	28.8	1780	60	0,85	9,32
1	M4 10HP bomba de alta presión polioli	220	28.8	1780	60	0,85	9,32

**Tabla 4. 8.-** Datos técnicos de los motores con un voltaje de alimentación a 220V.

#### 4.2.1.2.- Calentador de agua por resistencias eléctricas tubulares

El calentamiento del agua, necesaria para el proceso se lo realiza por medio de los calentadores que consisten en resistencias, capaces de transformar la energía eléctrica en energía calorífica.

Estas tres resistencias que usa el módulo térmico de agua, son de forma tubular con una potencia de 12 KW en conexión estrella como se muestra en la Fig. 4.6 y 4.7.



**Figura 4. 6.-** Apariencia física de las resistencias tubulares que componen el calentador.



Figura 4. 7.- Apariencia externa del calentador de agua.

4.2.1.2.1.- Cálculo de potencia

La necesidad de adecuar los calentadores al nuevo voltaje de alimentación, llevo a la necesidad de realizar un cálculo de corriente y potencia y determinar así sus nuevos parámetros de carga, figura 4.8.

- Resistencias en estrella

Datos:

Pe= potencia en estrella

VL= voltaje de alimentación

IL= corriente de línea

R1, R2, R3= valor de las resistencias en ohmios

VL = 440V

R1 = R2 = R3 = 21Ω

**Calculo en 440V**

$$V_1 = I_1(42\angle 0) - I_2(21\angle 0)$$

$$440 = I_1(42\angle 0) - I_2(21\angle 0)$$

$$I_1 = 12.09\angle -30$$

$$V_2 = I_1(42\angle 0) - I_2(21\angle 0)$$

$$440 = I_1(42\angle 0) - I_2(21\angle 0)$$

$$I_2 = 12.09\angle -90$$

Conexion en Estrella

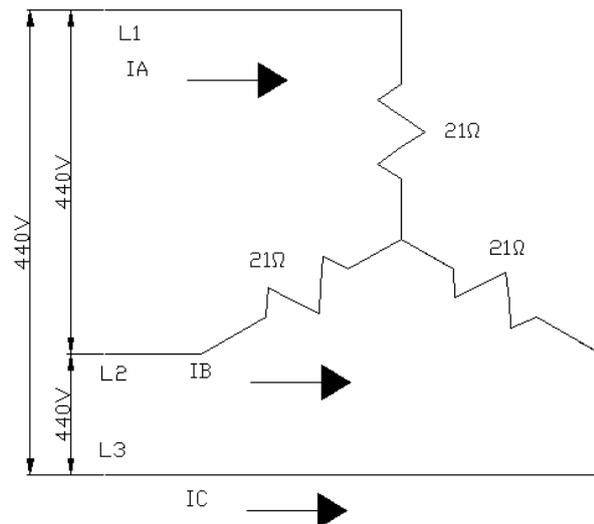


Figura 4. 8.- conexión en estrella

$$I_A = I_1 = 12.09 \angle -30$$

$$I_B = I_2 - I_1 = 12.09 \angle 210$$

$$I_C = -I_2 = 12.09 \angle 90$$

$$Pe = \sqrt{3} * V_L * I_L$$

$$Pe = \sqrt{3} * 440 * 12.09$$

$$Pe = 9.21 \text{ Kw}$$

### Calculo a 220V

$$V_1 = I_1(42 \angle 0) - I_2(21 \angle 0)$$

$$220 = I_1(42 \angle 0) - I_2(21 \angle 0)$$

$$I_1 = 7.81 \angle -30$$

$$V_2 = I_1(42 \angle 0) - I_2(21 \angle 0)$$

$$220 = I_1(42 \angle 0) - I_2(21 \angle 0)$$

$$I_2 = 7.81 \angle -90$$

$$Pe = \sqrt{3} * V_L * I_L$$

$$Pe = \sqrt{3} * 220 * 7.81$$

$$Pe = 2.98 \text{ Kw}$$

Después de este análisis, se determinó que la potencia disminuye radicalmente.

Esto afectaría sin duda al tiempo necesario para calentar al agua.

Con el fin de buscar la potencia adecuada, se realizó un nuevo cálculo de conexión en triángulo a 220V, figura 4.9.

#### - Resistencias en triángulo

Datos:

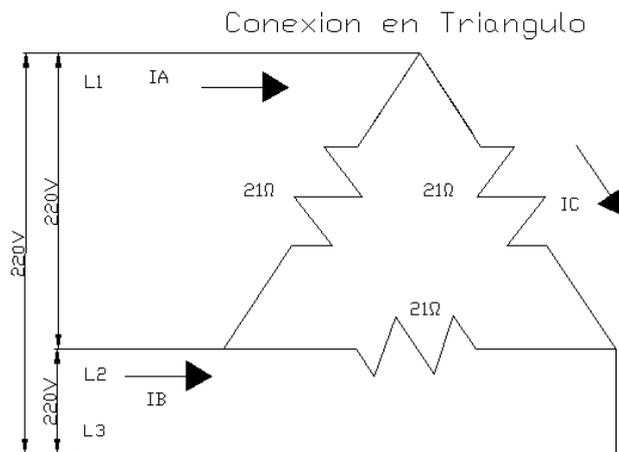
In = corriente nominal del calentador

Pt = potencia en triángulo

Vf= voltaje de fase

R1, R2, R3= valor de las resistencias

$$R1 = R2 = R3 = 21 \Omega$$



**Figura 4. 9.- conexión en triángulo**

$$V_f = IR$$

$$I = \frac{V_f}{R}$$

$$I_{AB} = \frac{220V \angle 0}{21\Omega} = 10.4 \angle 0$$

$$I_{BC} = \frac{220V \angle 240}{21\Omega} = 10.4 \angle 240$$

$$I_{CA} = \frac{220V \angle 120}{21\Omega} = 10.4 \angle 120$$

$$P_{triangulo} = 3P_f$$

$$P_f = I^2(R)$$

$$P_f = (10.4A)^2(21\Omega) = 2100W$$

$$P_t = 3 * 2100W$$

$$P_t = 6.8KW$$

$$I_n = \frac{P_t}{\sqrt{3} * 220V}$$

$$I_n = \frac{68000}{\sqrt{3} * 220V} = 17.84A$$

Con esta conexión se determina una disminución de la potencia a casi menos de la mitad, pero no afectara la producción ya que dicho tiempo no es tan radical.

En la figura 4.10 se muestra la conexión que se realizo a 220V.



**Figura 4. 10.-** Conexión del calentador a 220V.

#### **4.2.1.3.- Análisis y rediseño de conductores.**

La selección de conductor para la alimentación general de la máquina inyectora y para cada circuito de los motores, se la efectuará en base a un criterio: por corriente. Estos parámetros con el conocimiento previo de cada circuito, permitirá determinar el tipo o calibre de conductor.

##### *4.2.1.3.1.- Cálculo de las componentes del alimentador (maquina inyectora).*

Para calcular la capacidad de corriente del conductor del circuito alimentador, se toman en cuenta la corriente del elemento en plena carga.

La ecuación que se describe a continuación, nos permite calcular la corriente total de un alimentador para la selección del conductor.

Donde:

$I_{AL}$  = corriente total del alimentador

$$I_{AL} = 1.25I_{pc.motor.mayor} + \sum I_{pc.otros.motores}$$

Así que la corriente de alimentación para la selección del conductor será:

$$I_{AL} = 1.25(28.8) + 28.8 + 17 + 9.8 + 9.8$$

$$I_{AL} = 101.4A$$

El conductor del circuito se selecciona en tablas de conductores en función de la corriente calculada, para el presente estudio se utilizará las *tablas de alambrec* que se muestran en el Anexo C.

De acuerdo a las tablas empleadas para 3 conductores al aire libre, tipo THHN corresponde al grupo B, con una temperatura de servicio de 60°C.

*Corresponde al calibre 4 AWG.*

*4.2.1.3.2.- Cálculo de Calibre del conductor para Motor 10 Hp*

Donde:

$I_{AM}$  = corriente que circula por el conductor.

$$I_{AM} = 1.25I_n$$

$$I_{AM} = 1.25(28.8)A$$

$$I_{AM} = 36A$$

*Corresponde al calibre 8 AWG. Tipo THHN.*

*4.2.1.3.3.- Cálculo de las componentes del alimentador (Modulo térmico del agua).*

**- Cálculo a 220V**

Donde:

$I_{AL}$  = corriente total del alimentador

$$I_{AL} = 1.25(17.84) + 2.4 + 2.4$$

$$I_{AL} = 27.1A$$

*Corresponde al calibre 10 AWG. Tipo THHN*

**- Cálculo a 440V**

$$I_{AL} = 1.25(11.6) + 0.85 + 0.85$$

$$I_{AL} = 16.2A$$

*Corresponde al calibre 12 AWG. Tipo THHN*

#### 4.2.1.3.3.- Caídas de Tensión

La caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el reglamento en cada parte de la instalación que es de 5% entre el tablero de fuerza y los motores eléctricos, con el objeto de garantizar el buen funcionamiento del cable. Este criterio suele ser determinante cuando las líneas son de larga longitud.

#### - Cálculos por caída de voltaje

$C_v$  = Caída de voltaje permitida en por ciento.

$c = \sqrt{3}$  para trifásicos.

$I$  = Corriente de carga en A

$S$  = Área o sección transversal del conductor en  $\text{mm}^2$

$L$  = Longitud del conductor en metros

$V$  = voltaje aplicado al conductor.

$$C_v = \frac{2 * c * L * I}{V * S}$$

$$C_v = \frac{2 * \sqrt{3} * 15 * 101.4}{220 * 21.15} = 1.13\%$$

#### 4.2.1.3.- Clasificación de los Dispositivos de Protección

Dispositivos destinados a proteger todo o parte del sistema que se presentan en la tabla 4.7, interrumpiendo el paso de corriente a las líneas de alimentación cuando se presentan irregularidades en su funcionamiento, particularmente en sobrecargas o sobre corrientes y cortocircuitos de acuerdo con los índices de protección con la norma IEC 60947-1 en AC.

AC3: corresponde a la operación de motores de jaula de ardilla con apertura del contactor en funcionamiento normal del motor. El contactor cierra sobre una corriente que puede ser del orden de 5 a 7 veces la corriente nominal del motor y abre la corriente nominal del mismo con un voltaje entre bornes que será

aproximadamente 20% del voltaje de la fuente de alimentación. La apertura es este caso no es severa.

#### *4.2.1.3.1.- Fusibles*

El fusible, utilizado como elemento componente de una salida a motor, solo debe actuar frente a cortocircuitos. Es decir, las sobrecargas no deben producir la operación del fusible, figura 4.11.



**Figura 4. 11.-** *Aspecto externo de los fusibles utilizados para la repotenciación.*

#### *4.2.1.3.2.- Relé Electromagnético*

Este dispositivo aprovecha el campo magnético inducido por la corriente eléctrica que circula a través de él, para disparar su contacto asociado, figura 4.12.

Puesto que el campo magnético inducido es proporcional a la corriente, es fácil de calibrar los relés electromagnéticos para que disparen cuando circule una intensidad igual o mayor que la nominal.



**Figura 4. 12.-** *Aspecto externo del relé electromagnético utilizado en la repotenciación.*

#### *4.2.1.3.3.- Relés térmicos*

Estos relés cumplen con la función de protección térmica del motor contra sobrecargas y van asociados a un contactor que es el que realiza la apertura del circuito de potencia figura 4.13.

Puesto que protegen solamente contra sobrecargas, los relés térmicos deben complementarse con una protección contra cortocircuitos.



**Figura 4. 13.-** Aspecto externo del relé térmico utilizado en la repotenciación.

#### 4.2.1.3.4.- Contactores

El contactor cumple con la función de comando o conmutación.

Un contactor es un dispositivo mecánico de conexión controlado por un electroimán con una operación tipo on/off, figura 4.14.

Para la selección de este dispositivo, se tomó muy en cuenta los siguientes parámetros:

- Amperaje de carga
- Voltaje de aislamiento
- Frecuencia de servicio.



**Figura 4. 14.-** Aspecto externo de un conmutador utilizado en la repotenciación.

#### 4.2.1.4.- Cálculo de protecciones del Alimentador

El dispositivo de protección del alimentador

Dónde.

IA= corriente total

$$I_A = 0.25(I_{n.motor.mayor}) + \sum I_{n.otras.cargas}$$

$$I_A = 2.5 * 28.8 + 28.8 + 17 + 9.8 + 9.8$$

$$I_A = 137.4A$$

Protección seleccionada y comercial **150A – 3 Fases**

#### 4.2.1.5.- Cálculo de protecciones del Motor 10 Hp

Dónde.

IA= corriente total

El dispositivo de protección del alimentador

$$I_A = 2.5(I_n)$$

$$I_A = 2.5 * 28.8$$

$$I_A = 72A$$

Protección seleccionada y comercial **80A – 3 Fases**

Los cálculos de los conductores alimentadores y protecciones de los circuitos derivados se presentan de una forma simplificada en la Tabla 4.9, en donde se aplican las ecuaciones planteadas, cada uno de los circuitos con sus constantes y características.

**Tabla 4. 9.- Cálculo de Conductores alimentadores, circuitos derivados y protecciones – Criterio de corriente y caída de voltaje.**

Tramo o Circuito	P. Instalada (KW)	L (m)	I conductor (A)	Selección conductor X corriente	Sección mm <sup>2</sup>	Caída de voltaje %	Breaker de protección Instalada	Contactador	Relé Térmico (A)
<b>TB1</b>	31,5	15	101,4	3X4	21,15	1,13	150A - 3P	Ninguno	Ninguno
<b>TB1,1</b>	9,44	12	22,64	3X10	5,26	0,81	40A - 3P	Ninguno	Ninguno
<b>TB1,2</b>	8,6	40	13,3	3X12	3,31	1,26	30A - 3P	ninguno	Ninguno
<b>STD1</b>									
C1	3,18	5	9,8	3X14	2,08	despreciable	20A - 3P	3RT10 24	9,00 - 12,50
C2	3,18	5	9,8	3X14	2,08	despreciable	20A - 3P	3RT10 24	9,00 - 12,50
C3	9,32	7	28,8	3X8	8,36	despreciable	80A - 3P	3RT10 34	22,00 - 32,00
C4	9,32	8	28,8	3X8	8,36	despreciable	80A - 3P	3RT10 34	22,00 - 32,00
C5	5,5	8	17	3X12	3,31	despreciable	30A - 3P	3RT10 26	14,00 - 20,00
<b>STD2</b>									
C1	0,82	3	2,4	3X12	3,31	despreciable	6A - 3P	3RT10 16	2,20 - 3,20
C2	0,82	3	2,4	3X12	3,31	despreciable	6A - 3P	3RT10 16	2,20 - 3,20
C3	6,8	2	17,84	3X10	5,26	despreciable	Ninguno	3RT10 26	Ninguno
C4	7,5	4	11,6	3X14	2,08	despreciable	30A - 3P	3RT10 24	20,00 - 25,00
C5	0,55	2	0,85	3X12	3,31	despreciable	6A - 3P	3RT10 16	2,20 - 3,20
C6	0,55	2	0,85	3X12	3,31	despreciable	6A - 3P	3RT10 16	2,20 - 3,20

#### 4.2.1.6.- Cálculo del Transformador de 220V/440V.

La selección del transformador para una parte del modulo térmico de agua que tiene una potencia de 8.6 KW, con un factor de potencia de 0.9 y 60Hz, tomamos las siguientes ecuaciones de cálculos de potencia.

Para seleccionar el transformador más adecuado, es necesario realizar un cálculo de la potencia requerida en el sistema.

DATOS:

$$P = 8.6 \text{KW}$$

$$Fp = 0.85$$

Donde:

S = potencia aparente del transformador.

Fp= factor de potencia

P= potencia del transformador

**Cálculo:**

$$KVA = \frac{KW}{fp}$$

$$S = \frac{KW}{fp}$$

$$S = \frac{P}{fp}$$

$$S = 8.6 \text{KW} / 0.85$$

$$S = 10.11 \text{KVA}$$

El transformador no puede trabajar al 100% su potencia exacta ya que se debe tomar un factor de trabajo del 70% de su potencia aparente, para que trabaje óptimas condiciones.

$$S = (10.11KVA * 0.30) + 10.11KVA$$

$$S = 13.14KVA$$

El transformador del cálculo es de 13.14KVA, pero se toma en cuenta un transformador comercial.

El transformador comercial seleccionado tiene una potencia de **15KVA**.

#### 4.2.2.- REDISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL

##### 4.2.2.1.- Controlador de Temperatura

La máquina inyectora tiene dos zonas de calentamiento, ambas censadas por su respectiva termocupla tipo j, la cual monitorea constantemente la variable temperatura. Para cada zona de calentamiento se encuentra instalado un controlador de temperatura, figura 4.15.



**Figura 4. 15.-** Aspecto externo de los controladores de temperatura.

La necesidad de reemplazar uno de los dos controladores de temperatura, requiere seleccionar un nuevo controlador de temperatura.

Para seleccionar el controlador de temperatura idóneo, se tomo en cuenta los siguientes puntos:

- Función primordial a realizar.
- Tiempos de operación
- Numero, tipo y clase de sensor (termocupla, PT100, etc.)
- Tipo de control (proporcional, integral, etc.)
- Rangos de error e histéresis.
- Costo del controlador.

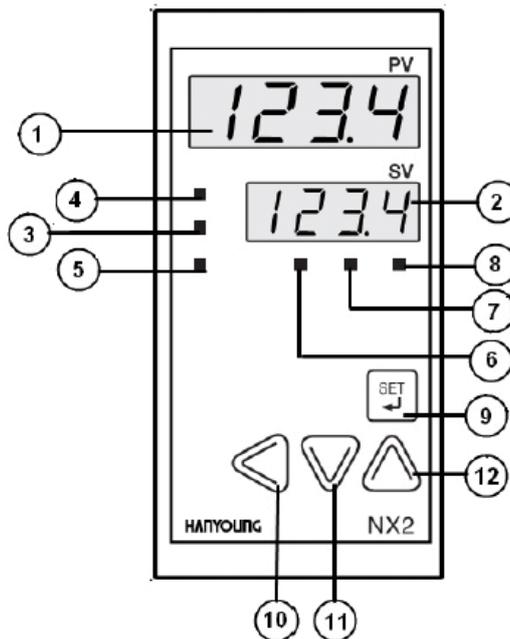
Después de tomar en cuenta estos puntos se adquirió el controlador de temperatura NX2, figura 4.16, el cual es de mayor uso en la industria, además del costo y el dominio de funciones, más que necesarios para el propósito que se persigue.



**Figura 4. 16.-** Aspecto externo del controlador de temperatura NX2.

#### 4.2.2.1.1.- Descripción del controlador de temperatura NX2.

Este tipo de controlador exteriormente se encuentra compuesto por un display PV (Measured value), el cual muestra el valor real de la variable temperatura, también está compuesto por un display SV (Set value), el cual muestra el valor de temperatura configurado, también muestra los diferentes parámetros para configurar el controlador de temperatura. En la siguiente figura 4.17, se muestra toda su representación.



**Figura 4. 17.-** Descripción de las características del controlador de temperatura NX2.

1. *PV Process Value (valor de proceso)*. Despliega los valores de temperatura del proceso.
2. *SV Set Value (valor de consigna)* Despliega los valores de los parámetros consignados y mensajes de error.
3. La luz se enciende cuando esta seleccionado el Set Value2.
4. La luz se enciende cuando esta seleccionado el Set Value3.
5. Indicador de salida, la luz se enciende cuando el control de salida esta activado.
6. Indicador de Auto Tuning. La luz titila cuando esta operando auto sintonización.
7. Indicador de Alarma 1, la luz enciende cuando esta operando la alarma 1.
8. Indicador de Alarma 2, la luz enciende cuando esta operando la alarma 2.
9. *Tecla Set*, la tecla es usada para cambiar el modo de operación, seleccionar parámetros y registrar valores de Set Value. Pulse la tecla por 3 segundos para entrar al menú.
10. Tecla flecha a la izquierda, usada para seleccionar el dígito a cambiar.
11. Tecla flecha hacia abajo, usada para disminuir los valores consignados y desplazarse a través de los menús.
12. Tecla flecha hacia arriba, usada para incrementar los valores consignados y desplazarse a través de los menús.

Para mayores detalles de este controlador, revise el anexo C Pág. 40.

La temperatura de operación de los componentes como ya se nombró anteriormente es de 25 °C, así que se realizó una configuración de este controlador para establecer la temperatura a con un control PID con contactor modulado.

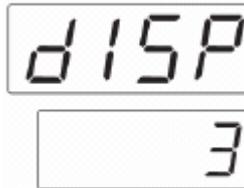
#### 4.2.2.1.2.- Configuración de control NX 2.

##### - Configuración del Sensor de Temperatura.

Para configurar el sensor de temperatura se realiza los siguientes pasos.

1.- Pulsar la tecla SET por 3 segundos  x3s.

En el display se muestra el siguiente mensaje

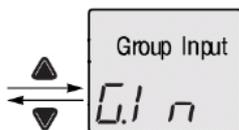


Pulsar las teclas flecha hacia arriba hasta que en el display inferior hasta que aparezca un número 3.

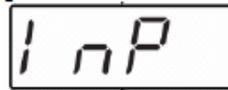
2.- Pulsar la tecla SET.



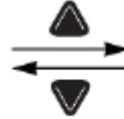
3.- Pulsar la tecla flecha hacia abajo hasta que aparezca el menú de Grupo de Entrada.



4.- Para ingresar al Grupo de Entrada se debe pulsar la tecla SET  hasta que aparezca por pantalla **InP**. Selección de señal de entrada.



5.- Pulsar las teclas flecha hacia arriba para seleccionar el código correspondiente a



la termocupla tipo j, que es la que se utiliza en este proceso.

En la tabla 4.10 se detallan los parámetros necesarios para la selección del controlador.

Input type (Input signal)	Input code	Range (°C)	Range(°F)	Accuracy	Remarks	
Thermocouple (T.C)	K *2	1	-200~1370	-300~2500	±0.5% of F.S ±1digit	• F.S is maximum value ~ minimum value of each RANGE. • Digit is minimum value of display * 1 0~400°C : ±10% of F.S±1digit * 2 0°C and below : ±1.0% of F.S±1digit * 3 -150.0~150.0°C range : ±1.0% of F.S±1digit * 20 → KPt100 * 21 → DPt100
	K *2	2	-199.9~999.9	0~2300		
	J *2	3	-199.9~999.9	-300~2300		
	E *2	4	-199.9~999.9	-300~1800		
	T *2	5	-199.9~400.0	-300~750		
	R *2	6	0~1700	32~3100	±0.5% of F.S ±1digit	
	B *1	7	0~1800	32~3300	±0.5% of F.S ±1digit	
	S	8	0~1700	32~3100		
	L *2	9	-199.9~900.0	-300~1300	±0.5% of F.S ±1digit	
	N	10	-200~1300	-300~2400	±1.0% of F.S ±1digit	
	U *2	11	-199.9~400.0	-300~750	±0.5% of F.S ±1digit	
	W	12	0~2300	32~4200		
	Platine II	13	0~1390	32~2500		
R.T.D	KSPt100 *3	* 20	-199.9~500.0	-199.9~999.9		
	Pt100 *3	* 21	-199.9~640.0	-300~1180		
Direct voltage (VDC/mVDC)	1~5V	30	1~5V		±0.5% of F.S ±1digit	
	-10~20mV	32	-10~20mV			
	0~100mV	33	0~100mV			
Direct voltage (mV)	DC 4~20mA	* 30	* When using current input, use the resistor 250Ω 0.1% on input terminal.			

Tabla 4. 10.- Datos de códigos para seleccionar el tipo de sensor del controlador NX2.

6.- Pulsar la tecla SET para grabar el cambio. 

7.- Pulsar la tecla SET por 3 segundos para volver al despliegue principal. 

x3s.

#### 4.2.2.1.3.- Configuración de Salida de Control para Contactor Modulador.

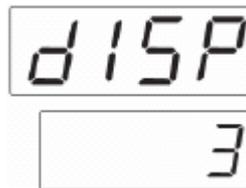
El control a utilizar es del tipo modulación discreta fue escogido para este proceso debido al funcionamiento y el control que se requiere, y consiste en cerrar o abrir dos relés HEAT y COOL, según la necesidad de temperatura, parecido a un control ON/OFF, con una clara diferencia, cuando se llega a un valor de seteo el relé permanece cerrado proporcionalmente a la diferencia de temperatura entre el valor seteado y la variable de proceso.

La velocidad de cambio que tiene la modulación esta administrada por el control PID.

Para configurar este control, se realizo los siguientes pasos.

1.- Pulsar la tecla SET por 3 segundos.  x3s

En el display se mostrara el siguiente mensaje.



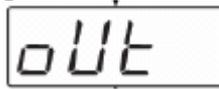
Pulsar las teclas flecha hacia arriba hasta que en el display inferior aparezca un número 3.

2.- Pulsar la tecla SET.  

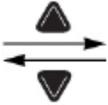
3.- Pulsar la tecla flecha hacia abajo hasta que aparezca el menú de Grupo de

Salida.  

4.- Para ingresar al Grupo de Salida pulse la tecla SET  hasta que aparezca por pantalla **oUt**. Selección de señal de entrada.



5.- Pulse las teclas flecha hacia arriba o abajo según corresponda para seleccionar el código de salida 3.



6.- Pulse la tecla SET para grabar el cambio.



7.- Pulse la tecla SET por 3 segundos para volver al despliegue principal. x3s.



#### 4.2.2.1.4.- Auto Tuning

El auto tuning es una función automática para buscar los valores óptimos de las constantes del control PID.

El Auto Tuning se realiza con la temperatura de set point del proceso a utilizar.

Al momento de ejecutar el auto tuning se visualizaran pequeñas perturbaciones.

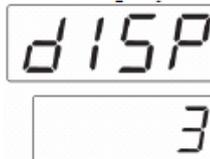
Este proceso puede durar varios minutos.

Una vez que el control PID se encuentre configurado la temperatura de proceso se mantendrá estable, respondiendo en forma óptima a cualquier perturbación que se produzca.

Para realizar esta configuración, se debe realizar los siguientes pasos:

1.- Pulse la tecla SET por 3 segundos.  x3s

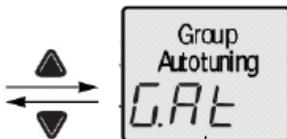
En el display se mostrara el siguiente mensaje.



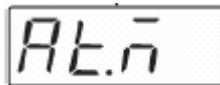
Pulse las teclas flecha hacia arriba hasta que en el display inferior aparezca un número 3.

2.- Pulse la tecla SET.  

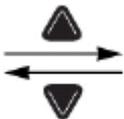
3.- Pulse la tecla flecha hacia abajo hasta que aparezca el menú de Grupo AutoTuning.



4.- Para ingresar al Grupo de Salida pulse la tecla SET  hasta que aparezca por pantalla Atn. Selección de señal de entrada.

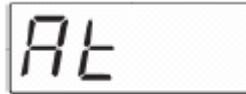


5.- Pulse las teclas flecha hacia arriba o abajo según corresponda para seleccionar el código STD.



6.- Pulse la tecla SET para grabar el cambio. 

7.- Pulse la tecla SET para bajar de submenú.



8.- Pulse las teclas flecha hacia arriba o abajo según corresponda para seleccionar el código de PID a calibrar.

9.- Pulse la tecla SET para grabar el cambio.



10.- Pulse la tecla SET por 3 segundos para volver al despliegue principal.  
x3s.



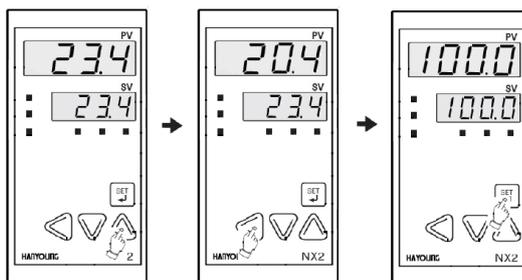
*4.2.2.1.5.- Configuración del controlador de temperatura NX2 a una temperatura de operación.*

Para setear el controlador a una temperatura deseada, se realiza lo siguiente:

Observe que el valor de la pantalla de SV varié, figura 4.18, con las siguientes teclas:

- Con el botón , incremente el valor de temperatura deseada.
- Con el botón , decremente el valor de temperatura deseada.
- Con el botón , cambie la posición para variar en unidades, decenas y centenas.
- Después de establecer la temperatura, oprima el botón "SET" , y la temperatura ya estará seteada.

*Nota:* puede permanecer pulsado los botones ,  para incrementar y decrementar la temperatura rápidamente o utilice el botón .



**Figura 4. 18.-** Ejemplo de seteo a un valor de temperatura de 100 °C

#### 4.2.2.1.6.- Configuración de control de temperatura ANTHENA.

El controlador de temperatura ANTHENA, se pudo rehabilitar para el funcionamiento de la máquina.

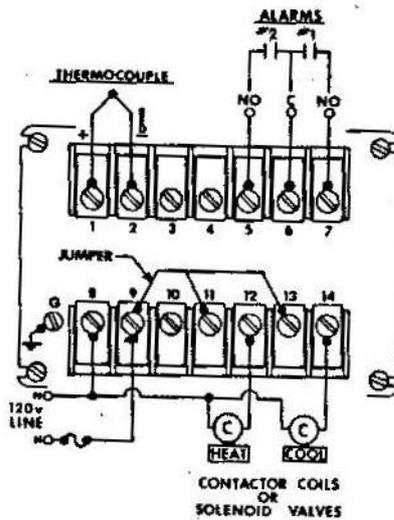
Este controlador al igual que el controlador NX2, se compone de un control PID con contactor modulado con salidas COOL y HEAT, figura 4.1, es decir, cada salida actúa para cada solenoide caliente y frío, según la necesidad del proceso. Al establecerse en una temperatura seteada, no actúa ninguna de las dos salidas.

Posee dos pantallas, una pantalla llamada PROCESS, donde se indica el valor de la temperatura del proceso, y SETPOINT, donde se muestra el valor de temperatura requerido.

Las conexiones se detallan en la figura 4.19.



**Figura 4. 19.-** Apariencia física de controlador de temperatura ANTHENA:



**Figura 4. 20.-** Descripción de las borneras y tipo de conexiones en el controlador de temperatura ANTHENA.

4.2.2.1.7.- Configuración del controlador de temperatura ANTHENA a una temperatura de operación.

Para setear los valores a una temperatura requerida, debe hacer lo siguiente, figura 21:

- Con el botón , incremente el valor de temperatura deseada.
- Con el botón , decremente el valor de temperatura deseada.
- Después de establecer la temperatura, oprima el botón , y la temperatura ya estará seteada.

*Nota:* puede permanecer pulsado los botones  ,  para incrementar y decrementar la temperatura rápidamente.



Figura 4. 21.- Ejemplo de seteo a un valor de temperatura de 100 °C

#### 4.2.2.2.- Botoneras y parada de emergencia

Para el reemplazo de las botoneras que ya no cumplían su servicio, por unas nuevas, se tomo en cuenta los siguientes puntos, figura 4.22:

- Voltaje nominal
- Factor de servicio
- Numero de contactos N.A. y N.C.
- Tipo de accionamiento
- Corriente nominal.



Paro de emergencia



Botonera



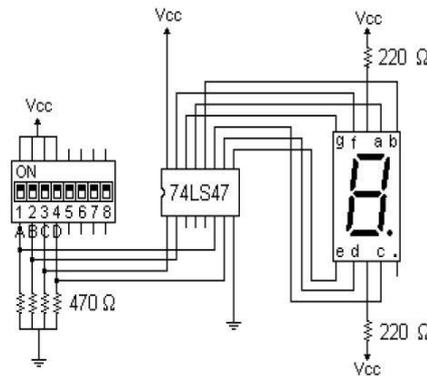
Selector de llave

Figura 4. 22.- Diferentes tipos de botoneras que fueron reemplazadas.

#### 4.2.2.3.- Display de 7 Segmentos

La máquina, para la visualización de los tiempos de inyección y alarmas, posee display's de 7 segmentos, los cuales por medio de una configuración BDC, permite su activación por medio del PLC:

Aparte de los dígitos decimales, se ven las salidas para cuando el decodificador tiene entrada de 1010, 1011, 1100, 1101, 1110 y 1111. Este último caso apaga todos los segmentos y por ello no se ve nada. En la figura 4.23 se muestra el display en el estado apagado.



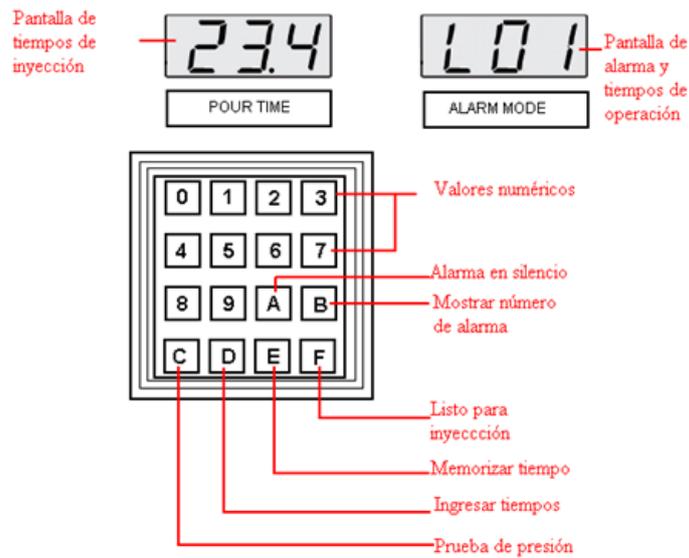
**Figura 4. 23.-** *Diferentes tipos de botoneras que fueron reemplazadas.*

#### 4.2.2.4.- Teclado alfanumérico

El teclado alfanumérico cumple la función de controlar los tiempos de inyección por medio del PLC.

Su funcionamiento consiste en un teclado numérico, en el cual se ingresa el tiempo de inyección, las teclas correspondientes a las letras del A hasta la F, cumplen diferentes objetivos.

A continuación se muestra en la figura 4.24 como esta configurado el teclado alfanumérico en conjunto con el display de cuatro segmentos.



**Figura 4. 24.-** Visualización física del display y teclado alfanumérico

## 4.2.- CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE PLC

### 4.2.1.- EL PLC -5 ALLEN-BRADLEY

La familia PLC-5 incluye a los procesadores PLC-5 Enhanced, Ethernet, y ControlNet. Todos proveen poder de procesamiento y la flexibilidad de aplicación que se necesita para el control distribuido y centralizado.

El procesador PLC-5 Allen-Bradley combina los sistemas existentes y futuros mediante redes abiertas y conectividad a otros dispositivos. Sirve como núcleo de miles de soluciones de control Allen-Bradley en todo el mundo, debido en gran parte a las siguientes características, figura 4.25:

- Flexibilidad de programación, conexión de redes, opciones de Entradas/Salidas y selección de controladores.
- Confiabilidad con un valor nominal de tiempo muerto entre fallos de más de 400.000 horas.
- Compatibilidad con los productos que posee hoy y los nuevos productos introducidos continuamente por Rockwell Automación.

En el sistema de los procesadores PLC-5 pueden usarse en un sistema diseñado para el control centralizado en un procesador.

- **Control centralizado** es un sistema jerárquico en donde el control sobre todo el proceso esta concentrado en un procesador.
- **Control distribuido** es un sistema en el cual las funciones de control y administración están dispersas a través de la planta. Múltiples procesadores efectúan las funciones de admisión y control y usan una red Ethernet o un sistema bus para comunicación.



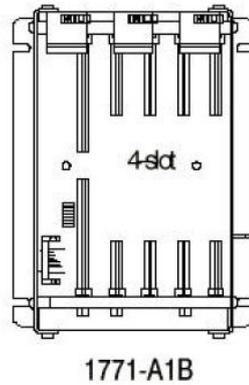
*Figura 4. 25.- Aspecto del PC-5 PLC Allen Bradley.*

## **4.2.2.- PARTES DEL PLC PC-5 ALLEN BRADLEY**

### **4.2.2.1.- Chasis**

Permite albergar al CPU, fuente de alimentación, módulos de comunicación y de Entrada/Salida diversos, asegurándolos mecánica y eléctricamente, y permitiendo la comunicación de los diversos módulos con el CPU a través de su bus. El chasis puede ser local o remoto. La importancia del chasis como se muestra en la figura 4.26 es por lo siguiente:

- El tamaño y el montaje uniformes.
- Puede dejar ranuras vacías para expansión futura
- Brazos de cableado extraíbles.

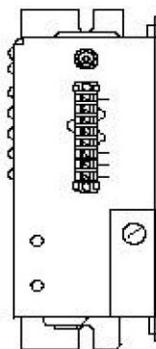


**Figura 4. 26.- Chasis 1771 –A-1B**

#### **4.2.2.2.- Fuente de alimentación a auxiliar y del sistema 1771**

Proveen 5V de alimentación al chasis de Entradas/Salidas universal para los procesos y módulos de E/S instalados, fig. 4.27. Estas fuentes de alimentación cubren una variedad de requerimientos de aplicación para operar en 120/220V AC.

Las fuentes de alimentación externa son montadas al costado del chasis de E/S 1771 (hasta 5 pies de cables desde el chasis).



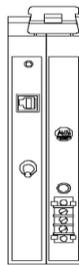
**Figura 4. 27.- Fuente de alimentación perteneciente al PLC PC-5 Allen Bradley**

#### 4.2.2.3.- Módulo de fuente de alimentación DC

Usados en el chasis 1771 para proveer 5V DC de alimentación directa al chasis, proveen hasta 8A al chasis de E/S. el módulo de fuente de alimentación empleado en 1771-P4S, figura 4.28.

Pueden ser puestos en paralelo para proveer hasta 16 A por chasis. Se puede usar módulos de fuente de alimentación redundante para:

- Proteger el sistema de una falla en la fuente de alimentación
- Proveer hasta 24 A por chasis.
- Proveer relays internos con contactos de 1 A y 250V AC como máximo.

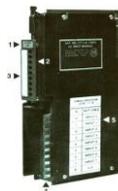


**Figura 4. 28.-** Módulo de fuente de alimentación 1771 perteneciente al PLC PC-5 Allen Bradley

#### 4.2.2.3.- Rack's

Los rack's 1771 cuentan con capacidad AC/DC, los módulo de salida y entrada están configurados de acuerdo a la lógica de control programable del programador. En la fig. 4.29 se muestra la estructura física del rack.

La máquina inyectora cuenta con 24 input (Entradas 120V), 56 output (Salidas 120V), 16 input TTL (Entradas 5V) y 32 output TTL (Salidas 5V).



**Figura 4. 29.-** Rack 1771 de salidas a 120 V AC.

### 4.2.3.- COMUNICACIÓN PC - PLC.

Para realizar la comunicación del PC al PLC Allen Bradley, se utilizó por medio de la configuración RS232 por medio de un cable de comunicación.

Al carecer de cable de comunicación, se construyó éste, con dos conectores; un DB9 para el puerto serial del PC y un DB25 para el PLC, además de un cable apantallado para la conexión.

La configuración de la comunicación, se representa en la fig. 4.30.

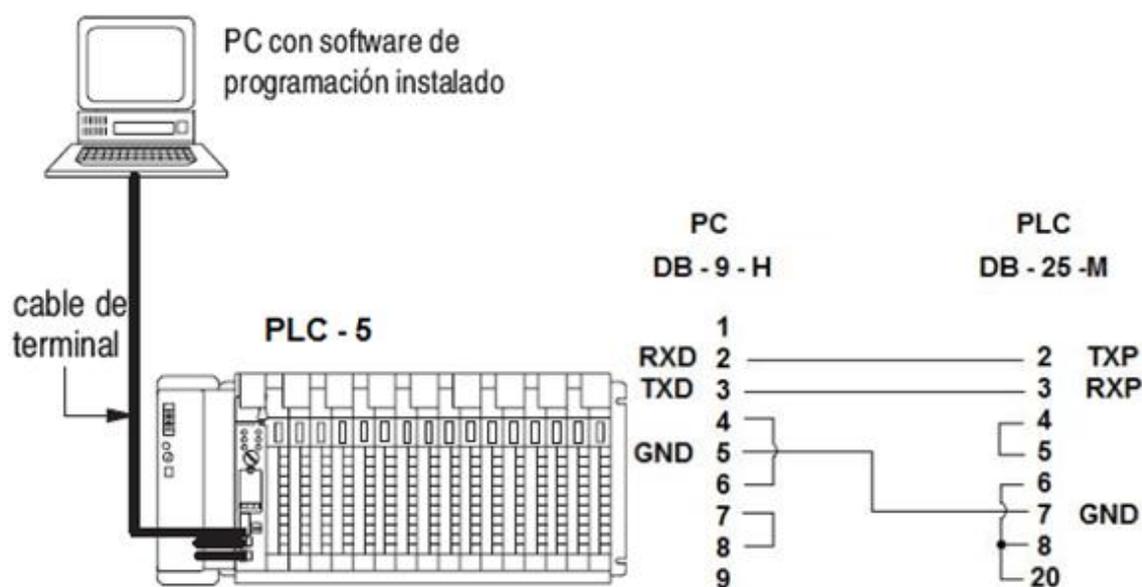


Figura 4. 30.- Comunicación PC - PLC

### 4.2.3.- PROGRAMACIÓN DEL PLC MEDIANTE EL SOFTWARE RSLOGIX 5.

Se utiliza el software de programación RSLogix 5 para configurar los módulos de comunicación y E/S 1771 y para programar el controlador programable PLC-5.

El RSLogix 5 ofrece escalera de relé, texto estructurado, y una organización clara del programa a crearse. En la figura 4.30 se encuentra la pantalla de programación,

diagrama de bloque de funciones y editores de diagrama de funciones secuenciales para que pueda desarrollar programas de aplicación.

En la Figura 4.31 y 4.32 se presentan los requisitos para hacer uso del software RSLogix 5.

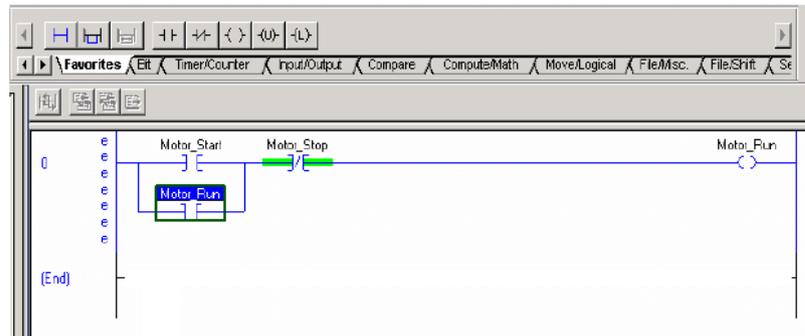


Figura 4. 31.- Pantalla de programación Rslogix 5.

Requisitos de software RSLogix 5		
Descripción	Mínimo	Se recomienda
Computadora personal	Intel Pentium™ 100 MHz	Intel Pentium III 700 MHz
Requisitos de software	Compatible con: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft® Windows™ XP</li> <li>• Microsoft Windows 2000</li> <li>• Microsoft Windows NT™ versión 4.0 con Service Pack 3 ó posterior</li> <li>• Microsoft Windows ME</li> <li>• Microsoft Windows 98</li> </ul>	
RAM	64 Mbytes	256 Mbytes
Espacio en disco duro	100 Mbytes (o más, en función de los requisitos de aplicación)	
Requisitos de video	Adaptador de gráficos VGA de 256 colores, resolución de 800 x 600	Resolución de 1024 x 768 True Color

Figura 4. 32.- Requisitos necesarios del PC para el software Rslogix 5.

A continuación se detallan algunas características y componentes de este software de programación.

#### 4.2.3.1.- Archivos de programa

Se pueden crear hasta 255 archivos de programa, de los cuales, los dos primeros están reservados:

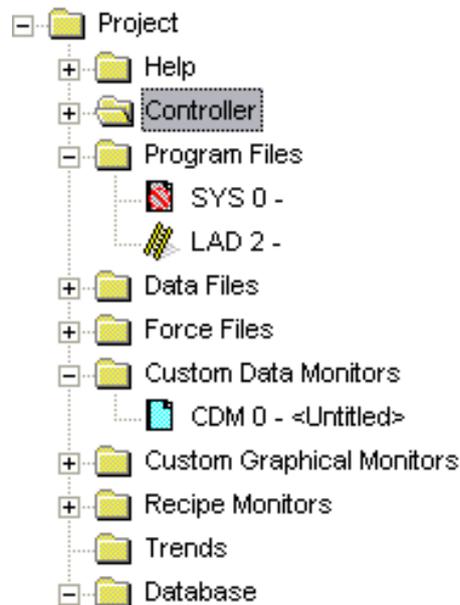
- Archivo número 0 esta destinado al uso interno del PLC, este archivo se crea solo automáticamente al empezar un programa.
- El archivo 1 actualmente no se utiliza, pero esta destinado a la programación en SFC en futuras versiones.
- El archivo número 2 también se crea automáticamente y es el fichero que contiene el programa principal. El PLC siempre empieza a ejecutar las instrucciones por el principio de este fichero y termina el ciclo al llegar al final de este mismo archivo.
- El resto de ficheros de programa los ha de crear el usuario, y puede crear del número 3 al 255. Los archivos no tienen por que ir seguidos. Es decir, se puede crear el 10, el 20 y 22, sin utilizar los archivos de en medio.

En la tabla 4.11 se muestra la manera como son utilizados los archivos de programa dentro del software de programación RsLogix 5.

0	Función de sistema
1	Reservado
2	Programa Principal
3-255	Programas de subrutinas

**Tabla 4. 11.-** Asignación de archivos de programa.

Y a continuación se muestra la ubicación de los archivos de programa en el RsLogix 5, figura 4.33.



**Figura 4. 33.-** *Ubicación de los archivos de programa*

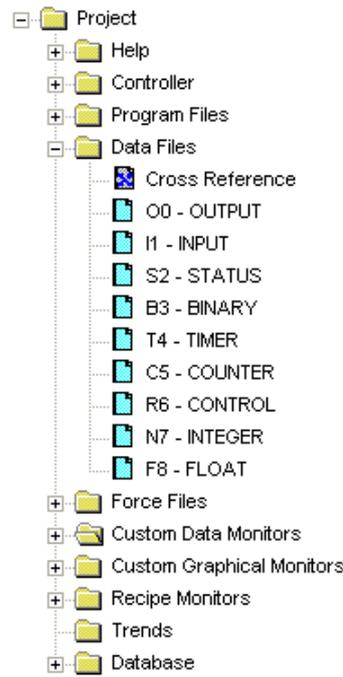
#### **4.2.3.2.- Archivos de datos**

Los archivos de datos son zonas de la memoria que va creando el usuario al hacer su programa. Cada una de estas zonas especifica un determinado número de datos de un tipo. Los tipos pueden ser BITS, ENTEROS, TEMPORIZADORES, etc.

Cada fichero de datos puede tener de 0 a 255 elementos, por ejemplo, podemos definir un archivo de temporizadores con 10 elementos o un fichero de enteros de 100 elementos. Con elementos se entiende el tipo de dato que representa el archivo.

Para definir un determinado archivo para su utilización en el programa, tan solo hace falta utilizarlo en alguna instrucción, automáticamente se crea dicho archivo con una longitud igual a la mayor utilizada hasta ese momento de ese mismo archivo. Si posteriormente se vuelve a utilizar el mismo fichero pero haciendo referencia a un elemento que no esta dentro de la longitud actual, en ese caso, se alarga la definición del archivo de forma automática.

A continuación se muestra la ubicación de los archivos de datos en el RsLogix 5. Figura 4.34.



**Figura 4. 34.-** Ubicación de los archivos de datos.

En la tabla 4.12 se muestra la manera como son utilizados los archivos de datos dentro del software de programación RsLogix 5

0	Imagen de Salida
1	Imagen de Entrada
2	Estado
3	Bit
4	Temporizador
5	Contador
6	Control
7	Entero
8	Flotante
9	Comunicaciones RS-485
10-255	A declarar por el usuario

**Tabla 4. 12.-** Asignación de archivos de datos.

A continuación en la tabla 4.13 se explica los distintos tipos de archivos de datos, los cuales se identifican con una letra y un número:

Tipo de archivo	Identificador	Número
Salidas	O	Sólo el 0
Entradas	I	Sólo el 1
Estado	S	Sólo el 2
Bit	B	3 a 255
Temporizador	T	4 a 255
Contador	C	5 a 255
Control	R	6 a 255
Enteros	N	7 a 255

**Tabla 4. 13.-** Tipos de archivos de datos.

#### 4.2.3.3.- Direccionamiento

El direccionamiento es la abreviación que se utiliza para enviar datos de programación a la memoria del PLC.

Ej.

Para direccionar el elemento 10, del fichero 7 que es de enteros:

***N7:10***

- **N** Es el identificador de tipo, en este caso de Enteros
- 7 Fichero número 7
- 10 Elemento número 10

Para direccionar el elemento 21 del fichero 100 de temporizadores y concretamente el acumulado del temporizador:

***T100:21.ACC***

Como puede verse lo primero que hay que poner es la letra identificadora del tipo de archivo, seguida del número (3-255) de archivo y finalmente el elemento al cual se hace referencia.

En el direccionamiento en la figura 4.35, existe diferentes funciones que se aplican según su operación, algunas de ellas son:

a) Archivos de salidas y entradas (O:0 e I:1)



Figura 4. 35.- Archivo de datos salida y entrada.

Estos representan salidas y entradas externas. Los bits en archivo 1 se usan para representar las entradas externas. En la mayoría de los casos, una sola palabra de 16 bits en estos archivos corresponderá a una ubicación de ranura en su controlador con los números de bit correspondientes a números de terminal de entrada o salida. Los bits de la palabra no usados no están disponibles para su uso.

Ej. Direccionamiento de una salida, del rack 1, número de entrada 1.

**O:001/0**, se detalla en la tabla 4.14.

Formato	Explicación	
	O	Salida
	I	Entrada
	:	Delimitador del elemento
O:e.s/b	e	Número de la ranura (decimal) Ranura 0, adyacente a la fuente de alimentación eléctrica en el primer chasis, se aplica al módulo de procesador. Las ranuras posteriores son ranuras de E/S, numeradas desde 1 hasta un máximo de 30.
	.	Delimitador de palabra. Requerido sólo si es necesario un número de palabra según lo indicado a continuación.
I:e.s/b	s	Número de palabra Requerido si el número de entradas o salidas exceden 16 para la ranura. Rango: 0-255 (el rango acepta "tarjetas especiales" de palabras múltiples)
	/	Delimitador de bit
	b	Número de terminal Entradas: 0- 15 Salidas: 0- 15

Tabla 4. 14.- Direccionamiento de los archivos de datos de salidas y entradas.

b) Archivos de Bits (B3)

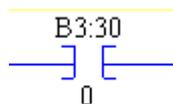


Figura 4. 36.- Archivo de datos de Bits.

Estos archivos están destinados a poder trabajar de forma cómoda con bits. Los elementos de estos ficheros son palabras de 16 bits y pueden definirse de 0 a 255 palabras, con lo cual podemos tener un máximo de 4096 bits en un solo archivo binario.

La manera de direccionar estos archivos es de formas, a través de la palabra y bit de la palabra o directamente el número de bit respecto al inicio del archivo.

En la tabla 4.15 se muestra el direccionamiento en bits, y en la figura 4.37 el archivo de datos de los temporizadores.

Formato	Explicación		Ejemplos
<b>Bf:e/b</b>	<b>B</b>	Archivo de tipo de bit	
	<b>f</b>	Número de archivo. Número 3 es el archivo predeterminado. Un número de archivo entre 10-255 se puede usar si se requiere almacenamiento adicional.	
	:	Delimitador de elemento	
	<b>e</b>	Número de elemento	Rangos de 0-255. Estos son elementos de 1 palabra. 16 bits por cada elemento.
	/	Delimitador de bit	
	<b>b</b>	Número de bit	Ubicación del bit dentro del elemento. Rangos de 0-15.
			<b>B3:3/14</b> Bit 14, elemento 3
			<b>B3:252/00</b> Bit 0, elemento 252
			<b>B3:9</b> Bits 0-15, elemento 9
Formato	Explicación		Ejemplos
<b>Bf/b</b>	<b>B</b>	Idéntico a lo anterior.	
	<b>f</b>	Idéntico a lo anterior.	
	<b>/</b>	Idéntico a lo anterior.	
	<b>b</b>	Número de bit	Ubicación numérica del bit dentro del archivo. Rangos de 0-4095.
			<b>B3/62</b> Bit 62
			<b>B3/4032</b> Bit 4032

Tabla 4. 15.- Direccionamiento de los archivos de datos de bits.

c) Archivos de temporizadores (T4)

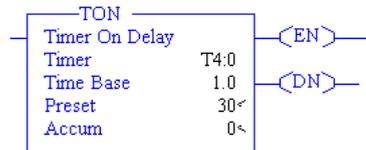


Figura 4. 37.- Archivo de datos de temporizadores.

Este tipo de archivos destinados para poder trabajar con las instrucciones de temporización.

Estos archivos pueden contener un máximo de 256 elementos, que teniendo en cuenta que cada elemento son tres palabras, tendríamos que en un archivo de temporizadores podemos llegar a ocupar 768 palabras.

Las instrucciones que poseen los archivos de temporización son:

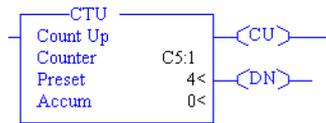
- El bit EN es de instrucción habilitada.
- El bit DN es de temporización terminada.
- El bit TT es de temporización realizándose.
- El valor de preset es la palabra en donde se pone el valor hasta el que se quiere que el temporizador cuente.
- El valor de acumulado, es en donde el PLC deja el valor hasta el que ha contado en cada momento.

Ej. Direccionamiento de un temporizador de número de archivo 4, elemento 2 con las siguientes opciones:

- T4:2.EN » habilitación.
- T4:2.DN » hecho.
- T4:2.TT » temporizando.
- T4:2.PRE » Preset.
- T4:2.ACC » Acumulado.

El archivo de los contadores se muestra en la figura 4.37.

d) Archivos de contadores (C5)



**Figura 4. 38.-** Archivo de datos de Contadores.

Este tipo de archivos están destinados para poder trabajar con las instrucciones de contadores.

La estructura de estos registros es la siguiente:

El bit CU el contador cuenta hacia adelante.

- El bit DN es de temporización terminada.
- El bit CD el contador cuenta hacia atrás.
- El bit UN indica desbordamiento inferior.
- El bit OV indica desbordamiento.
- El valor de preset es la palabra en donde se pone el valor hasta el que se quiere que el contador cuente.
- El valor acumulado, es en donde el PLC deja el valor hasta el que ha contado en cada momento.

Ej. Direccionamiento de un contador, teniendo en cuenta que se utiliza el archivo de contadores número 5 y el elemento 23 de dicho archivo como ejemplo:

- C15:23.UN » habilitación cuenta adelante.
- C15:23.DN » hecho.
- C15:23. CU » habilitación cuenta atrás.
- C15:23.PRE » Preset.
- C15:23.ACC » Acumulado.

Estos archivos pueden contener un máximo de 256 elementos al igual que los ficheros de temporizadores.

*e) Archivos de control (R6)*

Estos ficheros se utilizan en instrucciones potentes que precisan de una zona de memoria extra para poder controlar la operación que realizan. Instrucciones del tipo movimiento de palabras, movimiento de bits, búsqueda, secuenciadores, etc.

Cada elemento de estos ficheros está formado por 3 palabras, la estructura del cual es la siguiente:

- El bit EN instrucción habilitada
- El bit DN instrucción terminada
- El bit ER instrucción ha encontrado un error
- El bit UL bit de descarga (instrucciones de desplazamiento de bits BSL, BSR).
- El bit IN Inhibir
- El bit FD encontrado (en instrucciones SQC)
- Longitud es la dimensión que tiene el archivo con el que se quiere trabajar
- Posición dentro del fichero de trabajo, a la cual esta apuntando la
- instrucción en un determinado momento de la operación.

El máximo número de elementos es al igual que en casos anteriores de 256.

*f) Archivos de enteros (N7)*

Estos archivos son utilizados para almacenar datos numéricos, como pueden ser resultados de operaciones matemáticas, valores proporcionados por tarjetas analógicas, etc. El número más grande que pueden almacenar es de +32.767 y el más pequeño es de -32.768, figura 4.39.

Cada elemento de estos ficheros ocupa una palabra, y se pueden definir un máximo de 256 elementos.

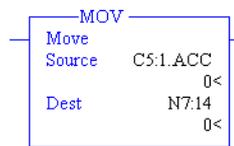


Figura 4. 39.- Archivo de datos de enteros.

Ej. Direccionamiento pondremos el fichero 35 elemento 123.

**N35:123.**

#### 4.2.3.3.- Set de instrucciones

A continuación en la figura 4.40, se presenta las instrucciones de las cuales se dispone en el RsLogix 5, se tienen funciones lógicas, funciones matemáticas, temporizadores, memorias y varias funciones especiales más que permitirán la solución de cualquier problema planteado mediante la creación de un programa adecuado.

ADD	AND	ABL	ABS	ACB	ACI	ACL	ACN	ACS	AEX	AHL	AIC	ARD	ARL
ASC	ASN	ASR	ATN	AWA	AWT	BSL	BSR	CLR	CLP	COP	COS	CPT	CTD
CTU	DCD	DDV	DEO	DI	DIV	ENC	EQU	FAL	FFL	FFU	FLL	FRO	FSC
GEQ	GRT	HSC	HSD	HSE	HSL	ID	IE	IM	INT	IOM	JMP	JSR	LBL
LEQ	LES	LFL	LFU	LM	LN	LOC	MCR	MEQ	MOV	MSS	MUL	MVA	MVM
NEG	NEQ	NOT	OR	OSR	OTE	OTL	OTU	PID	RAC	RAD	REF	RES	RET
RPI	RSC	RTO	SBR	SCL	SCP	SIN	SQC	SQL	SQ	SQO	SQR	STD	STE
STS	SUB	SUS	SVC	SWP	TAN	TND	TOD	TOF	TON	XIC	XIO	XOR	XPY
					3/E	3/E	<-	<-	<0				

Figura 4. 40.- Instrucciones disponibles en el RsLogix 5.

#### 4.2.4.- COMUNICACIÓN SOFTWARE RSLINX

El software RSLinx (serie 9355) es un paquete de servidor de comunicaciones que proporciona conectividad de dispositivos de la planta para una amplia variedad de aplicaciones, ver figura 4.41.

RSLinx es compatible con múltiples aplicaciones de software que se comunican simultáneamente con una gran variedad de dispositivos en muchas redes diferentes.

RSLinx proporciona una interfase gráfica de fácil manejo para navegar por la red. Seleccione un dispositivo y haga clic para acceder a distintas herramientas de configuración y monitoreo integradas. Se proporciona un conjunto de drivers de comunicación completo para las necesidades de comunicación en red, incluidas las redes Allen-Bradley.

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Computadora personal	Intel Pentium 100 MHz (un procesador más rápido mejora el rendimiento)
Requisitos de software	Compatible con: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows XP</li> <li>• Microsoft Windows 2000</li> <li>• Microsoft Windows NT versión 4.0 con Service Pack 3 ó posterior</li> <li>• Microsoft Windows ME</li> <li>• Microsoft Windows 98</li> </ul>
RAM	Mínimo de 32 Mbytes Se recomienda 64 Mbytes
Espacio en disco duro	35 Mbytes (o más, en función de los requisitos de aplicación)
Requisitos de vídeo	Pantalla de gráficos VGA de 16 colores, resolución de 800 x 600 ó superior

**Figura 4. 41.-** *Requisitos del software Rslinx*

## **4.2.5.- DISEÑO DEL ALGORITMO DE PROGRAMACIÓN**

### **4.2.5.1.- Esquema general de funcionamiento**

El proceso puede ser manejado desde el tablero y la operación de inyección (tiempos de inyección, alarmas e inyección) desde el cabezal inyector.

El programa del PLC se lo realizó en ladders o bloques de programación, donde se permite ver de manera escalonada, cada línea del proceso, con su respectiva indicación de función a realizar.

El programa diseñado, incluye 22 tipos de alarmas, cada una, involucra un problema de presentarse en la máquina, la cual se permite el monitoreo con ayuda de los sensores colocados en diferentes partes del proceso.

Cuando el proceso de puesta en marcha, este completo, se activaran los tiempos de inyección, los cuales por medio del teclado alfanumérico, se podrá manipularse, en valores de 0.1 seg., como mínimo, hasta 99,9 segundos.

La visualización de los tiempos, se podrá observar en la ventana de “tiempos de inyección”, las cual es completamente manejable y de fácil uso.

A continuación en la tabla 4.16 – 14.19, se mostrará las entradas, salidas, su función y a que dirección se ubicó en el PLC.

Nº	DESCRIPCIÓN	DIRECCIONAMIENTO PLC	Nº BORNERA
1	M1 (Bomba POLIOL Circul.)	O:000/00	1000
2	M3 (Bomba POLIOL Circul.)	O:000/01	1001
3	Lámpara H1	O:000/02	1002
4	EV-12, H2 (POLIOL AUTOFILL)	O:000/03	1003
5	M2 (Bomba ISO Circul.)	O:000/04	1004
6	M4 (Bomba POLIOL Circul.)	O:000/05	1005
7	Lámpara H3	O:000/06	1006
8	EV 11,H4 (ISO AUTOFILL)	O:000/07	1007
9	M5 (Bomba hidráulica)	O:000/10	1010
10	EV-10(Auto llenado acumulador)	O:000/11	1011
11	EV-5 (Auto llenado by-pass)	O:000/12	1012
12	EV-13, EV-14 ( Presión inyección)	O:000/13	1013
13	Lámpara H5	O:000/14	1014
14	EV-9 (Inyección)	O:000/15	1015
15	Lámpara H6	O:000/16	1016
16	Lámpara H7	O:000/17	1017
17	Lámpara H8	O:001/00	1000
18	Lámpara H9	O:001/01	1001
19	EV-8 (Calibración)	O:001/02	1002
20	Sirena	O:001/03	1003

**Tabla 4. 16.-** *Direccionamiento de las salidas del PLC.*

Nº	DESCRIPCIÓN	DIRECCIONAMIENTO PLC	Nº BORNERA
1	S2/ON (M1 Start POLIOL Circ.)	I:001/10	11110
2	S2/OFF (M1 Stop POLIOL Circ.)	I:001/11	11111
3	T1 contac.NA(Run POLIOL Circ.)	I:001/12	11112
4	PS-2 (baja presión circ. POLIOL)	I:001/13	11113
5	S3/ON (M2 Start ISO Circ.)	I:001/14	11114
6	S3/OFF (M2 Stop ISO Circ.)	I:001/15	11115
7	T3 contac.NA(Run ISO Circ.)	I:001/16	11116
8	PS-1 (baja presión circ. ISO)	I:001/17	11117
9	PS-4 (alta presión circ. POLIOL)	I:002/00	11200
10	S4/ON (M1 Start POLIOL dosif.)	I:002/01	11201

11	S4/OFF (M1 Stop POLIOL dosif.)	I:002/02	11202
12	T2 contac.NA(Run POLIOL dosif)	I:002/04	11204
13	PS-8 (alta presión dosif. POLIOL)	I:002/05	11205
14	PS-6 (baja presión dosif. POLIOL)	I:002/06	11206
15	LT-1 cont. NA (POLIOL autofill)	I:004/07	11407
16	PS-3 (alta presión circ. Iso)	I:002/10	11210
17	S5/ON (M1 Start Iso dosif.)	I:002/11	11211
18	S5/OFF (M1 Stop Iso dosif.)	I:002/12	11212
19	T4 contac.NA(Run POLIOL dosif)	I:002/14	11214
20	PS-7 (alta presión dosif. Iso)	I:002/15	11215
21	PS-5 (baja presión dosif. Iso)	I:002/16	11216
22	LT-1 cont. NA (Iso autofill)	I:004/17	11407
23	S11/ON (M1 Start unidad hyd.)	I:003/00	11300
24	S11/OFF (M1 Stop unidad hyd.)	I:003/01	11301
25	T5 contac.NA(Run unidad hidrá.)	I:003/02	11302
26	PS-9 (Acumulador)	I:003/03	11303
27	PS-10 (Hidráulico)	I:003/04	11304
28	Contacto NA, TC-1	I:003/05	11305
29	Contacto NA, TC-2	I:003/06	11306
30	S10 (Pulsador tipo llave)	I:003/07	11307
31	S9/ON ( start inyección)	I:003/10	11310
32	S9/OFF (stop inyección)	I:003/11	11311
33	S8/ ON (start calibración)	I:003/12	11312
35	S7/ON ( Autofill POLIOL ON)	I:003/13	11313
36	S7/OFF (Autofill POLIOL OFF)	I:003/14	11314
37	S6/ON ( Autofill Iso ON)	I:003/15	11315
38	S6/OFF (Autofill Iso OFF)	I:003/16	11316
39	Sensor del cabezal	I:004/00	11400
40	K1	I:004/03	11403
41	K2	I:004/04	11404
42	K3	I:004/05	11405
43	K4	I:004/06	11406
44	K5	I:004/07	11407
45	LT-1 cont. NA (Iso autofill full)	I:004/10	11410
46	LT-2 cont. NA (POLIOL autofill full)	I:004/11	11411

**Tabla 4. 17.-** Direccionamiento de las entradas del PLC.

Nº	DESCRIPCIÓN	DIRECCIONAMIENTO PLC	Nº BORNERA
1	Display de tiempos (dígito 0.1)	O:005/00	-
2	Display de tiempos (dígito 0.2)	O:005/01	-
3	Display de tiempos (dígito 0.4)	O:005/02	-

4	Display de tiempos (dígito 0.8)	O:005/03	-
5	Display de tiempos (dígito 1)	O:005/04	-
6	Display de tiempos (dígito 2)	O:005/05	-
7	Display de tiempos (dígito 4)	O:005/06	-
8	Display de tiempos (dígito 8)	O:005/07	-
9	Display de tiempos (dígito 10)	O:005/10	-
10	Display de tiempos (dígito 20)	O:005/11	-
11	Display de tiempos (dígito 40)	O:005/12	-
12	Display de tiempos (dígito 80)	O:005/13	-
13	Display de alarmas (dígito 1)	O:006/00	-
14	Display de alarmas (dígito 2)	O:006/01	-
15	Display de alarmas (dígito 4)	O:006/02	-
16	Display de alarmas (dígito 8)	O:006/03	-
17	Display de alarmas (dígito 10)	O:006/04	-
18	Display de alarmas (dígito 20)	O:006/05	-
19	Display de alarmas (dígito 40)	O:006/06	-
20	Display de alarmas (dígito 80)	O:006/07	-
21	Display de alarmas (dígito 100)	O:006/10	-
22	Display de alarmas (dígito 200)	O:006/11	-
23	Display de alarmas (dígito 400)	O:006/12	-
24	Display de alarmas (dígito 800)	O:006/13	-

**Tabla 4. 18.-** *Direccionamiento de las salidas TTL del PLC.*

Nº	DESCRIPCIÓN	DIRECCIONAMIENTO PLC	Nº BORNERA
1	Teclado alfanumérico “0”	I:007/00	-
2	Teclado alfanumérico “1”	I:007/01	-
3	Teclado alfanumérico “2”	I:007/02	-
4	Teclado alfanumérico “3”	I:007/03	-
5	Teclado alfanumérico “4”	I:007/04	-
6	Teclado alfanumérico “5”	I:007/06	-
7	Teclado alfanumérico “6”	I:007/06	-
8	Teclado alfanumérico “7”	I:007/07	-
9	Teclado alfanumérico “8”	I:007/10	-
10	Teclado alfanumérico “9”	I:007/11	-
11	Teclado alfanumérico “A”	I:007/12	-
12	Teclado alfanumérico “B”	I:007/13	-
13	Teclado alfanumérico “C”	I:007/14	-
14	Teclado alfanumérico “D”	I:007/16	-
15	Teclado alfanumérico “E”	I:007/16	-
16	Teclado alfanumérico “F”	I:007/17	-

**Tabla 4. 19.-** *Direccionamiento de las entradas TTL del PLC.*

## 4.2.5.2.- Algoritmo de programación.

### 4.2.5.2.1.- Algoritmo Principal

Este es el bloque principal a través del cual se ejecuta el programa principal (Figura 4.42). El flujograma del proceso es el siguiente:

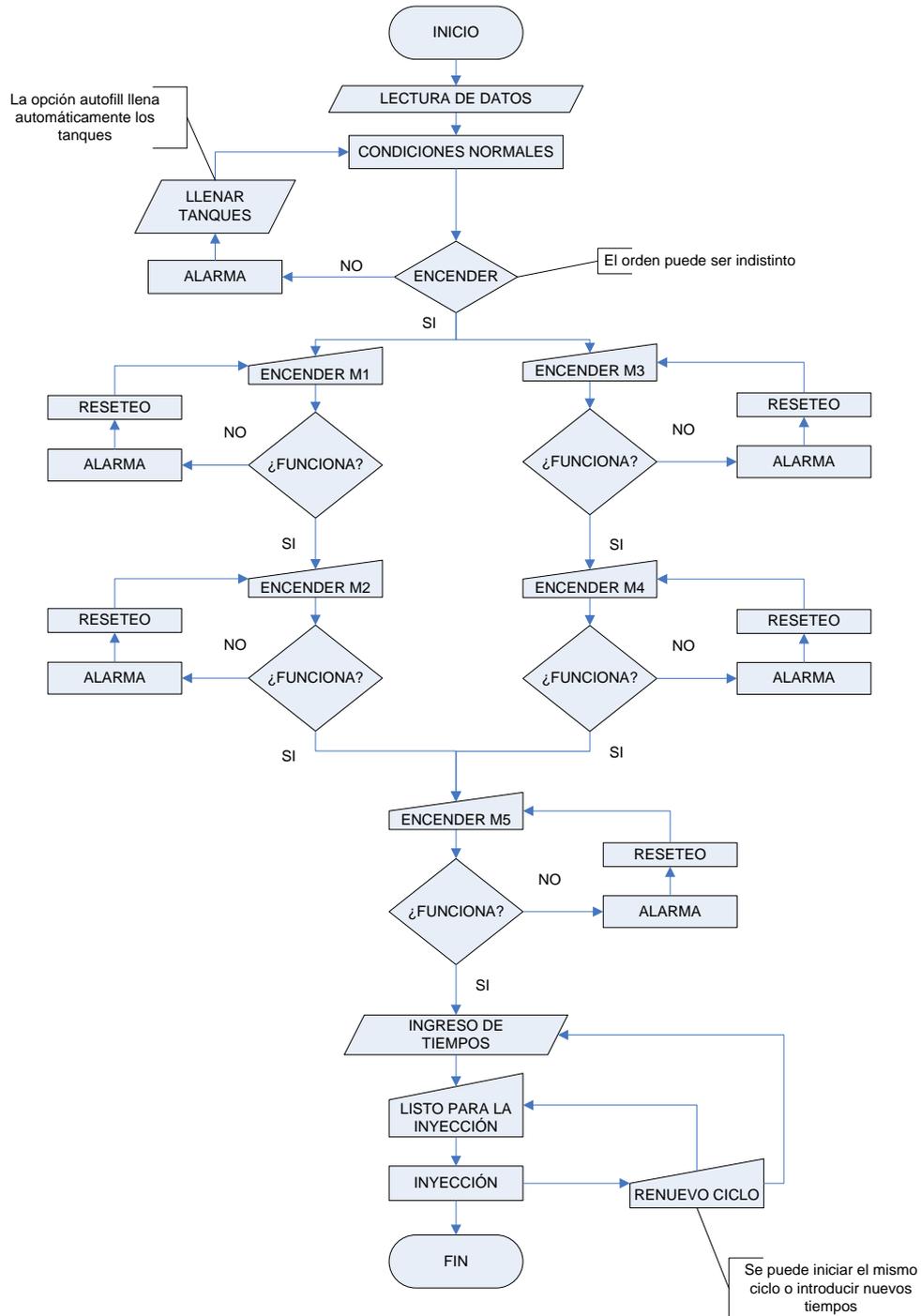
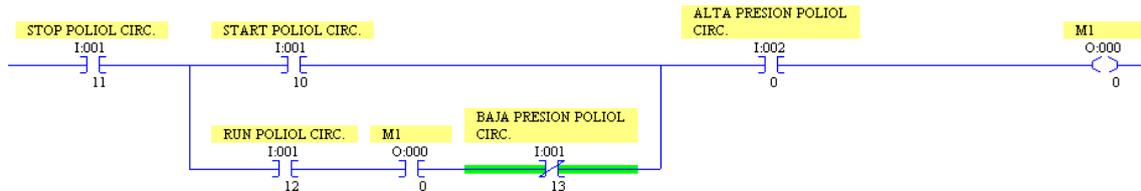


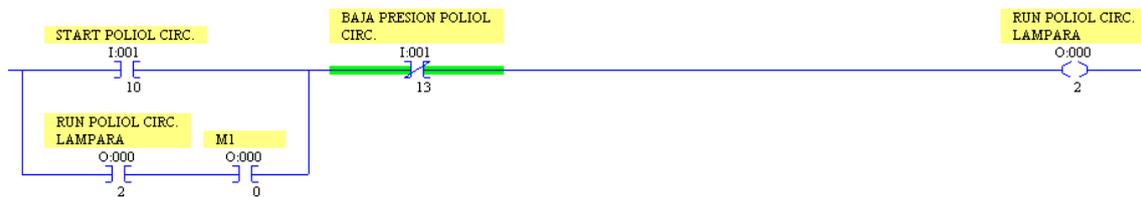
Figura 4. 42.- Flujograma del programa principal

4.2.5.2.2.- *Funcionamiento de los motores en el programa del PLC.*

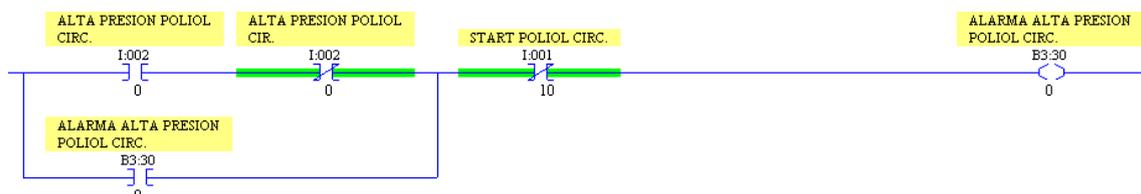
En el programa se detalla las entradas de los pulsantes S2, S3, S4, S5 como activadores y las salidas O:000/00, O:00/01, O:000/004 y O:00/005, como las salidas físicas del PLC. Las condiciones de encendido y de reseteo se explican a continuación:



El ciclo inicia con el pulsante de S2 direccionando al PLC como I:001/10. Dependiendo del estado de la entrada I:002/00 (alta presión polioliol circ.), se permitirá que el motor permanezca funcionando, o se detenga. Ya funcionando el motor M1 direccionado en la salida O:000/00, se enclavará únicamente si no existe baja presión de polioliol en el sistema de circulación y si recibe la señal de 1L, que fue direccionado del contacto NC relé T1, que se encarga de la protección eléctrica del motor.

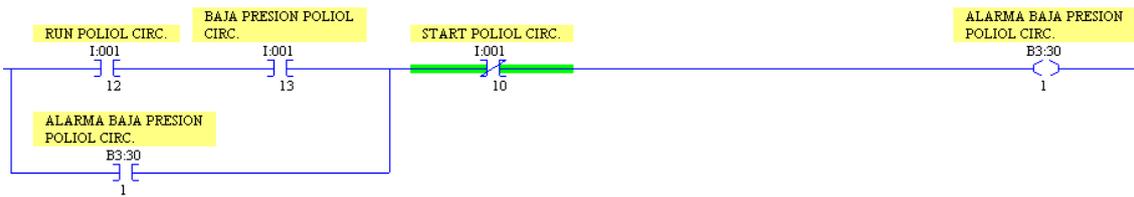


La condición del funcionamiento del motor M1, se muestra con una lámpara de señalización, que dependiendo que el motor funcione o no, esta se activa.



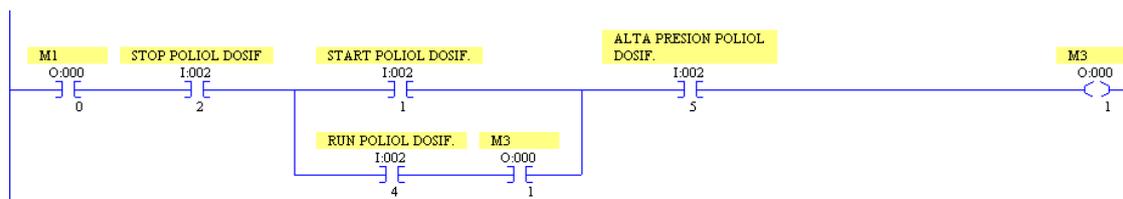
La alarma de alta presión del sistema de circulación POLIOL, se direcciona en B3:30/00, que al ser un bit tipo relé, guardará dicha información y lo establecerá como alarma después de su activación.

Para resetear dicha alarma, se puede observar que solo basta pulsar nuevamente el botón S2.

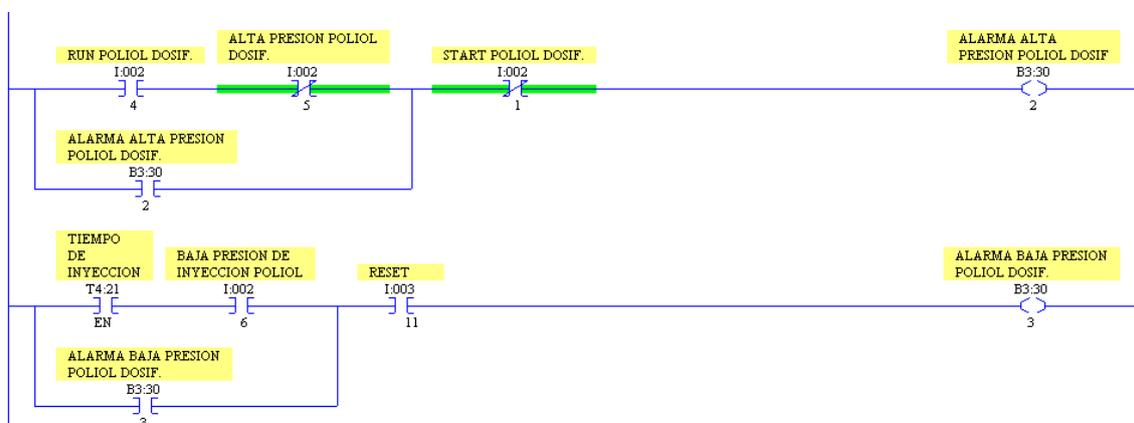


Para la alarma de baja presión del sistema de circulación, se observa el mismo caso que el anterior, con la única diferencia que este valor se guarda en la dirección B3:30/01.

El reseteo de esta alarma, está en pulsar de la misma manera S2.



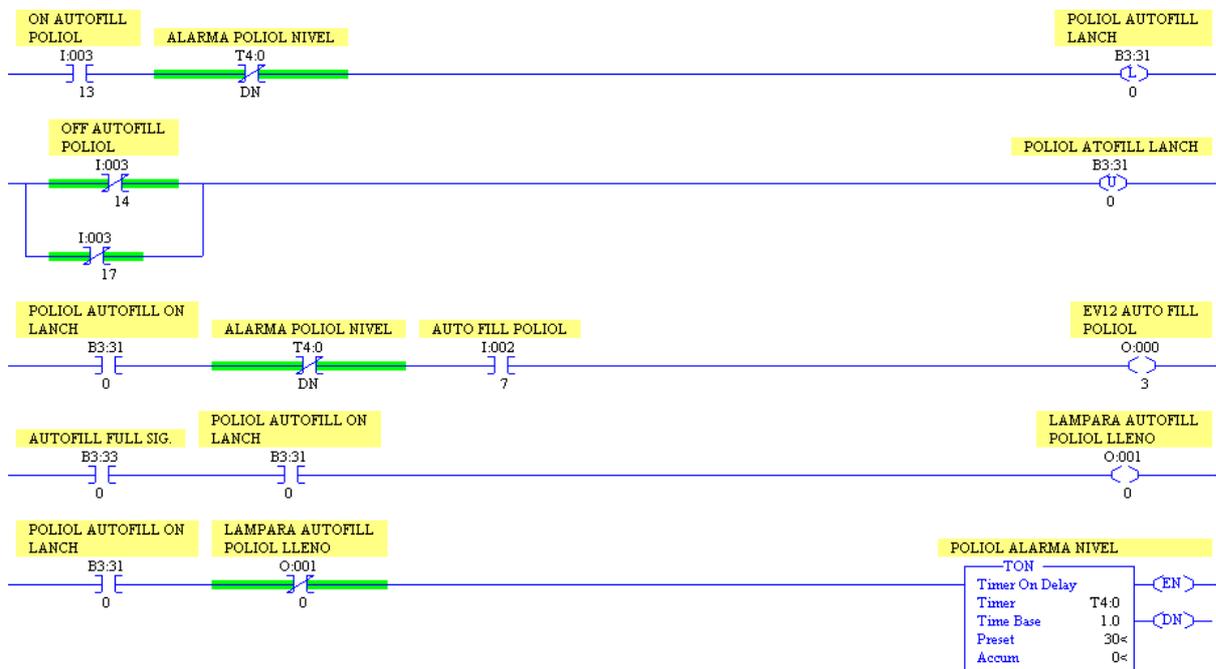
El encendido del motor M3 cumple las mismas condiciones, a excepción que se agrega una más, si no está encendido el motor M1, no se enciende M3, esta condición es necesaria, debido a que el sistema requiere que se encienda primero M1 y después M3.



Las alarmas de alta presión y baja presión del sistema de dosificación POLIOL, establecen las mismas condiciones que las alarmas anteriores. El dato de alarma se direcciona en los B3:30/02 para alta presión y B3:30/03 para baja presión. El reseteo de la alarma será pulsando el botón S4.

#### 4.2.5.2.3.- Funcionamiento del llenado de los tanques “AUTOFILL”

La función “AUTOFILL” permite llenar los tanques de los materiales cuando los niveles del componente son mínimos. Para esto se integro la programación que se muestra a continuación.



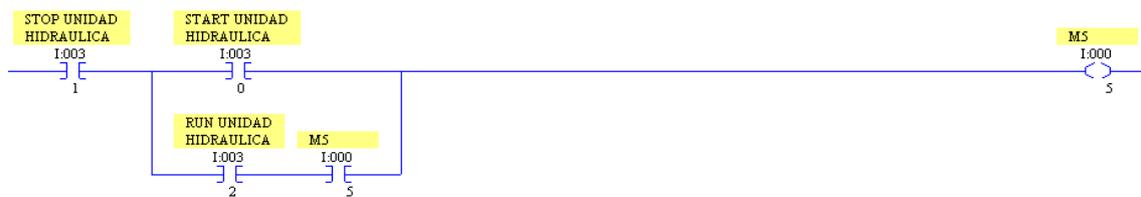
Con la opción  “Lanch”, se permite que el sistema autofill permanezca funcionando hasta que este sea reseteado. Para ello se utiliza la función  “UnLanch”. Se desactivaría esta opción con el botón S7. Además se enciende una lámpara indicadora, cuando el tanque esta lleno.

La función del temporizador es limitar posibles fallas en el sensor de nivel, ya que si este no envía la señal de que el tanque está lleno, el nivel seguirá incrementando ilimitadamente. El temporizador T4:0, establece que si no llega la señal de que el

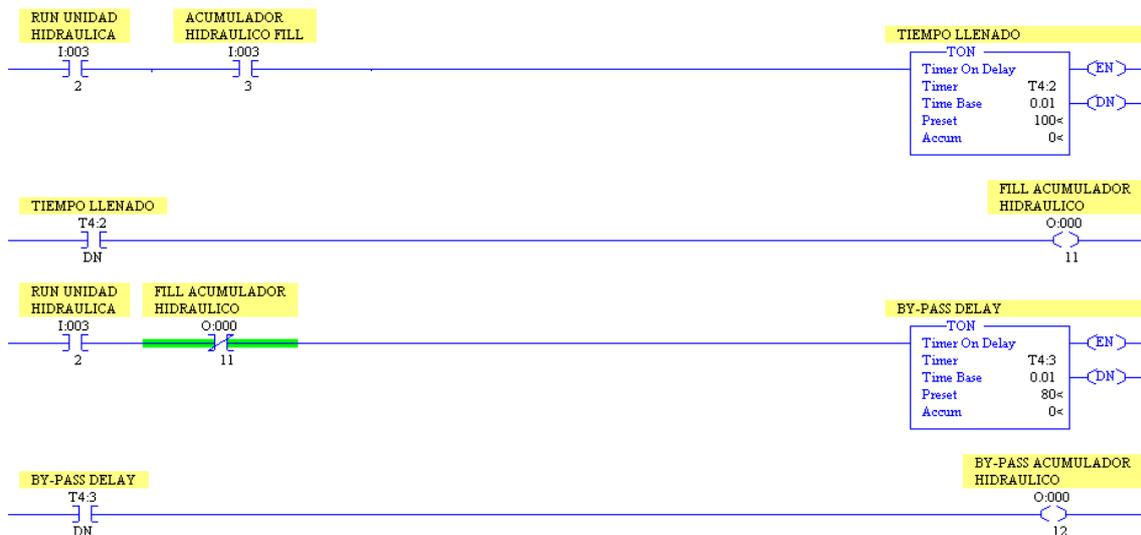
tanque esta lleno en un determinado tiempo, este se encarga de desactivar el AUTOFILL y muestra una alarma. El tiempo de espera es de 30 segundos.

#### 4.2.5.2.4.- Funcionamiento del sistema hidráulico

El sistema hidráulico posee un funcionamiento algo complejo, debido a la función que cumple en la inyección. Su funcionamiento se explica a continuación:

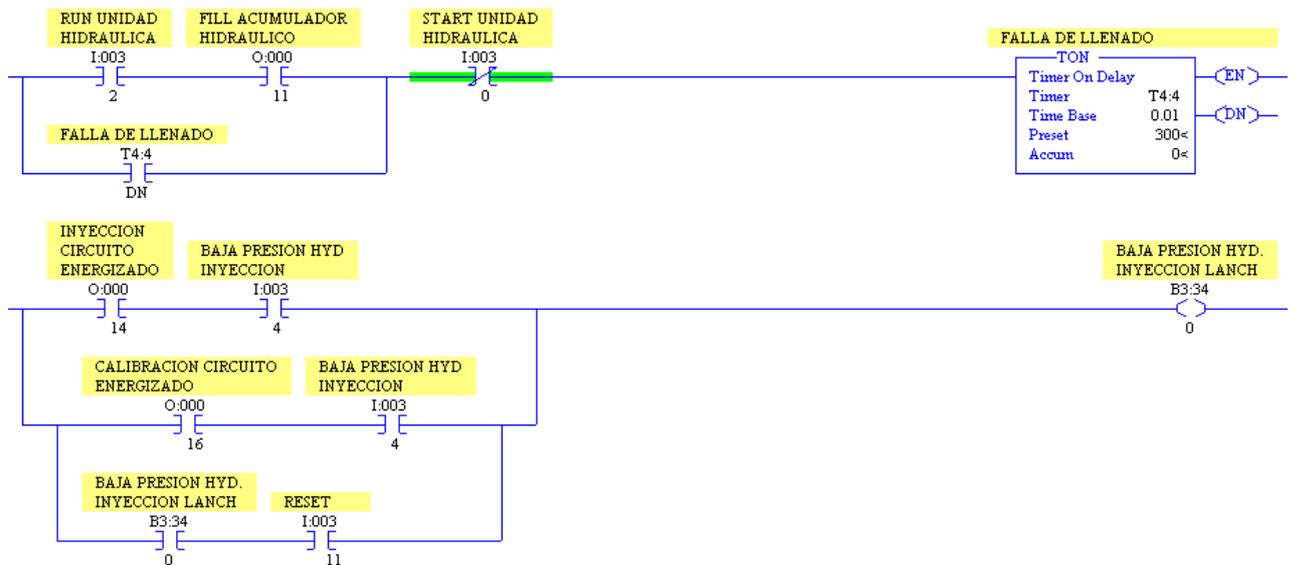


El arranque del motor hidráulico M5, se realiza con el mismo criterio que el utilizado en los arranques de los motores anteriores.



El tiempo de llenado establece 1 seg., de espera del aceite hidráulico, después de ello se activa Fill Acumulador Hidráulico. Dependiendo de la señal de PS-9 (presóstato del acumulador) direccionado en I:003/03, la salida O:000/11, se desactivará.

Además, se agrega una salida direccionada en O:000/12, que pertenece a la válvula de by-pass del acumulador hidráulico, esta opción nos permite tener esta válvula activada siempre, después del llenado del acumulador, y si de fallar la válvula fill del acumulador hidráulico, no permitir que exista una saturación del aceite en el sistema.



Se agrega en la programación una falla de llenado temporizada, para las alarmas consiguientes.

Además, una alarma de baja presión de inyección hidráulica, direccionada en el bit B3:34/00, con los condicionantes de que se establezca en la inyección y en la calibración, ya que en esas funciones se requiere la revisión de la presión.

Se puede resetear la alarma con el botón reset.

#### 4.2.5.2.5.- Funcionamiento del sistema de inyección.

El proceso de inyección, consiste en el funcionamiento de las válvulas del cabezal de inyección, direccionada en la salida O:000/15 y en la calibración se encuentra direccionada en la salida O:001/02. Debido a lo complejo del sistema se recomienda que se revise su funcionamiento en el apéndice anexo F.

#### 4.2.5.2.5.- Funcionamiento de los tiempos de inyección

Los tiempos de inyección son de gran importancia en este sistema, ya que con ello, se puede establecer el periodo de inyección.

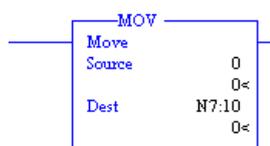
Estos tiempos consisten en 10 tiempos variables, elegibles memorizables y variables, es decir, que se puede ingresar cualquier valor de tiempo, del 0.1 seg. a 99.9 seg., que pueden ser memorizados en 10 casilleros diferentes. Además, después de ser memorizados pueden ser elegidos con facilidad.

La programación ofrece un manejo versátil, fácil y ordenada.

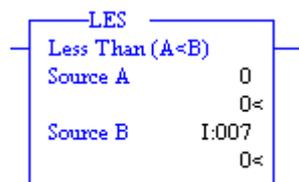
Hay que recalcar que para la toma de los datos se utilizo un método llamado “direccionamiento indirecto”, el cual es bastante útil e interesante, cuando se requiere el ingreso de valores en un orden específico.

EJ. N7:[N7:10]

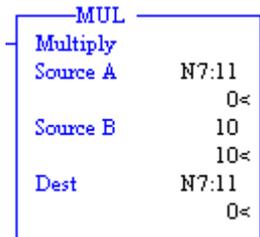
Debido a su complejidad, se recomienda su revisión en el anexo F, solo se dejara claro las funciones utilizadas, para su fácil comprensión.



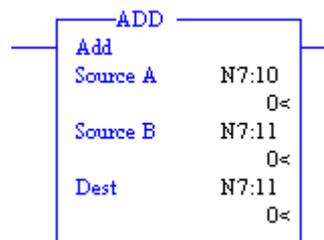
- *Comando MOV.*- Nos permite ingresar un dato de una variable o constante y direccionarla en el PLC por medio de los archivos de enteros.



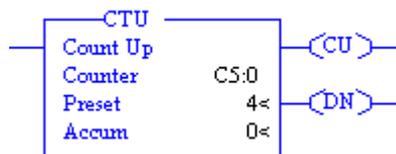
- *Comando LES THAT.*- Compara dos valores, ya sean constantes o variables y si el valor A, es menor que el de B, permite la activación del resto de la línea de programación donde se encuentra.



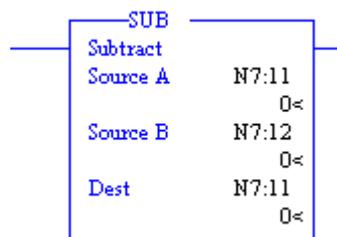
- *Comando MUL.*- Multiplica dos valores, ya sean constantes o variables, valor A y B. El resultado se direcciona en un archivo de enteros.



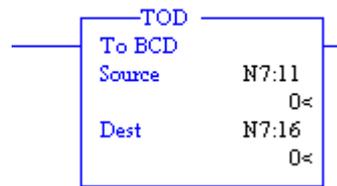
- *Comando ADD.*- Suma dos valores, ya sean constantes o variables, valor A y B. El resultado se direcciona en un archivo de enteros.



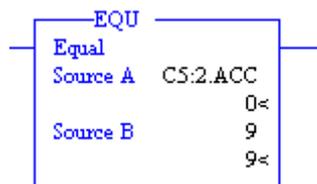
- *Comando CTU.*- Contador ascendente que incrementa el valor de acum. Cuando recibe un 1L la instrucción. Cuando el valor del acum. es igual al del preset, permite la activación del DN. (Ej. C5:0/15 – contacto DN).



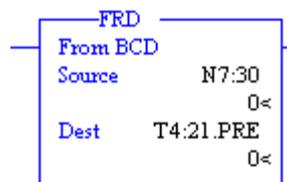
- *Comando SUB.*- Resta dos valores, ya sean constantes o variables, valor A y B. El resultado se direcciona en un archivo de enteros.



- *Comando TOD.*- Transforma un valor entero, a un valor BCD. Este comando fue muy necesario para las salidas TTL a la activación de los display's que son de configuración BCD.



- *Comando EQU.*- Compara dos valores, ya sean constantes o variables y si el valor A, es igual que el de B, permite la activación del resto de la línea de programación donde se encuentra.



- *Comando FRD.*- Transforma un valor BCD, a un valor entero. Este comando fue muy necesario para la recuperar los tiempos que fueron transformados a BCD.

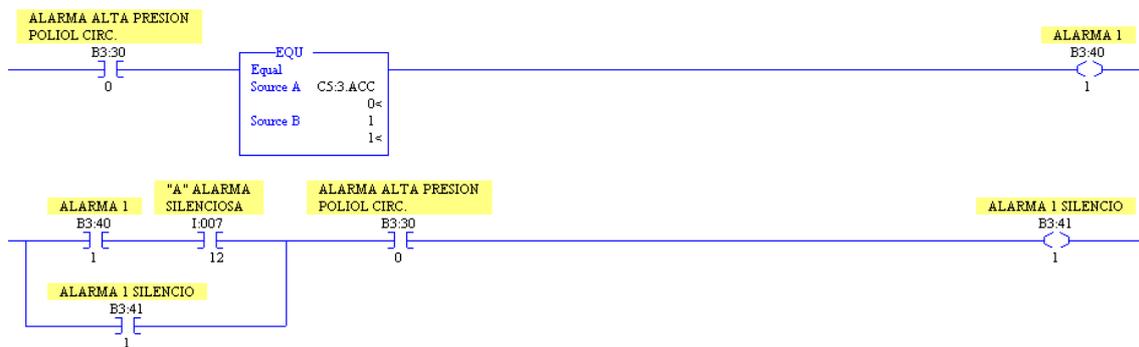
#### 4.2.5.2.6.- *Funcionamiento de las alarmas.*

Las alarmas integran un factor muy importante en la máquina, ya que con estas se establece las fallas de funcionamiento, protege a los elementos de dicha máquina y

muestra por medio de códigos el problema y las posibles soluciones que se pudiese realizar para poner nuevamente en marcha.

Se establecieron 22 alarmas en total, las cuales a cualquier problema que se presentes, montarán el código correspondiente en los display's de alarmas.

A continuación se mostrara un ejemplo de lo que se realizo en la programación de las alarmas.



La alarma 1, se muestra, donde se puede ver una comparación, para determinar el numero de la alarma, además de incorporar la alarma silenciosa, es decir, cuando se pulsa el botón “A” del teclado alfanumérico, se desactiva la sirena de alarma, y solo se muestra el numero de alarma y las condiciones que realiza la máquina cuando se presenta dicha alarma.

#### 4.4.- EL MONITOR INSPECTOR DEL PROCESO

##### 4.4.1.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Como ya se dio a conocer, la máquina inyectora posee un monitor inspector de procesos. Este tipo de panel se reparo y se adecuo para la operación de la máquina actual.

El monitor de procesos esta designado para monitorear los parámetros en sistema de dosificación y presenta una alarma si dicho proceso esta fuera de los rangos de tolerancia de las condiciones que se encuentren programadas.

Los parámetros del proceso son:

- Rango de flujo del componente(gramos por segundo)
- Presión a la cual circula el componente(psi)
- Temperatura del componente(°C o °F )

El monitor de procesos utiliza un panel montado en este, de 9" CRT visualización verde y 28 terminales para un teclado externo. Una tarjeta de computadora industrial que es usada para monitorear las señales de entrada por medio de los transductores de flujo, transductores de presión y termocuplas. El software del sistema es de fácil manipulación y de menú manejable.

Las opciones que se muestra en la pantalla desplegadas en un menú son:

- Límites del proceso
- Visualización de variables (solo lectura)
- Visualización de variables y límites
- Impresión externa.

#### **4.4.1.1. - Límites del proceso**

En esta opción se produce una visualización de los límites del proceso de presión, caudal y temperatura, los cuales son modificables, dependiendo de la necesidad del usuario. Además que se establecen rangos de tolerancia, los cuales en porcentaje son variables para mantener un margen máximo y mínimo.

#### **4.4.1.2.- Visualización de variables**

En esta opción se establece los valores sensados de presión, nivel y caudal en tiempo real. Hay que recalcar que los valores solo son visuales, no puede existir variación en estos.

#### 4.4.1.3.- Visualización de variable y límites

En este parámetro se visualiza en tiempo real los valores en tiempo real de presión, caudal y temperatura, en comparación con los valores de los límites establecidos por el usuario. A cualquier anomalía, sonará la alarma de emergencia y parará el proceso.

#### 4.4.1.4.- Impresión externa

Por medio de un puerto de comunicación RS232, se puede establecer dicha comunicación con una impresora externa, la cuál podría dejar registrado todo los valores sensados y mostrar si existió algún problema en el proceso.

La impresora, ya en desuso no se tomo en cuenta para este proceso, ya que al no poseerla y al no ser necesaria de obvio.

En la siguiente tabla 4.20 se muestra, como se observa la pantalla del proceso.

VISUALIZACIÓN DE VARIABLES Y LÍMITES				MENU
<b>COMPONENTE A</b>				<b>(A)ALARMA SILENCIOSA</b>
	<b>ACTUAL</b>	<b>ESTABLECIDO</b>	<b>TOLERANCIA</b>	
FLUJO gm/s	0.00	0.00	0.00	<b>(B)LÍMITES DEL PROCESO</b>
PRESIÓN psi	0.00	0.00	0.00	
TEMP. F	0.00	0.00	0.00	
<b>COMPONENTE B</b>				<b>(C)VISUALIZACIÓN DE VARIABLES</b>
	<b>ACTUAL</b>	<b>ESTABLECIDO</b>	<b>TOLERANCIA</b>	
FLUJO gm/s	0.00	0.00	0.00	<b>(E)VISUALIZACIÓN DE VARIABLES Y LÍMITES</b>
PRESIÓN psi	0.00	0.00	0.00	
TEMP. F	0.00	0.00	0.00	
				<b>(F)IMPRIMIR</b>

**Tabla 4. 20.-** Visualización de las variables y límites que se muestran en el monitor inspector del proceso.

#### **4.4.2.- CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA**

Las características de este sistema son:

- 1) Dos transductores de flujo con frecuencia de salidas. Este transductor tiene una precisión del 0.5% y muestra una resolución de 1/10 de un gramo.
- 2) Dos transductores de alta presión de un rango de 0-4000 psi, que emite una señal de corriente de 4-20mA con una precisión del 0.5% del rango.
- 3) Dos termocuplas tipo "J"
- 4) Una consola tipo escritorio, fuente de alimentación y terminales de control.
- 5) Una impresora opcional que reporta los procesos y mantiene registros de los parámetros.

#### **4.4.3.- DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN EL SISTEMA**

La configuración de los elementos que componen el monitor inspector de procesos se explicará a continuación:

##### **4.4.3.1.- Transductores de flujo**

Estos transductores montados en la línea del proceso nos permite sensor el caudal, al momento de la inyección. El voltaje de alimentación de este sensor es de 24VDC, el cual es proporcionado por el módulo inspector de procesos, y la señal de salida es de 4 a 20 mA, manejados por el mismo módulo para poder ser visualizado en la pantalla de procesos.

Los transductores de flujo se componen básicamente de dos engranes internos, que al ser montado el sensor en la línea de dosificación, produce el contacto del flujo del componente en estos transmitiendo la velocidad cinemática y transformándola en energía rotacional.

Al producirse la rotación, un sensor montado encima de los engranes (Figura 4.42), sensa el paso de los dientes, y por medio de su configuración establece el caudal en relación del giro de los dietes del sensor.

#### **4.4.3.2.- Termocuplas**

Ya conocido de antemano, las termocuplas son elementos sensores de temperatura. El tipo utilizado son J, y el acondicionamiento de la señal se produce en el módulo inspector de proceso, llevándolo en valores visuales en la pantalla de este.

#### **4.4.3.3.- Transductor de presión**

Consiste en el elemento que se encarga de medir la presión en el instante de la inyección.

El voltaje de alimentación que requiere estos elementos es de 24VDC, proporcionado por el mismo módulo inspector de procesos, proporcionado una señal de 4 a 20 mA, dependiendo de la presión generada.

Los rangos de presión se establecen de 0 a 3000 psi, siendo mostrados en tiempo real por el módulo de procesos.

Las conexiones eléctricas y demás información de este sistema, los puede encontrar en el anexo D.

### **4.5.- ESTABLECIMIENTO DE ALARMAS**

El establecimiento de alarmas se realizo con el único objetivo de proteger elementos del proceso, mostrar fallas en el proceso y mostrar una guía de cuales podrían ser las posibles fallas y buscar sus respectivas soluciones.

A continuación en la tabla 4.21 se detalla las alarmas que se implemento el la máquina ayudándonos con el programa del PLC.

<i>ALARMA</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
1	“Poliol conditioning” alta presión
2	“Poliol conditioning” baja presión
3	“Iso conditioning” alta presión
4	“Iso conditioning” baja presión
5	“Poliol meter” alta presión
6	“Poliol meter” baja presión
7	“Iso meter” alta presión
8	“Iso meter” baja presión
9	Falla del llenado hidráulico
10	Baja presión hidráulica en inyección
11	Falla de presión de inyección
12	Falla del sensor del cabezal de presión
13	Uso futuro
14	Alarma del nivel de poliol
15	Alarma del nivel de Iso
16	Futuro uso
17	Temperatura del poliol
18	Temperatura del Iso
19	Falla de sobrecarga del motor de “poliol conditioning”
20	Falla de sobrecarga del motor de “poliol meter”
21	Falla de sobrecarga del motor de “Iso conditioning”
22	Falla de sobrecarga del motor de “Iso meter”

**Tabla 4. 21.-** Visualización de las alarmas y descripción.

El código de alarma es mostrado en la ventana de alarmas, con la activación de la sirena.

La descripción de la alarma, posibles causas y acciones a realizar, se detalla en el manual de operaciones, que se encuentra en el anexo E.

#### **4.6.- ELABORACIÓN DE PLANOS ELÉCTRICOS**

La elaboración de planos eléctricos se realizó en el programa AUTOCAD, donde se muestra con detalle todos los esquemas del circuito de control, potencia y conexiones del módulo inspector del proceso. Revise el anexo D

## **CAPITULO V**

### **5 IMPLEMENTACIÓN, PRUEBAS Y RESULTADOS**

#### **5.1.- MONTAJE DE DISPOSITIVOS MECÁNICOS**

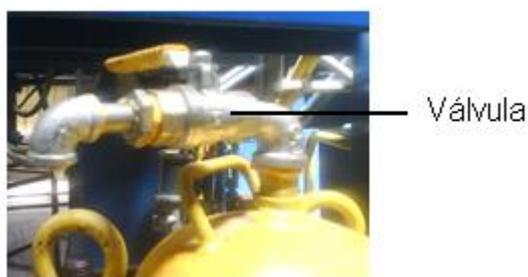
Después del desmontaje de todos los elementos mecánicos incluyendo la misma tubería de la línea de Iso, para la limpieza de los elementos mecánicos, se procedió al montaje.

##### **5.1.1.- MONTAJE DE LA TUBERÍA DE LA LÍNEA DE ISO**

El montaje de la tubería se efectuó correctamente utilizando las herramientas adecuadas,

##### **5.1.2.- MONTAJE DE VÁLVULAS**

Las válvulas que fueron reemplazadas por unas nuevas fueron montadas en el sistema y aseguradas con “teflón” y “permatex”, ver figura 5.1.



**Figura 5. 33.-** Apariencia de la válvula nueva montada en el filtro.

A continuación en la tabla 5.1 se enlistan las válvulas que fueron utilizadas en el montaje.

<i>SIM</i>	<i>ELEMENTO</i>
V-4	Válvula tipo bola
V-11	Válvula tipo bola

**Tabla 5. 4.-** Válvulas adquiridas utilizadas en el montaje.

### **5.1.3.- MONTAJE DEL MOTOR DE 3 HP.**

En cuanto al motor trifásico, al carecer de recursos para la compra de uno nuevo, se procedió al rebobinado del motor que permanecía quemado debido a una sobrecarga, la empresa se comprometió a adquirir un motor nuevo si el motor reparado presenta algún tipo de dificultad o problema en su correcto funcionamiento.

Así que ya reparado el motor, se procedió al montaje del mismo sobre el soporte, como se muestra en la figura 5.2.



**Figura 5. 34.-** Apariencia física del motor de 3 HP.

### **5.1.4.- MONTAJE DE LA BOMBA DE ENGRANES INTERNOS CON CUÑA**

Ya adquirida la bomba de engranes internos con cuña, se procedió a su instalación. Siendo similar la bomba con la de la línea de POLIOL, ver la figura 5.3.



**Figura 5. 35.-** Bomba de engranes internos y cuña.

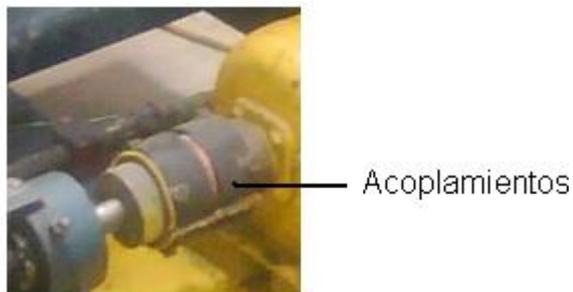
### 5.1.5.- MONTAJE DE ACOPLAMIENTOS PARA LAS BOMBAS.

Ya determinado el tipo de acoplamiento en el capítulo 3, se ubicó como transmisor del movimiento que es, entre el motor y la bomba, ver figura 5.4.



**Figura 5. 36.-** Acoplamiento montado, para los motores de 10 HP.

Sin embargo, al no existir repuesto de los acoplamientos para los motores de 3HP, se llegó a la última opción de asegurar los acoplamientos anteriores con placas de platina (Figura 5.5). Esta opción fue extrema, pero no existía ningún método más para poner en marcha a la máquina, su adquisición posterior se realizará a un futuro.



**Figura 5. 37.-** Acoplamiento reparado para los motores de 3 HP.

### 5.1.6.- MONTAJE DE LOS SENSORES.

#### 5.1.6.1.- Manómetros

El montaje de los manómetros se lo realizó al mismo momento del montaje de la línea de ISO.

Los manómetros que fueron adquiridos reemplazando a los defectuosos se detallan en la tabla 5.2:

<i>SIM</i>	<i>ELEMENTO</i>	<i>VALORES</i>
PI-3	Manómetro de baja presión	0-400psi
PI-4	Manómetro de baja presión	0-400psi
PI-5	Manómetro de alta presión	0-5000psi

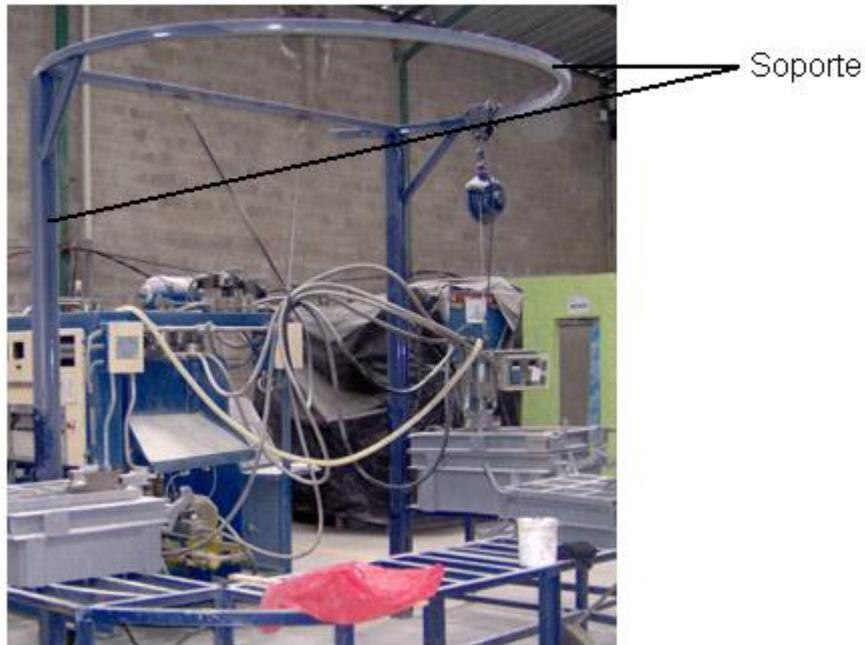
**Tabla 5. 5.-** Manómetros nuevos montados en la reparación de la máquina inyectora.

### 5.1.7.- MONTAJE DEL CABEZAL INYECTOR.

Para montar el cabezal de inyección, se llegó en la necesidad de construir un soporte, el cual permitiría que dicho cabezal obtenga libre movimiento que se requerirá para la inyección.

El soporte tiene 3 metros de alto por un radio de 4 metros y una mesa de trabajo en el cual serán colocados los moldes, constituye el soporte.

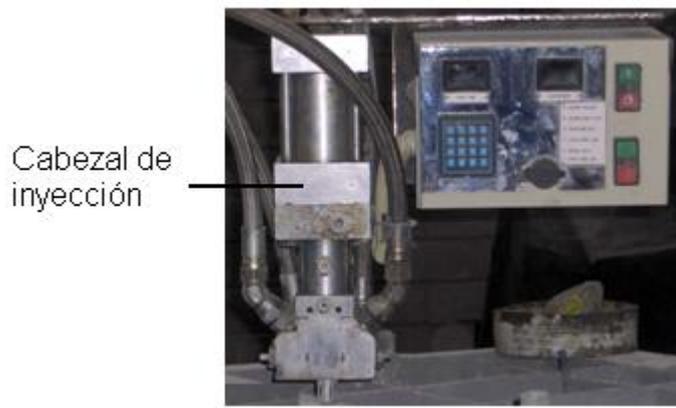
En la figura 5.6 se puede observar el soporte construido para el cabezal de inyección.



**Figura 5. 38.-** Apariencia del soporte construido para la máquina inyectora.

Construido el soporte, se procedió al montaje del cabezal de inyección, después de su respectivo mantenimiento, el cual se acopló a la línea de componentes y a la unidad hidráulica, tomando muy en cuenta las entradas y salidas de presiones hidráulicas y de componentes (A y B). Esto se realizó por medio de mangueras de presión, capaces de soportar presiones hasta de 3000 psi.

En la figura 5.7 se puede observar el cabezal inyector, sujeto y listo para la inyección.



**Figura 5. 39.-** Apariencia del cabezal de inyección en lo que constituye la máquina inyectora.

#### **5.1.8.- MONTAJE DE LA TUBERÍA DEL MÓDULO TÉRMICO DEL AGUA**

El módulo térmico del agua, al ser un proceso totalmente distinto al de la inyección, permanece totalmente separado de dicho proceso. Sin embargo, este módulo es involucrado por medio de las mangueras de agua.

En la figura 5.8 se puede observar la conexión de las mangueras del agua a la máquina inyectora.



**Figura 5. 40.-** Apariencia del cabeza de inyección en lo que constituye la máquina inyectora.

## 5.2.- MONTAJE DE DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS

### 5.2.1.- MONTAJE DE LOS TABLEROS DE POTENCIA

En el montaje de los tableros de potencia se utilizó los siguientes elementos:

- Tuercas y tornillos.
- Rieles.
- Canaletas.
- Borneras.
- Cables para el circuito de potencia y control, que se detallan en el capítulo 4.
- Terminales tipo U y tipo ojo.
- libretines de números y letras.
- Amarras plásticas.

Los accesorios electromecánicos se detallan en la tabla 5.3:

Nº	DISYUNTOR	CONTACTOR	RELÉ TÉRMICO
2	20A - 3P	3RT10 24	9,00 - 12,50
2	20A - 3P	3RT10 24	9,00 - 12,50
2	80A - 3P	3RT10 34	22,00 - 32,00
2	80A - 3P	3RT10 34	22,00 - 32,00
1	30A - 3P	3RT10 26	14,00 - 20,00
1	150 A - 3P	-	-

**Tabla 5.3.-** Accesorios electromecánicos.

La apariencia física de la caja de potencia, se muestra en la figura 5.9.



**Figura 5. 41.-** Apariencia de la caja de potencia antes de la instalación del tablero.

Para el montaje de este tablero, se busco una base adecuada, donde la cual serian distribuidos todos los elementos eléctricos de potencia. Así que, se construyo una base, con una plancha de tol, y después de ser pintada, quedó lista para el montaje de los componentes, ver figura 5.10.



**Figura 5. 42.-** Apariencia de la base del tablero de potencia.

Para la distribución de los elementos se tomo en cuenta el orden, la estética y el espacio requerido.

Así fue como se incorporó tres rieles, las cuales contendría a los elementos eléctricos. Fueron fijadas en la base, por medio de tornillos y tuercas.

Después de ello fueron fijadas las canaletas y las borneras, de tal manera que se haga fácil la distribución de los elementos.

Para la distribución de los elementos de potencia (Figura 5.11), se tomó en cuenta el siguiente orden descendente:

- Disyuntor principal
- Disyuntores para los motores (Fusibles) y portafusible de control.
- Contactores
- Relé térmico

Además, se incorporó un contador que ya poseía la máquina, que se utiliza para el conteo del número de veces que se realiza la inyección.

El cableado del circuito de potencia como se estableció en los cálculos del capítulo 4, los cuales se fueron conectando a cada elemento según los diagramas eléctricos de potencia (ver anexo C, Pág. 74).

Para el cableado del circuito de control que se establece en el tablero, debido a los contactos de relés, contactores y demás, se utilizó el cable AWG N° 16. Este cable es más que suficiente para manejar las mínimas corrientes que maneja el circuito de control, además que la utilización de este calibre ya es estándar.

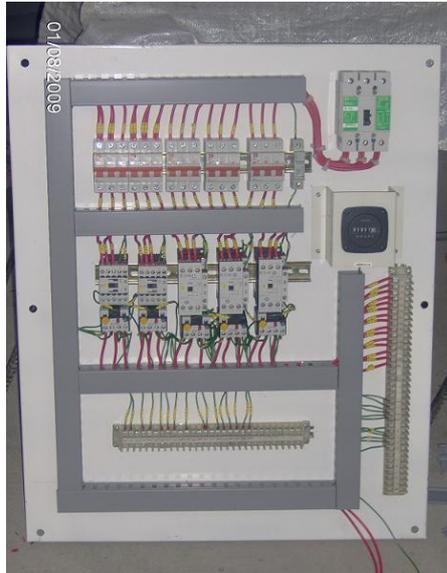


**Figura 5. 43.-** Montaje de los elementos en el tablero de control.

Después del cableado, se utilizó amarras para fijar los cables en las canaletas y libretines de números y letras para dejar necesariamente numerado el número de

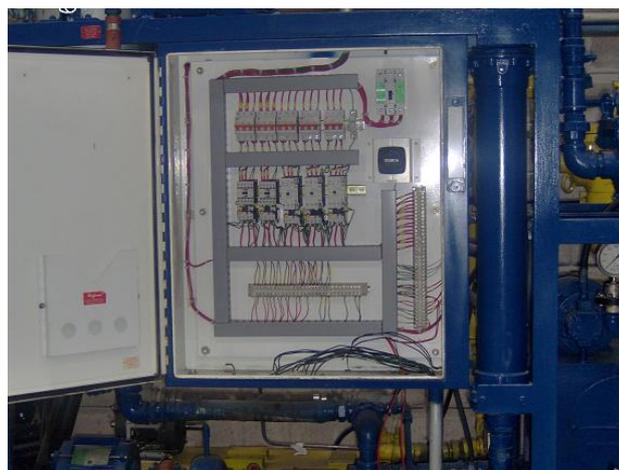
bornera, así si existiera algún tipo de reparación o desmontaje, sea fácil identificar el origen del extremo del cable según los planos.

Al terminar las conexiones, la apariencia física del tablero de potencia fue la como se muestra en figura 5.12:



**Figura 5. 44.-** Apariencia del tablero de potencia.

Para la fijación del nuevo tablero en la máquina se lo efectuó, realizando una perforación con un diámetro de  $\frac{1}{4}$  de pulgada, donde por medio de tornillos y pernos fue fijada la base en la caja del tablero, ver figura 5.13.



**Figura 5. 45.-** Apariencia del tablero de potencia colocado en la máquina.

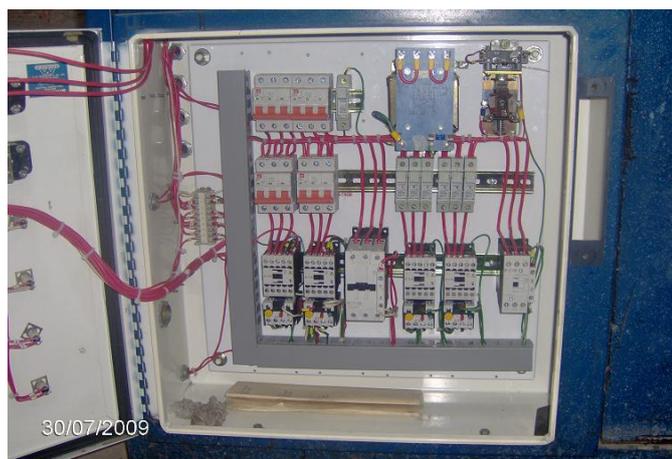
De la misma manera que se realizó el montaje del tablero de potencia de la máquina, también se lo hizo para el módulo térmico de agua, con una clara diferencia que ya fue nombrada en el capítulo 4. Se construyó para dos circuitos de alimentación; para 220V en cuanto al calentador, motores y transformador del circuito de control, y para 440V en para el compresor y los ventiladores.

En la tabla 5.4, se detalla los elementos eléctricos del modulo térmico del agua.

Nº	DISYUNTOR	CONTACTOR	RELÉ TÉRMICO	
1	6A - 3P	3RT10 16	2,20 - 3,20	<b>PARA EL CIRCUITO A 220 V</b>
1	6A - 3P	3RT10 16	2,20 - 3,20	
1	-	3RT10 24	-	
1	30A - 3P	Ninguno	Ninguno	
1	30A - 3P	3RT10 24	20,00 - 25,00	<b>PARA EL CIRCUITO A 440 V</b>
1	6A - 3P	3RT10 16	2,20 - 3,20	
1	6A - 3P	3RT10 16	2,20 - 3,20	
	30A - 3P	ninguno	Ninguno	

**Tabla 5.6.-** Elementos eléctricos utilizados en el tablero de potencia para el módulo térmico de agua

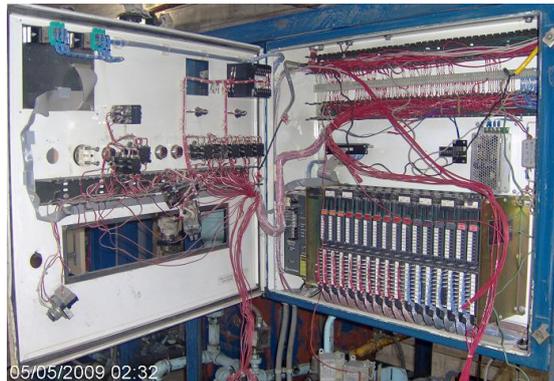
La apariencia física del tablero del módulo térmico de agua se muestra en la figura 5.14



**Figura 5.146.-** Apariencia del tablero de potencia del módulo térmico de agua.

### 5.2.2.- MONTAJE DEL CIRCUITO DE CONTROL

Para el montaje del tablero de circuito de control, se revisó las condiciones de dicho tablero, al no verse afectado en exceso por la condición de vandalismo que fue objeto la máquina (Figura 5.15), se buscó continuidad entre los cables de control y se adecuo al nuevo esquema de los planos eléctricos (ver anexo D, Pág. 76).



**Figura 5. 47.-** Apariencia del tablero de control antes de la reparación de la máquina.

El PLC ya estaba montado en el tablero de control, solo se tomó precauciones en el número de cables de entradas y salidas, ya que eran numerosos. Para mayor revisión de los esquemas eléctricos.

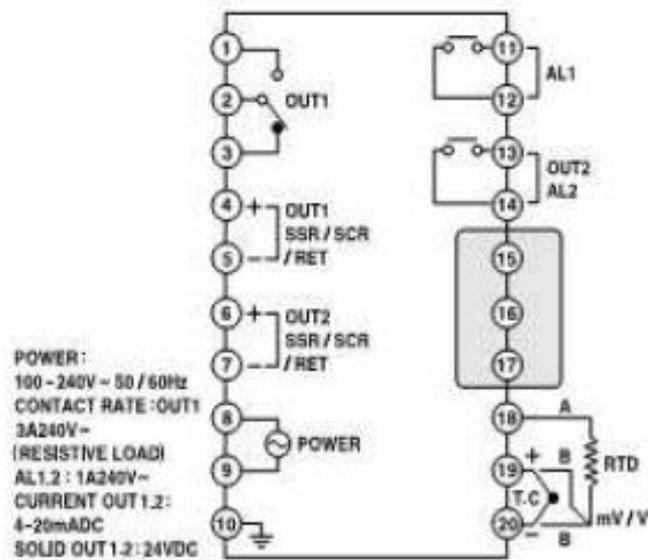
La fuente de alimentación de 110V a 5 VDC y el filtro EMI fueron seguidamente montados en el tablero, ya que estos elementos son necesarios para las entradas y salidas TTL, del PLC.

Los pulsadores y demás elementos similares, se especifican en la tabla 5.5.

<i>SIM</i>	<i>ELEMENTO</i>
S1	Pulsador tipo hongo
S2	Pulsador ON/OFF
S5	Pulsador ON/OFF
S10	Pulsador con llave
H3	Lámpara de señalización de S3
H4	Lámpara de señalización de S4
F20	Fusible del controlador de temperatura

**Tabla 5. 7.-** Pulsadores manuales utilizados en el tablero de control.

La conexión del Controlador de temperatura NX2, se lo realizó según la configuración que se muestra en el manual de operaciones (figura 5.16).



**Figura 5. 48.-** Descripción del tipo de conexiones en el controlador de temperatura NX2.

Después, se efectuó el reemplazo del fusible que permanecía quemado, y de las lámparas de señalización.

La apariencia física del tablero de control se muestra en las figuras 5.17 y 5.18.



**Figura 5. 49.-** Apariencia externa del tablero de control.

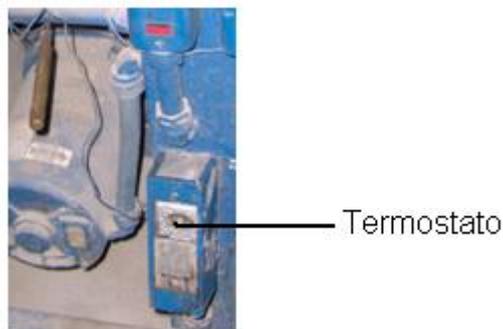


**Figura 5. 50.-** Apariencia interna del tablero de control.

### **5.2.3.- MONTAJE DE SENSORES Y ACTUADORES.**

#### **5.2.3.1.- Montaje del termostato**

El termostato (Figura 5.19), su montaje es muy primordial para el control del calentador. El cableado se realiza según corresponde a los planos de módulo térmico del agua (Ver anexo D), para que cumpla su función, las características se detallan en el capítulo 3.



**Figura 5. 51.-** Apariencia del termostato montado en el módulo térmico del agua.

#### **5.2.3.2.- Montaje del transductor de presión**

Tomando en cuenta el tipo de conexión del transductor se procedió al montaje del mismo (Figura 5.20). La presión donde se encuentra instalado varía de 1000 a 2000 psi, según requiera el proceso, el transductor instalado presenta las siguientes características en la tabla 5.6.

<i>SIM</i>	<i>ELEMENTO</i>	<i>VALORES</i>
PT-1	Transductor de presión ISO	0-3000psi/ 4-20mA

**Tabla 5.6.-** Transductor de presión utilizado para la reparación de la máquina inyectora.



**Figura 5. 52.-** Apariencia del transductor montado en la máquina inyectora.

### 5.2.3.3.- Montaje de la electroválvula

El éxito del montaje de la electroválvula (Figura 5.21), consistió en adquirir un repuesto similar al que fue reemplazado, el detalle se muestra en la tabla 5.7.

<i>SIM</i>	<i>ELEMENTO</i>	<i>VALORES</i>
EV-13	Electroválvula de inyección ISO	120 VAC

**Tabla 5.7.-** Electroválvula utilizada para la reparación de la máquina inyectora.



**Figura 5. 53.-** Apariencia de la electroválvula montada en la máquina.

## 5.2.4.- CAMBIO DE CONEXIONES E INSTALACIÓN

### 5.2.4.1.- Cambio de conexiones de los motores y calentador de agua

El cambio de conexión se pudo realizar desmontando la parte de la caja de alimentación de los motores y cambiando la configuración de estrella - serie a estrella - paralelo, como se explica en el capítulo 4.

De la misma manera, se cambio la configuración de las conexiones de alimentación del calentador, ya explicado en el capítulo 4, de 440V a 220V.

### **5.2.5.- MONTAJE DE LA CAJA DE INYECCIÓN**

Ya instalado los tableros de control y potencia, hubo la necesidad por parte del operador, de colocar una caja junto al cabezal inyector, en la cual se pueda controlar los tiempos, el inicio y parada de la inyección.

Para la instalación, se desmontaron los elementos de control de tiempos, como son el teclado alfanumérico y los display`s, se adquirió dos pulsadores ON/OFF para el paro y marcha de la inyección

La apariencia física de los elementos montados en la caja se muestra a continuación en la figura 5.22.



**Figura 5. 542.-** Apariencia de la caja de inyección.

### **5.2.6.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

#### **5.2.6.1.- Instalaciones eléctricas de la máquina inyectora.**

Las conexiones eléctricas fueron detallados en el capítulo 4. Adicionalmente se empleo conectores y cinta autofundente.

#### **5.2.6.2.- Instalaciones eléctricas del módulo térmico de agua.**

De la misma manera que se instaló la máquina inyectora, se efectúo la acometida con conectores y cinta autofundente, dejando una distancia prudente para futuras instalaciones.

### **5.2.6.3.- Instalación de motores y calentadores**

Para la instalación eléctrica de los motores, se tomó en cuenta el número de cable ya calculado en el capítulo 4.

### **5.2.6.4.- Reinstalaciones eléctricas para los sensores.**

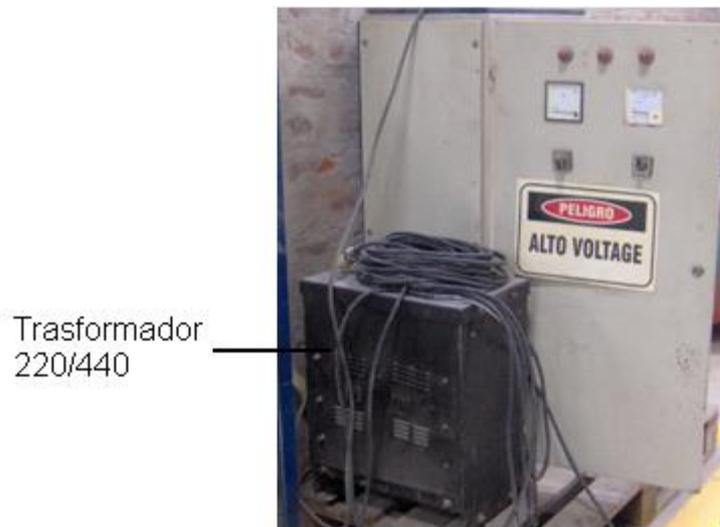
Después del montaje del tablero de Potencia se observó que muchos cables de instalación de los sensores de nivel y presostatos, estaban cortados o por la nueva configuración eran demasiado cortos, lo que nos llevó a la necesidad de la reinstalación.

### **5.2.6.5.- Instalaciones eléctricas del transformador.**

Ya adquirido el transformador de la potencia de 20 KVA y voltaje de alimentación de 220V a 440V, figura 5.23 y 5.24, se procedió a la instalación. La ubicación del transformador fue junto al tablero de potencia de la empresa.



**Figura 5. 55.-** Apariencia de transformador desmontado.



**Figura 5. 56.-** Apariencia de transformador instalado.

El cálculo de caída de voltaje y número de cable necesario son mencionados en el capítulo 4.

### **5.3.- CALIBRACIÓN**

#### **5.3.1.- CALIBRACIÓN DEL MÓDULO TÉRMICO DEL AGUA.**

##### **5.3.1.1.- Calibración de termostatos.**

Para la calibración de los termostatos, se debió establecer los valores de agua y agua fría, los cuales deberían estar a un rango acorde a la temperatura de funcionamiento de los componentes, que es de 25 ° C..

Se realizó ensayos en pleno funcionamiento de la máquina, para constatar el tiempo que requiere el componente en establecerse en la temperatura de trabajo, ver tabla 5.8

Los tiempos obtenidos variando la temperatura de los termostatos, fueron:

TIEMPO DE ESTABILIZACIÓN (min)		TEMPERATURA TERMOSTATOS (°C)	
POLIOL	ISO	TS-2 AGUA FRÍA	TS-3 AGUA CALIENTE
1	0.3	5	50
1.5	0.5	10	45
3.2	2.1	10	40
0.5	0.2	13	38
0.8	0.5	15	35

**Tabla 5.8.-** Tiempos que se requiere para la estabilización de los componentes a una temperatura de 25 °C.

Establecidos los tiempos se llego a la conclusión que las temperaturas adecuadas de trabajo serían: 5°C para el agua fría y 62°C para el agua caliente.

#### 5.3.1.2.- Calibración de relés térmicos.

Se establecieron los valores nominales de las corrientes de los motores como valores de seteo para los relés térmicos del módulo térmico del agua, ver tabla 5.9.

SIM	DESCRIPCIÓN	VALOR EN AMPERIOS
T1	Relé del motor M1	10
T2	Relé del motor M2	10
T3	Relé del motor M3	17
T4	Relé del motor M4	29
T5	Relé del motor M5	29

**Tabla 5.98.-** Valores de corriente establecidos en los relés térmicos.

### 5.3.2.- CALIBRACIÓN DE LA MÁQUINA INYECTORA DE POLIURETANO

#### 5.3.2.1.- Calibración de relés térmicos.

Sin llegar más allá de complicaciones, se establecieron los valores nominales de las corrientes de los motores, ver tabla 5.10. Con dicho valores, se procedió a la

calibración de los relés, que al superar la corriente nominal y dependiendo del tiempo de activación (por el fabricante), actuará la protección.

<b>SIM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR EN AMPERIOS</b>
T1	Relé del motor M1	2,5
T2	Relé del motor M2	2,5
T4	Relé del compresor	12
T5	Relé del ventilador 1	1
T6	Relé del ventilador 2	1

**Tabla 5. 90.-** Valores de corriente establecidos en los relés térmicos.

### **5.3.2.2.- Calibración de los transductores**

Ya instalados los transductores, se requirió ser calibrados en el módulo inspector del proceso, ya que los valores que recibía en dicho módulo eran incoherentes. Para ello, revisando la circuitería electrónica y diagramas se logró calibrar los valores, por medio de un potenciómetro.

Para mayor información revise el anexo C, Pág. 67

### **5.3.2.3- Calibración de los presóstatos.**

Los presóstatos ya permanecían regulados a valores de presión on la cual trabajaba la máquina. Sin embargo, se realizó algunos ajustes de dichas presiones, ya que algunas de las presiones cambiaron de valor acorde al nuevo funcionamiento de la máquina, ver la tabla 5.11.

Los valores de presión que se establecieron para los presóstatos fueron:

<b>SIM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR DE PRESIÓN (PSI)</b>
PS-1	Presóstato de baja presión	20
PS-2	Presóstato de baja presión	20
PS-3	Presóstato de alta presión	60
PS-4	Presóstato de alta presión	60
PS-5	Presóstato de baja presión	800
PS-6	Presóstato de baja presión	800
PS-7	Presóstato de alta presión	2500
PS-8	Presóstato de alta presión	2500
PS-9	Presóstato de acumulador	2000
PS-10	Presóstato hidráulico	1700

**Tabla 5. 101.-** Valores de corriente establecidos en los presóstatos

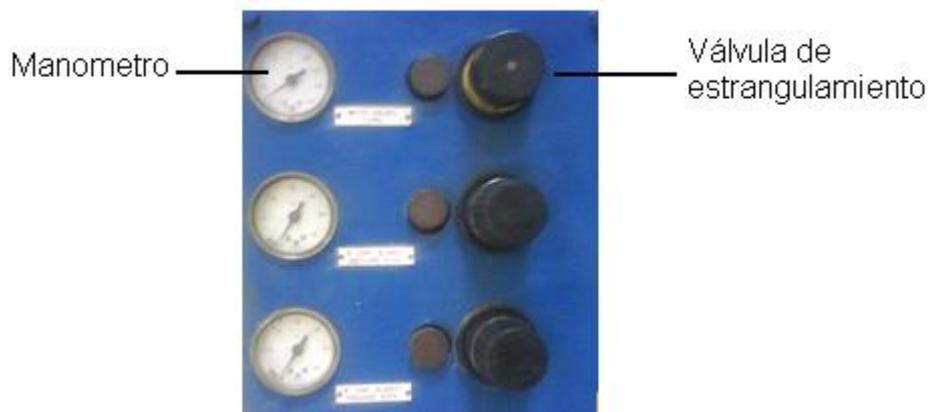
#### 5.3.2.4- Calibración de las válvulas reguladoras de presión neumáticas.

Las válvulas reguladoras de presión neumáticas (Figura 5.26), son las que permiten obtener las presiones adecuadas para la operación de las válvulas neumáticas y proporcionar presión a los tanques de los componentes.

Su calibración consiste en regular la presión que ingrese a la máquina por medio del estrangulamiento de las válvulas manuales, los valores se detallan la tabla 5.12.

<b>SIM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR EN (PSI)</b>
V-15	Válvula neumática POLIOL	20
V-16	Válvula neumática ISO	20
V-17	Válvula neumática de presión	70

**Tabla 5.12.-** Valores de las válvulas reguladoras de la presión neumática.



**Figura 5. 57.-** Apariencia física de las válvulas neumáticas

#### **5.3.2.5.- Calibración de la inyección**

La calibración de la inyección consistió en proporcionar el caudal, presión y temperatura adecuados, para obtener un producto acorde a los objetivos de la empresa.

Los pasos realizados en la calibración fueron:

- a. Se encendió la máquina y se esperó hasta que la temperatura de operación de cada componente sea de 25° C.
- b. Se abrió las válvulas de by-pass de las bombas de dosificación. Después de esto, se giró el volante de dichas bombas, hasta que se cierren completamente.
- c. Desde la posición de los volantes, se comenzó a girar al sentido contrario abriendo lentamente hasta el nivel señalado 1, donde se establece un punto de caudal de 60 g/s, luego se cerraron las válvulas de by-pass.
- d. Después, se ajustó la presión de inyección a una presión de operación deseada, regulando los mecanismos localizados en cada lado del cabezal de inyección. Para esto, se pulsó la tecla “B” de la caja de inyección, la cual

permite el cambio de recirculación corta a recirculación larga, y así observar las presiones de inyección de cada línea.

- e. La presión que se estableció para un inicio fue de 1200 psi.
- f. En la unidad de calibración, colocó dos recipientes para las proporciones de POLIOL e ISO.
- g. Con un tiempo de 2 segundos, regulado en los tiempos de inyección., se procedió a la calibración de componentes, con el pulsador CALIBRATE.
- h. Ya terminada la inyección en cada recipiente, se peso y midió cada proporción.
- i. Al ser la proporción deseada de; 56 partes de ISO, 100 partes de POLIOL, se reguló el volante de la bomba de Polioliol con la intención de aumentar el caudal y por ende su proporción.
- j. De ahí, se repitieron los pasos del literal c hasta el i, incrementando o decrementando los parámetros, hasta obtener la proporción requerida.

El rango de error se puede determinar de la siguiente forma:

$$e\% = \frac{e_{\text{medido}} - e_{\text{calculado}}}{e_{\text{medido}}} * 100$$

$$e\% = \frac{217 - 206}{217} * 100$$

$$e\% = 5.07\%$$

Este rango fue aceptado en la empresa.

Los valores obtenidos en la calibración se detallan en la tabla 5.13

PROPORCIONES EN GRAMOS		CAUDAL g/s		PRESIÓN	TIEMPO	Nº
POLIOL	ISO	POLIOL	ISO	psi	Seg.	CALIB.
59	64	60	60	1200	1	1
80	75	70	70	1200	1	2
88	78	90	75	1300	1	3
96	82	100	80	1500	1	4
134	83	126	80	1800	1	5

**Tabla 5.13.-** Valores obtenidos en la calibración.

Como se puede observar en los resultados, se reguló en incrementos el caudal del POLIOL, ya que la posición del volante de la bomba de dosificación, no muestra los valores de caudal acorde a los deseados. Además, se incremento la presión, debido a que la mezcla del poliuretano no era satisfactoria, es decir, al incrementar la presión la mezcla es mejor.

La proporción final del poliuretano por segundo se estableció en 200 gramos. Este valor fue tomado debido a que el caudal máximo que maneja la maquina es de 150 g/s, y por la reparación de las bombas, se tomó precauciones de no exceder el esfuerzo de la máquina.

Así mismo, la presión se determino en un punto de 1800 psi, ya que la mezcla del poliuretano era correcta, y además, no se desea exceder a presiones que disminuya la vida útil de la máquina.

## **5.4.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, EFICIENCIA Y TIEMPOS DE OPERACIÓN.**

### **5.4.1.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO**

Para las pruebas de funcionamiento, primero se utilizó DOP, que consiste en un componente químico que cumple la función de limpiar la tubería de los materiales cuando se requiere el mantenimiento de la máquina.

La idea de esto, fue verificar algún tipo de fuga, en las líneas de POLIOL e ISO, se procedió a ajustar el tramo y observar si se requiere el cambio de algún elemento, esto no fue necesario.

En esta fase, se tomo los valores de las corrientes de trabajo de los motores, y así determinar el amperaje que absorbe la máquina en su funcionamiento se detalla en la tabla 5.14.

<i>SIM</i>	<i>ELEMENTO</i>	<i>VALORES EN AMP.</i>
M1	Motor de 3HP de la línea de POLIOL	4.3
M2	Motor de 3HP de la línea de ISO	5.1
M3	Motor de 10HP de la línea de POLIOL	11.2
M4	Motor de 10HP de la línea de ISO	10.3
M5	Motor de 5HP de la unidad hidráulica	7.1

**Tabla 5. 114.** - Valores de las corrientes en pleno funcionamiento de la máquina

Los valores de corrientes son muy inferiores a los valores nominales, con lo que concluimos, que la máquina podrá trabajar sin ninguna dificultad, en cuanto a su parte eléctrica.

Después de la recirculación de DOP, se procedió a las pruebas de inyección con los componentes, primero su calibración, que ya fue explicado anteriormente y por ultimo la inyección.

Ya establecidos el caudal, presión y temperatura, solo quedaba establecer el tiempo de inyección. Con la ecuación 4 obtenemos el tiempo de inyección:

$$T_i = \frac{\text{proporción\_requerida}}{\text{proporción\_establecida}} * 1\text{seg}$$

Ecuación 4

Donde:

$T_i$ = tiempo de inyección

*Proporcion\_requerida*= es la proporción que se requiere para la inyección y que varía según el tipo de molde. Esta en gramos.

*Proporcion\_establecida*= es la proporción que no puede variar, siempre y cuando no se realice la calibración de nuevo. El valor esta en gramos.

El tiempo que se obtenga de la ecuación, serán introducidos en los tiempos de inyección.

Entonces, ya introducidos los tiempos, simplemente se procedió a al proceso de inyección con la tecla POUR.

El proceso de inyección fue exitoso (Figura 5.27), la consistencia del producto fue excelente y su peso dentro de los rangos establecidos.



**Figura 5. 58.-** Producto terminado, asiento inferior de un vehiculo escolar.

#### **5.4.2.- EFICIENCIA Y TIEMPOS DE OPERACIÓN**

Para determinar los tiempos de operación y la eficiencia de la máquina inyectora de poliuretano, se determino el tiempo en el cual se produce la inyección, tiempo de crecimiento y cremado de la esponja.

Para lo cual se realizó un diagrama de tiempos donde se puede observar más claramente los tiempos requeridos para el proceso de la esponja de poliuretano.

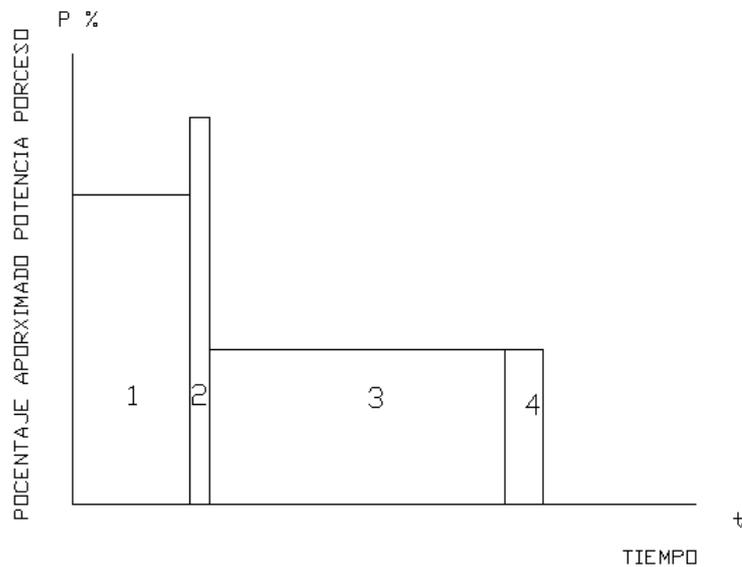


Figura 5. 59.- Tiempos de operación de la producción de la esponja de poliuretano

Donde:

1 = Tiempo de encendido y estabilización de la máquina ( $T_e$ ).

2 = Tiempo del proceso de inyección ( $T_i$ ).

3 = Tiempo de crecimiento de la esponja ( $T_c$ ).

4 = Tiempo de desmolde, almacenamiento y colocación de desmoldante en la superficie del molde ( $T_u$ ).

Entonces los tiempos de operación serian:

$$T_o = T_e + T_i + T_c + T_u$$

Estableciendo como constantes aproximadas los tiempos serian:

$T_e$  = Aproximadamente 10 min.

$T_i$  = Aproximadamente 20 seg.

$T_c$  = Aproximadamente 15 min.

$T_u$  = Aproximadamente 5 min.

Considerando que,  $T_e$  es solo un tiempo al inicio del funcionamiento de la máquina solo se tomara en cuenta un pequeño valor referencial que es de 10 segundos. Este valor se encuentra por la producción diaria de la esponja que es de 60.

Además, considerando que el proceso de crecimiento de la esponja se lo realiza con 4 moldes al mismo tiempo, este tiempo será dividido por ese valor, igualmente el tiempo  $T_u$ .

El tiempo total de operación máximo para cada esponja de poliuretano sería:

$T_o$  = 5.5 minutos.

Dependiendo de cada pedido, la máquina sería capaz de producir un mínimo de hasta *88 esponjas diarias*, en una jornada de trabajo de 8 horas. Pero no se podría garantizar esto, debido a que la operación no es automática, esto también dependería del operador.

## **CAPITULO VI**

### **6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1.- CONCLUSIONES**

En el presente proyecto se ha dejado muchos puntos en claro, además de un amplio conocimiento de la industria de polímetros en el país, de los cuales detallaremos de la manera mas precisa y clara cada uno de ellos:

Se dio a conocer a los operadores el funcionamiento, manejo y calibraciones de la maquina inyectora. Factores que son de mucha importancia para mantener la eficiencia, confiabilidad y falibilidad de la máquina.

La puesta en marcha de la máquina contempló algunas aspectos: El conocimiento del funcionamiento de la máquina, en el cual se analizó cada uno de sus tres procesos, como son: circulación, dosificación e inyección.

Consideraciones mecánicas de operación, tales como el correcto funcionamiento de motores y reductores de velocidad de la máquina, reemplazo de las piezas desgastadas o ajuste de las mismas.

Las pérdidas de material presentes en la máquina inyectora fueron omitidas por medio del manteniendo del material siempre en recirculación, logrando así que, el material sobrante permanezca en buen estado y no se produzca pérdidas sus propiedades químicas.

Actualmente, el llenado del depósito de funcionamiento del los líquidos a los tanques se realiza de manera manual, por factores de los componentes químicos y económicos pos parte de la empresa, esta función no se pudo implementar de forma automática en este proceso.

El estudio y análisis beneficio-costos, es una herramienta sumamente importante en la elaboración de un proyecto. Su importancia radica en el entendimiento de la complejidad de este proyecto y así buscar las posibles vías de solución con el menor costo posible.

En un sistema de automatización complejo, con un amplio número de entradas y salidas, el estudio de PLC es lo primordial. El PLC Allen Bradley utilizado en la máquina, nos brinda además de un número necesario de entradas y salidas, una confiabilidad en cuanto a su operación en ambientes industriales.

El mantenimiento preventivo en toda máquina viene a ser un factor primordial y el emblema del progreso en una empresa. Implantar políticas de mantenimiento correctivo en la máquina inyectora de poliuretano fue la idea fundamental de esta tesis y es un indicio para que la empresa INPOLPLAST, que aun se está iniciándose, forme la idea, la evolucione y la mantenga.

En las máquinas industriales, es necesario tomar cuenta las presiones hidráulicas que maneja. Presiones como 3000 Psi, que utiliza la máquina inyectora, fue lo principal en tomarse en cuenta en este proyecto. Por lo cual se tomó todas las medidas pertinentes de seguridad tanto en el software de programación, como en los elementos de potencia, para evitar posibles accidentes.

En un proceso, las variables de presión, caudal, nivel y temperatura son de gran importancia y de estos depende el producto final. Así es, como en la inyectora de poliuretano, valores como la presión, temperatura y caudal, son fundamentales. De la proporción de dichos valores dependerán las propiedades físicas, como resistencia a la tensión, resistencia a la temperatura, etc. Por esta razón el control de estas variables se lo ha realizado, con el objetivo de obtener un producto que tienda a la perfección.

## **6.2.- RECOMENDACIONES**

Para empresas pequeñas como INPOLPLAST, la repotenciación y automatización de máquinas que cumplían otros objetivos, son sin duda son métodos ideales, por ser económicos. Sin embargo, en cuanto a los elementos mecánicos, no se brinda la confiabilidad ni la garantía que ofrecería un elemento nuevo. Por eso es recomendable, que se implanten políticas de mantenimiento preventivo en la empresa, para evitar cualquier percance que se pudiesen presentar en un futuro.

Las alarmas e indicaciones de algún percance se muestran en el manual de mantenimiento y operaciones. Sin embargo, la búsqueda y la solución del problema no siempre podrá realizarla el operador. Entonces, es importante que se instituya una persona profesional en el área mecánica y eléctrica para que se encargue de solucionar posibles problemas que se presentaren en la máquina.

Cuando la máquina esté inyectando, no detener el proceso debido a que la reacción química es instantánea y la esponja dañada no es reciclable, generando una pérdida para la empresa.

Se recomienda que la máquina inyectora de poliuretano deba ser sometida a constantes calibraciones tanto eléctricas como mecánicas, hasta obtener resultados aceptables de trabajo.

Cuando la máquina haya permanecido sin funcionamiento por mucho tiempo, se recomienda ser limpiada toda su cañería de la misma, con DOP por al menos en un periodo de tiempo de media hora.

Se recomienda calibrar de la temperatura de los moldes a un valor de 50 °C, debido a que esta temperatura garantiza el acabado de la esponja

Se recomienda que en la carrera de ingeniería en electromecánica que se agregue una materia al pensum académico o sea opcional, donde se imparta conocimientos generales de automatización Industrial.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRAME. Flujo de fluidos en válvulas, tuberías y accesorios
- ING. RUTH MANRIQUE. Instalaciones hidráulicas
- SKF. Mantenimiento de rodamientos
- RONALD V. GILES. Mecánica de fluidos hidráulicos
- MCGRAW HILL. Bombas, selección, uso y mantenimiento
- RICHARD GEENE. Válvulas, selección, uso y mantenimiento
- CEDECO. Cursos de electricidad industrial
- ALLEN BRADLEY. Manual de referencias al PC-5
- ALLEN BRADLEY. Manual de programación PC-5
- WEG. Manual de motores eléctricos
- COMIND. Manual de operaciones del controlador de temperatura.
- ANTONIO CREUS. Instrumentación Industrial
- SOISSON. Instrumentación Industrial
- ENRIQUE, Harper; El abc de la instrumentación en el control de procesos  
1ª. Edición. Limusa. . 2000.

### Paginas Web

- [http://www.sapiensman.com/control\\_automatico/](http://www.sapiensman.com/control_automatico/)
- [http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores\\_electricos.pdf](http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores_electricos.pdf)
- <http://www.mailxmail.com/curso-electricidad-instalacion-media-baja-tension/calculo-conductor-ampacidad>
- <http://olmo.pntic.mec.es/jmarti50/esquemas/index.htm>
- [http://www.monterosa.com.ar/mproducto/Apendice1\\_ProteccionMotores.htm](http://www.monterosa.com.ar/mproducto/Apendice1_ProteccionMotores.htm)
- [http://html.rincondelvago.com/control-de-maquinas\\_circuito-con-motor-trifasico.html](http://html.rincondelvago.com/control-de-maquinas_circuito-con-motor-trifasico.html)
- <http://www.genteca.com.ve/manuales/PROTECCION%20DE%20MOTORES%20V3.pdf>
- <http://www.basf.com.ec/negocios/poliuretanos.asp>
- [http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/Control\\_Electrico.pdf](http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/Control_Electrico.pdf)

- <http://html.rincondelvago.com/controles-electricos-industriales.html>
- <http://www.arian.cl/espanol/controllers.htm>
- [http://industrial.omron.es/es/products/catalogue/control\\_components/temperature\\_controllers/default.html](http://industrial.omron.es/es/products/catalogue/control_components/temperature_controllers/default.html)
- <http://www.maresa.com/pdf/01%20linea%20de%20control%20AEG/p%201-13%20rel%C3%A9s%20t%C3%A9rmicos%20de%20sobrecarga.pdf>

## GLOSARIO

**Accumulator auto valve.-** Frase en ingles- **válvula auto activación del acumulador.**

**Accumulator fill.-** Frase en ingles- **válvula de llenado del acumulador.**

**Accumulator.-** Palabra en ingles- **acumulador.**

**Aceite hidráulico.-** Líquido transmisor de potencia que se utiliza para transformar, controlar y transmitir los esfuerzos mecánicos a través de una variación de presión o de flujo.

**Acero inoxidable.-** Aleación de acero con un mínimo de 10% de cromo contenido en masa resistente a la corrosión.

**Acum. Pressure.-** Frase en ingles- **acumulador de presión.**

**Acumulador.-** Dispositivo de depósito capaz de almacenar una cierta cantidad de fluido con presión.

**Admiral equipment co.-** Empresa diseñadora y constructora de máquinas inyectoras.

**Agente limpiador.-** Líquido encargado de suministrar limpieza a una superficie, elemento o mecanismo. Para este caso DOP.

**Agitador.-** Dispositivo utilizado en la máquina inyectora para remover los componentes dentro del tanque de reserva.

**Alabe.-** Paletas curvas utilizadas en la bomba hidráulica.

**Alarm mode.-** Frase en ingles- **función alarma.**

**Alarm.-** Palabra en ingles- **alarma.**

**Allen-bradley.-** Empresa encargada del suministro de equipo eléctrico de alta tecnología. (PLC).

**Amperaje.-** Unidad de intensidad de corriente eléctrica.

**ANTHENA.-** Marca referente al controlador de temperatura.

**Anti-refrigerante.-** Líquido de propiedades térmicas que presenta la principal característica de mantener una temperatura determinada por un prolongado periodo de tiempo.

**ASME.-** Es el acrónimo de American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos). Es una asociación profesional, que además ha generado un código de diseño, construcción, inspección y pruebas para equipos.

**Bobinado.-** Conjunto de alambre aislado enrollado, que posee un motor para crear un campo magnético.

**Bomba.-** Mecanismo cuya función es convertir la energía mecánica de rotación en energía hidráulica o neumática.

**Boquilla de inyección.-** Parte del cabezal de presión, en el cual se permite el paso del poliuretano cuando se activa el cabezal.

**Bornera.-** Elemento eléctrico cuya función es unir dos o mas cables/terminales, en orden y con estética.

**Bosch.-** Empresa extranjera suministradora de elementos y materiales mecánicos, (válvula tipo Bosch- válvula de cilindro).

**Breakers.-** Dispositivo de protección eléctrico contra sobrecargas y cortocircuitos.

**By-pass.-** Término utilizado para mencionar una operación o línea auxiliar.

**Cabezal de inyección.-** Dispositivo utilizado para la inyección del poliuretano.

**Calentador.-** Elemento que cumple la función de incrementar la temperatura del líquido que fluya en contacto a este. Su principio se basa en la ley de Joule.

**Calibración.-** Conjunto de operaciones que establecen, en condiciones especificadas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento de medida o un sistema de medida, o los valores representados por una medida materializada o por un material de referencia, y los valores correspondientes de esa magnitud realizados por patrones

**Calibrate.-** Palabra en ingles- **calibrar.**

**Calibration valve.-** Frase en ingles- **válvula de calibración.**

**Caudal.-** La cantidad de fluido que avanza en una unidad de tiempo.

**Cilindro hidráulico.-** Actuador mecánico usado para dar una fuerza a través de un recorrido lineal.

**Cold pump.-** Frase en ingles- **bomba de frío.**

**Cold Start.-** Frase en ingles- **inicio frío.**

**Componente A.-** Sinónimo utilizado en la máquina inyectora del POLIOL.

**Componente B.-** Sinónimo utilizado en la máquina inyectora del Isocionato.

**Componente/s.-** Palabra utilizado en la máquina inyectora para nombrar al poliol e isocionato.

**Compresor semihermético.-**Elemento que trabajar entregando energía a un fluido compresible. Ésta energía es adquirida por el fluido en forma de energía cinética y presión (energía de flujo)

**Cond.(conditioning).-** Llamado así a un sistema de la máquina, que en español es nombrado **circulación**.

**Condensador.-** Es un elemento intercambiador térmico, en cual se pretende que cierto fluido que lo recorre, cambie a fase líquida desde su fase gaseosa mediante el intercambio de calor (cesión de calor al exterior, que se pierde sin posibilidad de aprovechamiento) con otro medio.

**Consola.-** Interfaz de Línea de Comandos, por su acrónimo en inglés de Command Line Interface (CLI), es un método que permite a las personas dar instrucciones a algún programa informático por medio de una línea de texto simple.

**Contactores.-** Es un elemento conductor que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina

**Control de temperatura.-**Acción de manipular la temperatura de algún fluido o materia.

**Controlador de temperatura** Dispositivo encargado de controlar la temperatura de un sistema por medio de señales eléctricas, adquiriendo su información por un sensor.

**Cps.-** Unidad de viscosidad dinámica.

**Disolvente.-** Es una sustancia que permite la dispersión de otra. Es el medio dispersante de la disolución

**Displays.-** Dispositivo de ciertos aparatos electrónicos que permite mostrar información al usuario

**Disyuntor.-** Es un aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor o, en el que se ha producido un cortocircuito .

**Dosificar.-**Entregar alguna cantidad de sustancia en proporciones calibradas.

**Filtro.-** Dispositivo encargado de filtrar cualquier material que no corresponda a su diseño.

**Flujo.-** La cantidad de fluido que avanza en un sistema.

**FSI.-** Diseño estandarizado que corresponde a filtros tipo funda empleando para sustancias químicas.

**Fuente de alimentación.-** Es un dispositivo de tensión alterna energía eléctrica de red de suministro.

**Fusible.-** Dispositivo, constituido por un soporte adecuado, un filamento o lámina de un metal o aleación de bajo punto de fusión que se intercala en un punto determinado de una instalación eléctrica para que se funda, por Efecto Joule, cuando la intensidad de corriente supere, por un cortocircuito o un exceso de carga, un determinado valor que pudiera hacer peligrar la integridad de los conductores de la instalación con el consiguiente riesgo de incendio o destrucción de otros elementos

**g.-** Sigla de unidad de masa, gramo.

**Galones.-** Es una unidad de volumen que se emplea en los países anglófonos, y sobre todo en Estados Unidos, para medir volúmenes de líquidos.

**Gpm.** Sigla de unidad de caudal, galones por minuto.

**Head valve.-** Frase en ingles- **válvula del cabezal.**

**Hidraulic pump.-** Frase en ingles- **bomba hidráulica.**

**Hot start.-** Frase en ingles- **inicio calentamiento.**

**Hyd (hydraulic).-** Frase en ingles- **hidráulico.**

**Hyd pump pressure.-** Frase en ingles- **bomba de presión hidráulica.**

**Impingement.-** Palabra en ingles- **mezcla por medio de la contaminación de los componentes.**

**Impresora.-** Es un periférico de ordenador que permite producir una copia permanente de textos o gráficos de documentos almacenados en formato electrónico

**Index.-** Palabra en ingles- **enlistado.**

**Indicador de nivel de aceite.-** Dispositivo de verificación visual del nivel de líquido.

**Intercambiador de calor.-** Dispositivo diseñado para transferir calor entre dos medios, que estén separados por una barrera o que se encuentren en contacto.

**Interruptor.-** dispositivo para permitir/obstruir el paso de corriente en un circuito eléctrico.

**Isocianato (iso).-** son las sales del ácido isocianico HNCO, que contienen el anión NCO<sup>-</sup> productos de partida en diversos procesos químicos, entre otros en la obtención de los poliuretanos.

**Línea de retorno.-**Llamado así a una sección de tubería de la máquina.

**Llave allen.-** Herramienta mecánica.

**Luz indicadora.-** Foco que determina la función de alguna operación de manera visual.

**Manguera.-** Tubo hueco diseñado para transportar fluidos de un lugar a otro.

**Manómetro.-** Es un aparato de medida que sirve para medir la presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados. Existen, básicamente, dos tipos: los de líquidos y los de gases.

**Mantenimiento.-** Todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida.

**Material.-** Otro termino utilizado para definir a polioli e isocionato.

**Meter (metering).-** Palabra en ingles que define a un sistema de la máquina, llamado en español **dosificación**.

**Mezclar.-** Unir varios elementos para que formen una sola materia, una sola sustancia o una sola unidad de carácter uniforme.

**Molde.-** Elemento que adecua a otro según sus patrones de forma y tamaño. Para la máquina, los moldes de asientos de vehículos.

**Monitorear.-**Seguimiento de un proceso y registro de sus respuestas.

**Moto reductor.-** Motor con la incorporación de un mecanismo de relación de transmisión para disminuir su velocidad de giro.

**Motor.-** Una máquina capaz de transformar cualquier tipo de energía (eléctrica, de combustibles fósiles, ...), en energía mecánica capaz de realizar un trabajo.

**Nitrógeno.-** Elemento químico, de número atómico 7, símbolo **N** y que en condiciones normales forma un gas diatómico (nitrógeno diatómico o molecular) que constituye del orden del 78% del aire atmosférico.

**NX2.-**Tipo de modelo del controlador de temperatura.

**OFF.-** Definición en ingles al apagado.

**ON.-** Definición en inglés al encendido.

**Pernos.-** Pieza cilíndrica de metal, con cabeza en un extremo y tuerca o seguro en el otro, que se usa para trabar o afirmar algo.

**Pistones radiales.-** Parte de una bomba cuyo mecanismo dispone a los pistones de manera circular.

**Plasite.-** Parte que activa a la electroválvula de manera manual.

**PLC.-** Programmable Logic Controller o Controlador lógico programable. Se trata de un equipo electrónico, que, tal como su mismo nombre lo indica, se ha diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real. Por lo general, es posible encontrar este tipo de equipos en ambientes industriales.

**Poliol.-** Es un carbohidrato que contiene más grupos hidroxilo que el azúcar al cual está asociado.

**Poliuretano.-** (PUR) es un polímero que se obtiene mediante condensación de polioles combinados con polisocianatos. Se subdivide en dos grandes grupos: termoestables (este artículo) y termoplásticos (poliuretano termoplástico).

**Portafusibles.-**Elemento que contiene a un fusible.

**Pour circuit.-** Frase en inglés- **circuito de inyección.**

**Pour time.-** Frase en inglés- **Tiempo de inyección.** Además, define a los tiempos de inyección memorizados en la máquina. Son 10 tiempos.

**Pour.-** Palabra en inglés- **inyección.**

**Power.-** Palabra en inglés- **encendido.**

**Presión hidráulica.-**Magnitud de fuerza formada por un fluido.

**Presión neumática.-** Magnitud de fuerza formada por aire comprimido.

**Presión.-** Es una magnitud física que mide la fuerza por unidad de superficie.

**Presóstato.-** Es un aparato que cierra o abre un circuito eléctrico dependiendo de la lectura de presión de un fluido.

**Process.-** Palabra en inglés- **proceso.**

**Proporciones.-**Cantidad de fluido, sustancia o masa calibrada.

**PSI.-** (Pounds per Square Inch) a una unidad de presión cuyo valor equivale a 1 libra por pulgada cuadrada.

**Pulsadores.-** Elemento eléctricos que permite el paso de corriente mientras permanezca pulsado.

**Pump.-** Palabra en ingles- **bomba.**

**Rack's.-** Módulos de entradas y salidas de datos eléctricos que utiliza el PLC para su operación.

**Refrigerante R-22.-** Especificación del tipo de refrigerante utilizado para procesos de refrigeración.

**Refrigerante.-** Producto químico que se emplea para producir refrigeración. Los principales usos son los refrigeradores y los acondicionadores de aire.

**Relé térmico.-** Aparato más utilizados para proteger los motores contra las sobrecargas débiles y prolongadas. Se pueden utilizar en corriente alterna o continua

**Retenedor.-** Dispositivo utilizado en la mecánica, para sellar puntos de giro u operación.

**Run.-** Palabra en ingles- **correr el sistema.**

**Sensor de nivel capacitivo.-**Sensor que mide el nivel de un líquido por medio del principio de funcionamiento de un capacitor.

**Sensor.-** Aparato capaz de transformar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas

**Setear.-** Establecer un valor fijo deseado.

**Setpoint.-** Punto de fijo de operación deseado.

**Sistema de circulación.-** Llamado así al sistema que se conoce en ingles conditioning.

**Sistema de dosificación.-** Llamado así al sistema que se conoce en ingles metering.

**Sobrecarga.-** Variable (en este caso amperaje) que excede un valor establecido.

**Software.-** se refiere al equipamiento lógico o soporte lógico de una computadora digital, y comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios para hacer posible la realización de una tarea específica, en contraposición a los componentes físicos del sistema.

**Solenoid.-** Alambre aislado enrollado en forma de hélice (bobina) o un número de espirales con un paso acorde a las necesidades, por el que circula una corriente eléctrica. Cuando esto sucede, se genera un campo magnético dentro del solenoide.

**Sp.-Abreviado SETPOINT**

**Start.-** Palabra en ingles- **inicio**.

**Stop.-** Palabra en ingles- **paro**.

**Succionadores.-** Dispositivos, que en este caso, son encargados de absorber fluido y bombearlo hacia el tanque de reserva.

**Switch tipo llave.-** Interruptor de accionamiento por giro de llave.

**Tablero de control/potencia.-**Lugar donde se ubican todos los elementos eléctricos.

**Tanques.-** Elemento de almacenamiento cilíndrico.

**Tapón.-** Elemento que impide el paso de fluido a voluntad.

**Tarjeta de computadora industrial.-**Dispositivo electrónico que se utiliza en la operación de algún sistema computacional.

**Teclado alfanumérico.-**Teclado que dispone de números y letras del alfabeto.

**Teclado.-** Es un periférico o dispositivo que permite ingresar información.

**Teflón.-** Politetrafluoretileno, utilizado en la plomería.

**Termocupla.-** Dispositivo formado por la unión de dos metales distintos que produce un voltaje (efecto Seebeck), que es función de la diferencia de temperatura entre uno de los extremos denominado "punto caliente" o unión caliente o de medida y el otro denominado "punto frío" o unión fría o de referencia.

**Termostato.-** Es el componente de un sistema de control simple que abre o cierra un circuito eléctrico en función de la temperatura.

**Tiempo de inyección.-** Tiempo en el cual se permite la mezcla de los dos componentes y su vertido en un molde.

**Ton.-**Unidad de peso, tonelada.

**Transductores de flujo.-** Dispositivo que transforma la magnitud de caudal transformándolo en señales eléctricas normalizadas.

**Transductores de presión.-** Dispositivo que transforma la magnitud de presión transformándolo en señales eléctricas normalizadas.

**Transformador.-** Es un dispositivo que convierte la energía eléctrica alterna de un cierto nivel de voltaje, en energía alterna de otro nivel de voltaje, por medio de la acción de un campo magnético.

**Tubería.-** Conducto que cumple la función de transportar agua u otros fluidos. Se suele elaborar con materiales muy diversos.

**Valve fill.- Frase en ingles- válvula de llenado**

**Válvula de alivio.-** Válvula que al incrementar la presión mayor a su diseño, se activa automáticamente.

**Válvula de drenaje/desfogue.-** Válvula que cumple la función de drenar el líquido.

**Válvula reguladora de presión.-** Válvula que obstruye el paso de un fluido incrementando la presión en ese tramo.

**Válvula tipo bola.-** Conocida también como de "esfera", es un mecanismo que sirve para regular el flujo de un fluido canalizado y se caracteriza porque el mecanismo regulador situado en el interior tiene forma de esfera perforada.

**Velocidad.-** Magnitud física de carácter vectorial que expresa el desplazamiento de un objeto por unidad de tiempo. Se la representa por  $\vec{v}$  o  $v$ . Sus dimensiones son [L]/[T]. Su unidad en el Sistema Internacional es el m/s.

**Ventiladores.-** Es una máquina de fluido concebida para producir una corriente de aire mediante un rodete con aspas que giran produciendo una diferencia de presiones

**Vibraciones.-** Propagación de ondas elásticas produciendo deformaciones y tensiones sobre un medio continuo (o posición de equilibrio)

**Viscosidad.-** Oposición de un fluido a las deformaciones tangenciales. Un fluido que no tiene viscosidad se llama fluido ideal, en realidad todos los fluidos conocidos presentan algo de viscosidad, siendo el modelo de viscosidad nula una aproximación bastante buena para ciertas aplicaciones.

**Volante de la bomba de alta presión.-** Mecanismo que permite el control del caudal de la bomba por medio de su manipulación de giro horario o antihorario.

**Voltaje.-** Es una magnitud física que impulsa a los electrones a lo largo de un conductor en un circuito eléctrico cerrado, provocando el flujo de una corriente eléctrica. La diferencia de potencial también se define como el trabajo por unidad de carga ejercido por el campo eléctrico, sobre una partícula cargada, para moverla de un lugar a otro.

**Walter valve.-Frase en ingles-válvula de agua.**

## AUTORÍA

Latacunga, Julio del 2010.

Elaborado por:

Raúl Iván Lema Puruncajas

Edwin Javier Tasinchano Enríquez

EL DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

Ing. Mario Jiménez

SECRETARIO ACADÉMICO DE LA ESPE-L

Ab. Eduardo Vásquez Alcázar