

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



**TRIMPOT ELECTRONICAS LTDA**

**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA GENÉRICO DE CONTROL PARA LAS  
MAQUINAS MOLDEADORAS DE COMPONENTES MOLD PRESS**

**INFORME DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL  
GRADO DE BACHILLER EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**ALEJANDRO GARCIA CHACON**

**Cartago, 2002**

*Dedico este trabajo a Dios, a mi  
familia y amigos, que con  
su ayuda y cariño me  
di cuenta de lo importante  
que son en mi vida.*

## **Agradecimientos**

A todos los compañeros de carrera que durante mas de seis años trabajaron conmigo, a los profesores que siempre me brindaron su sabiduría, al profesor Néstor Hernández por su ayuda y comprensión, al personal docente y administrativo del TEC, gracias por que de alguna u otra forma me impulsaron a terminar mi carrera.

Un Especial agradecimiento al Ing. Manuel Castro, quien confió en mí para realizar este proyecto, al personal técnico del área de Networks, Rodolfo Cardenas, David Chavarría, Walter Chacón siempre me ayudaron incondicionalmente. Ing. Carlos Acuña quien supo valorar mi capacidad y mis opiniones. Mis amigos Miguel, Alexander, Mauricio, Ronny, Cristian cuya amistad me fue de mucha ayuda. Al personal administrativo de Trimpot ZF que estuvieron siempre anuentes a colaborar. A mis compañeros del área de Surge Guillermo y Richard, por confiar en mí y darme la oportunidad de poder desarrollarme como profesional.

A mi madre porque gracias a su entrega y sacrificio tuve la oportunidad de ser hoy un profesional y que siempre lucho para que yo fuera una persona de bien, a mí padre por darme su apoyo incondicional. A mis hermanas, que en todo momento me apoyaron y fueron pilares en mi desarrollo personal y a mi familia en general, GRACIAS.

## Resumen

En Trimpot Electrónicas ZF existe una máquina encargada de moldear los componentes del área Networks que la empresa fabrica en formato DIP, SIP, SMD. Esta posee un sistema de control ejecutado por Relays de contacto.

Estos sistemas son poco versátiles, ocupan un espacio físico mayor de lo que ocuparía un controlador moderno y son extremadamente complicados a la hora de detectar un problema.

Dichas desventajas se traducen en problemas, cuando la producción se encuentra en un nivel alto y la maquina se tiene que detener por un fallo en el sistema, y la detección de los mismos duran horas e incluso días, lo que ocasiona bajas en la producción afectando significativamente los objetivos trazados.

El sistema diseñado es capaz controlar los dispositivos periféricos que utiliza la maquina para su buen funcionamiento, también disminuye el tiempo de localización de alguna falla gracias a un sistema de alarmas, además brinda una mayor comodidad de trabajo ya que posee un ambiente muy amigable y mejora en gran medida el proceso y el tiempo de reacción.

**Palabras claves:** Transfer: pistón hidráulico, Mold Plate: molde metálico para el encapsulado. Termoset: material plástico combinado con una resina especial aislante. Termocupla: sensor de temperatura industrial. Clamp: base o plancha hidráulica que soporta los platos de moldeo. Strips: Grupos de insertos unidos por el Lead Frame, el cuál es una tira sin fin de las patillas. Insertos de cerámica: pequeñas tarjetas donde se encuentra el circuito impreso. Pre Heater: horno de mediana temperatura Lead Frame: tira de patillas que soporta al inserto.

## **Abstract**

There is a machine in Trimpot Electrónicas ZF in charge of molding the components build in the Networks area, those components are made in DIP, SIP, SMD format. This machine is controled by a system loaded by contact Relays.

This is an old control system, and the size it occupy is bigger than any other modern controler, and it is very difficult to detect the problems.

Those disadvantages are problems like for example when the production is in a high level and the machine stops because the system fail, the detection of the problems can last few hours or even days, because of that the production stop and the company goal cannot be reached.

The system designed will be able to control the peripheral devices that the machine use in order to work efficiently, it also have a alarm system to detect the problems faster, in that way the time required to find the problem will be minimized, improving in this way the process and the reaction time, another point that is important to mention is that the system is user friendly.

**Key words:** Transfer: hydraulic piston, Mold Plate: metallic mold. Termoset: plastic material combined with a special isolated resin. Termocouple: Industrial temperature sensor. Clamp: Hydraulic base that support the mold plates. Strips: Inserted group holded by the Lead Frame. Ceramic inserts: circuit boards. Pre Heater: Medium temperature oven. Lead Frame: row of pins.

## INDICE

|  |    |
|--|----|
| <b>CAPÍTULO 1</b> .....  | 9  |
| <b>1.1 Descripción de la empresa</b> .....   | 9  |
| 1.1.1 <i>Descripción de Bourns Inc.</i> .....  | 9  |
| 1.1.2 <i>Descripción del departamento donde se realizó el proyecto de graduación.</i> .... | 10 |
| <b>1.2 Definición del problema y su importancia</b> .....                                  | 11 |
| <b>1.3 Objetivos del proyecto</b> .....  | 12 |
| 1.3.1 <i>Objetivo general.</i> .....   | 12 |
| 1.3.2 <i>Objetivos específicos.</i> .....  | 13 |
| <b>CAPÍTULO 2</b> .....  | 14 |
| <b>2.1 Estudio del problema a resolver</b> .....   | 14 |
| <b>2.2 Requerimientos de la empresa</b> .....  | 18 |
| <b>2.3 Solución propuesta</b> .....  | 18 |
| <b>CAPÍTULO 3</b> .....  | 21 |
| <b>3. Metodología</b> .....  | 21 |
| <b>CAPÍTULO 4</b> .....  | 25 |
| <b>4. Descripción detallada del sistema.</b> .....   | 25 |
| <b>CAPÍTULO 5</b> .....  | 28 |
| <b>5.1 Ambiente de desarrollo del software</b> .....                                       | 28 |
| <b>5.2 Software desarrollado</b> .....   | 28 |
| <b>CAPÍTULO 6</b> .....  | 30 |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>6.1 Resultados Experimentales</b> .....  | 30        |
| <b>6.2 Análisis de Resultados</b> .....   | 35        |
| <b>CAPÍTULO 7</b> .....   | <b>55</b> |
| <b>7.1 Conclusiones</b> .....   | 55        |
| <b>7.2 Recomendaciones</b> .....  | 57        |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....   | 59        |
| <b>ANEXOS</b> .....   | 60        |
| <i>Anexo 1. Tabla A.1 Partes que componen el controlador de la maquina 1 Fujiwa</i> .....                   | 60        |
| <i>Anexo 2. Tabla A.2 Partes que componen el controlador de la maquina 2. Fujiwa</i> .....                  | 60        |
| <i>Anexo 3. Tabla A.3 Partes que componen el controlador de la maquina 3 LaRose</i> .....                   | 61        |
| <i>Anexo 4. Tabla A.4 Partes que componen el controlador de la maquina 4 LaRose</i> .....                   | 61        |
| <i>Anexo 5. Tabla A.5 Partes que componen el controlador de la maquina 5 LaRose</i> .....                   | 62        |
| <i>Anexo 6. Tabla A.6 Partes que componen el controlador de la maquina 6 LaRose</i> .....                   | 62        |
| <i>Anexo 7. Tabla A.7 Partes que componen el controlador de la maquina 7 Fujiwa</i> .....                   | 63        |
| <i>Anexo 8 Figura A.1 Plano hidráulico de la Mold Press marca LaRose</i> .....                              | 64        |
| <i>Anexo 9 Tabla A.8 Algunos símbolos de la J.I.C. empleados en el plano de circuitos hidráulicos</i> ..... | 65        |
| <i>Anexo 10 Figura A.2 Distribución de los contactos de carrera en la Mold Press marca La Rose</i> .....    | 66        |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|              |   |    |
|--------------|---|----|
| Figura 2.1   | Vista frontal de los controles y sistemas de protección de la Mold Press.....         | 14 |
| Figura 2.2   | Vista frontal de los controles de la maquina. ....                                    | 15 |
| Figura 2.3   | Diagrama de bloques general del controlador y de los periféricos mas robustos. ....   | 16 |
| Figura 4.1   | Diagrama de bloques general del sistema a implementar. ....                           | 25 |
| Figura 6.1.1 | Secuencia de activación de los sensores de posición. ....                             | 30 |
| Figura 6.1.2 | Diagrama de tiempos del ciclo semiautomático.....                                     | 31 |
| Figura 6.2.1 | Diagrama Inicio cierra la prensa. ....  | 41 |
| Figura 6.2.2 | Diagrama movimiento del Transfer hacia abajo a distintas velocidades y presiones..... | 43 |
| Figura 6.2.3 | Diagrama prensa abre y finaliza carrera a distintas velocidades. ....                 | 45 |
| Figura 6.2.4 | Diagrama proceso de curaje de maquina y Tx retorna a la posición de inicio.....       | 46 |
| Figura 6.2.5 | Diagrama proceso semiautomático con el selector de follow on.....                     | 48 |
| Figura 6.2.6 | Diagrama proceso manual de cierra y abre prensa .....                                 | 49 |
| Figura 6.2.7 | Diagrama del proceso manual de bajar y subir el Transfer.....                         | 51 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Tabla 6.1 | Salidas físicas del controlador hacia la maquina. ....              | 32 |
| Tabla 6.2 | Entradas físicas de la maquina hacia el controlador.....            | 33 |
| Tabla 6.3 | Señales de activación y desactivación para modo semiautomático..... | 34 |
| Tabla 6.4 | Alarmas del proceso semiautomático. ....                            | 34 |

## **CAPÍTULO 1**

### **INTRODUCCIÓN**

---

#### **1.1 Descripción de la empresa**

##### **1.1.1 Descripción de Bourns Inc.**

La transnacional Bourns Inc, fue fundada en el año de 1947 por la familia Marlan y Rosemary Bourns, quienes iniciaron de forma visionaria la fabricación de dispositivos electrónicos y que hoy en día cuenta con el aval de empresas importantes de corte tecnológico como Motorola, Nokia, Alcatel, etc.

Para la década de los 70's Bourns Inc. decide continuar con su proceso de expansión e inicia operaciones en Costa Rica con la compañía Trimpot Electrónicas S.A. (TELSA). Esta planta ubicada en Belén, comienza con la manufactura de potenciómetros de precisión, los cuáles son muy cotizados a nivel mundial, gracias a los excelentes estándares de calidad que la empresa aplica sobre sus productos.

Entonces, gracias a la experiencia de más de veinticinco años de proveer al mercado con un producto de excelente calidad, Bourns Inc. vuelve su mirada nuevamente a Costa Rica, y crea (TELZF) Trimpot Electrónicas ZF ubicada en Zona Franca Metropolitana, con parte del personal de TELSA y arranca a finales de los noventa con la manufactura de la línea 4800, que son paquetes resistivos encapsulados en formato DIP.

Esto sirvió de parámetro para medir el desempeño de la producción y un año después se decide traer toda la maquinaria de la planta de Logan Utah y crear una nueva división en Costa Rica llamada Networks, que su principal objetivo es manufacturar redes de resistencias/capacitores en los formatos SMD,

DIP, SIP, y que a corto plazo, este producto tome el mismo prestigio que goza actualmente los potenciómetros de precisión de TESA.

Actualmente, TELZF aloja 2 áreas más, CPP que son protectores de gas para sistemas de alta potencia y muy recientemente el Surge, que son dispositivos supresores de picos para centrales telefónicas.

### **1.1.2. Descripción del departamento donde se realizó el proyecto de graduación.**

El proyecto se desarrollo en el departamento de manufactura de TELZF, específicamente en el área de Ingeniería de la división Networks encargada de producir dispositivos compuestos de resistencias / capacitores. Aquí laboran en su gran mayoría operarios encargados del manejo de las máquinas de manufactura, supervisados por el departamento de producción, que a su vez se encargada de controlar procesos y estándares de calidad, y el área Técnica, compuesta por 5 ingenieros eléctricos e igual número de electromecánicos, encargados de dar soporte a la planta en los siguientes aspectos:

1. El ensamble y prueba de los equipos utilizados en la manufactura de los productos del área de Networks.
2. Soporte técnico a la maquinaria del proceso de manufactura.
3. Calibración del equipo existente.
4. Mejora y modernización del equipo.
5. Compra de repuestos.

## **1.2 Definición del problema y su importancia**

Gracias a que TELZF es una empresa que tiene menos de cinco años de formada, su fortalecimiento se debe en buena medida, a la preocupación constante de su personal por mejorar algunos problemas del proceso, con el fin de alcanzar los estándares necesarios para competir en el mercado mundial.

El compromiso de TELSA y TELZF entonces, es el de someter a un estricto control de calidad el producto terminado, con el objetivo de satisfacer plenamente las demandas del cliente. En esto el departamento de manufactura juega un papel preponderante, por que su misión no solamente se sitúa en el mejoramiento del proceso, sino que también se deben al soporte y mantenimiento de la maquinaria que procesa, con el fin de cumplir con las normas ISO que la empresa posee en la actualidad.

A raíz del traslado de la planta de Logan a Costa Rica, surge entonces la pregunta de cómo darle soporte a un equipo, que tiene más de veinte años de estar trabajando. Entonces la solución inicial fue la capacitación del personal técnico por parte de los antiguos empleados de la planta estadounidense en aspectos tales como soporte y mantenimiento preventivo.

Pero en definitiva, esa solución a corto plazo no era el objetivo que la empresa buscaba. Entonces se considera mas conveniente iniciar un proceso de modernización en la planta, que se desarrollará por etapas y contara como objetivos iniciales, la detección de los sistemas de control de las maquinas que fallan con mayor frecuencia y se prolonga más tiempo su reparación.

Como parte de un estudio inicial, se logra comprobar que las maquinas de moldeo poseen un sistema de control poco versátil, ya que ejecuta su lógica por medio de Relays de contacto y la detección de una falla en el mismo dura horas

e incluso días, lo que viene a retrasar en algunos casos la producción, gracias a que por estas maquinas pasa prácticamente toda la línea de manufactura.

Se considero el hecho de comprar equipo nuevo, pero su costo es muy elevado por el mantenimiento y adiestramiento del personal a cargo, entonces a la empresa le resulto más rentable tomar el recurso humano disponible y modernizarlo ellos mismos, por que es más sencillo darle soporte ahí mismo y la persona que realice el proyecto no solo se encargará de su mantenimiento, sino que también capacitará a los técnicos para su reparación sin hacer inversiones elevadas.

Por eso el objetivo de este proyecto es variar la lógica de control actual a una lógica más amigable con el usuario, ósea, cambiar los 50 relays que en promedio tiene cada maquina de moldeo por un controlador de lógica programada PLC, que permita realizar un sistema genérico de control para las maquinas de moldeo optimizando mejor el proceso y por ende elevando el rendimiento del equipo.

Importante también como parte del proceso de diseño, es realizar una modernización integral que no solo comprenda el módulo de control, sino también se tenga la posibilidad de variar sistemas que se encuentran obsoletos o que prontamente van a salir del mercado por dispositivos más modernos.

### **1.3 Objetivos del proyecto**

#### **1.3.1 Objetivo general.**

Diseñar en un plazo de 16 semanas un sistema de control genérico para la automatización de las maquinas moldeadoras MOLD PRESS utilizando un PLC y sistemas periféricos más versátiles.

### **1.3.2 Objetivos específicos.**

1. Analizar los planos eléctricos existentes de las maquinas moldeadoras.
2. Tabular y caracterizar cada una de las maquinas moldeadoras.
3. Estudiar los procesos de trabajo de cada una.
4. Seleccionar la maquina que tenga mayor equivalencia con la demás.
5. Depurar el proceso de trabajo de la maquina seleccionada.
6. Analizar cuáles sensores presentan problemas en operación y cuáles han sido descontinuados.
7. Cambiar los sistemas obsoletos tales como los timers y sistemas analógicos de despliegue.
8. Escoger sistemas periféricos que no utilicen transductores A/D externos para mejor acople con el PLC y que sean común con la fuente de alimentación.
9. Seleccionar el PLC que cumpla con las características antes planteadas.
10. Programar la secuencia antes depurada en el PLC.
11. Realizar las pruebas pertinentes con el fin de eliminar fallos en el programa.
12. Escribir un informe y manual de usuario y administrador, que abarque toda la información técnica sobre el desarrollo del proyecto.
13. Dibujar los nuevos planos eléctricos.
14. Tabular las diferencias y recomendaciones para modernizar las restantes máquinas.

## CAPÍTULO 2

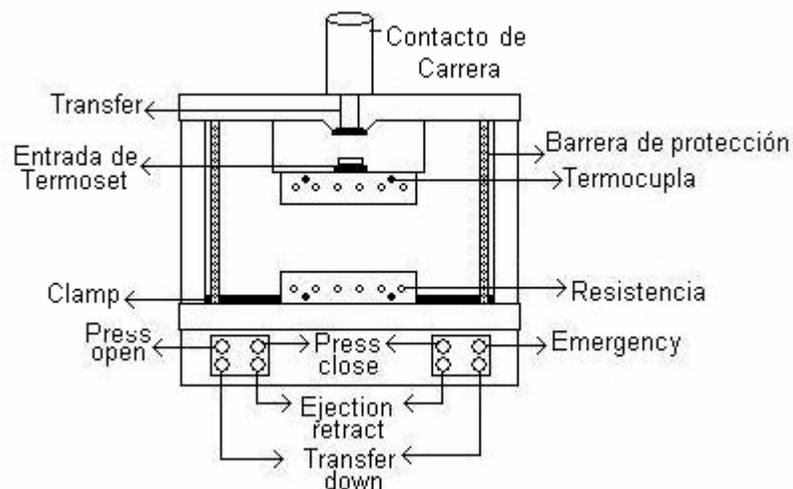
### ANTECEDENTES

#### 2.1 Estudio del problema a resolver

En el análisis del problema desde el punto de vista técnico deben tomarse en cuenta los conocimientos básicos que se debieron adquirir para enfrentar el proceso de desarrollar una solución al mismo.

Para comenzar se conocerán los aspectos relacionados con el funcionamiento de la máquina así como también se verá la parte física del equipo y el controlador.

En la figura 2.1 se muestran los dispositivos que conforman la maquina moldeadora y sus funciones

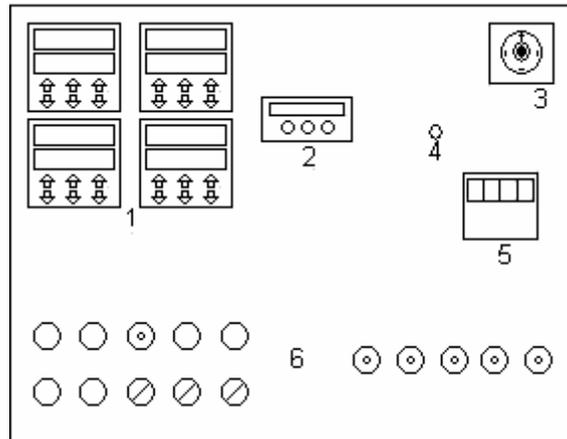


**Figura 2.1** Vista frontal de los controles y sistemas de protección de la Mold Press.

- 1) Transfer: es el encargado de impulsar el material dentro del Mold Plate.
- 2) Entrada de Termoset: aquí es donde se aloja las pastillas de termoset.
- 3) Barrera de Protección: es una barrera de sensores infrarrojos, encargada de generar una señal de alarma y detener la maquina, en el caso de invasión del usuario durante el proceso.
- 4) Termocupla: es la encargada de medir la temperatura en las placas. Son 4 zonas distribuidas entre placa superior y la inferior.

- 5) Resistencia: Sirven para aumentar o disminuir la temperatura, que ronda los 350 grados farenheith por zona, son 6 por cada plancha.
- 6) Press open (boton): Es el que se encarga de mover el clamp hacia abajo.
- 7) Press close (boton) : Es el que se encarga de mover el clamp hacia arriba.
- 8) Ejection retract: se ocupa de resetear el proceso.
- 9) Transfer down: mecanismo que indica al Transfer que baje.
- 10) Emergency: botón de emergencia.
- 11) Contacto de carrera: encargado de ubicar la posición del transfer.

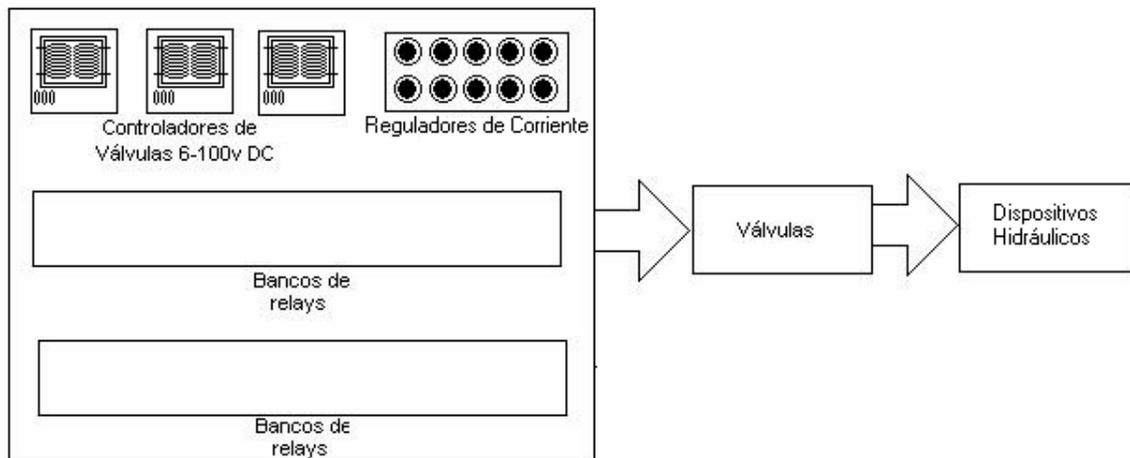
En la figura 2.2 se muestran los controles que manejan el funcionamiento de la maquina:



**Figura 2.2** Vista frontal de los controles de la maquina.

- 1) Controlers Temp: 4 controladores de temperatura, distribuidos por cada zona de medición de la termocupla.
- 2) Time aproach (mecánico): Es el timer que controla el periodo de transición de una orden.
- 3) Time cycle (mecánico): Es el tiempo del ciclo de trabajo de la maquina.
- 4) Lubricación Fault: Señal de alarma que indica la falta de aceite para los pistones.
- 5) Timer (digital): cuenta la cantidad de ciclos realizados por la maquina.
- 6) Controles generales: aquí es donde se programa la velocidad, el inicio del ciclo, tiempos, luces indicadoras el modo de proceso manual o semi, set up, follow, etc.

En la figura 2.3 tenemos el diseño del controlador que predomina en las máquinas moldeadoras.



**Figura 2.3** Diagrama de bloques general del controlador y de los periféricos más robustos.

Este sistema utiliza por banco 25 relays en promedio, encargados de generar la lógica de control para que las válvulas sean accionadas según se requiera en el funcionamiento formal del proceso.

Las relays son dispositivos que sirven para permitir el paso de la corriente de un nodo a otro. Poseen un mecanismo de activación muy simple, utilizando una bobina que al ser alimentada con una tensión de entrada, energiza por medio de campo magnético un sistema mecánico que actúa como puente entre un punto y otro. Las válvulas utilizan un principio de funcionamiento similar variando únicamente el material al cuál van a encausar, aire, aceite, agua, etc.

Los reguladores de corriente, como su nombre lo indica regulan la corriente de entrada de los controladores de válvulas, con el objeto de generar una tensión que sea directamente proporcional con la salida de dichos controladores, los cuáles son los encargados de regular tanto el flujo como la presión de aceite que necesitan las válvulas para poder movilizar los sistemas hidráulicos como el Transfer y el Clamp. Estas presiones oscilan entre los 300PSI hasta los 3000 PSI más de 2 atmósferas de presión.

Parte crucial del estudio del problema, fue el conocer como operan estos sistemas, para realizar un seguimiento normal a la solución del proyecto. Estos sistemas de moldeo operan de la siguiente forma:

- 1) El operario toma el *mold plate* y acomoda los *strips* portadores de los pequeños *insertos de cerámica*<sup>7</sup> en cada una de sus cavidades.
- 2) En un *Pre-Heater* se calienta el *Termoset*. La cantidad depende del modelo a fabricar.
- 3) Después de programar la velocidad a utilizar en el proceso, el operario coloca el *mold plate* con los *strips* sobre la plancha hidráulica, esta plancha es elevada a otra que contiene las dimensiones exactas del *mold plate* y un canal donde se coloca el plástico, cabe resaltar que una imprecisión en la colocación del *mold plate* sobre la plancha o de un *strip*, podría quebrar los moldes que tienen un elevadísimo costo.
- 4) Seguidamente de la unión de las planchas, se procede a retirar las pastillas de *Termoset* del *Pre-Heater*, para luego ponerlas sobre el canal que se ubica encima de la plancha superior.
- 5) Después de ubicadas las pastillas, se comienza el proceso de inserción de material en los moldes, este proceso lo ejecuta un *Transfer*, que es el encargado ejercer presión sobre el material con el fin de que este pueda fluir hacia los moldes.
- 6) Conjuntamente con el *Transfer*, se accionan unas resistencias de alta potencia, que se encargan de calentar el *mold plate* y el *Termoset*, para convertirlo a estado líquido, y facilitar el proceso de movilización del material hacia los moldes.
- 7) Para distribuir todo el material a través moldes se dura aproximadamente dos minutos, después se levanta el *Transfer*, y se baja la plancha inferior portadora de los nuevos encapsulados.
- 8) Finalmente, se elimina el material sobrante y se saca el producto terminado, para luego ser llevado a un riguroso control de calidad.

## **2.2 Requerimientos de la empresa**

La empresa abordó este proyecto con varias premisas, las cuales se definieron claramente con el ingeniero a cargo, Ing. Manuel Castro.

El proyecto final deberá brindar las siguientes funciones:

- a. Controlar todas las acciones que ejecute la maquina.
- b. Tener un sistema de alarmas que detecten cualquier fallo en el proceso.
- c. Manuales de usuario y técnico para el manejo del equipo.

Además de los objetivos técnicos del proyecto, este se diseñó pensando en lograr economía en espacio y en costo, así que la solución que se explica más adelante se basa tanto en objetivos técnicos como funcionales, ya que la solución no sólo debe ser eficaz, sino también eficiente.

## **2.3 Solución propuesta**

Tomando en cuenta la descripción detallada del problema, se propone la siguiente solución:

Al tener dos modelos de Mold Press en la empresa, fue necesario un estudio detallado de los mismos con el fin de definir a cuál de estas se podrá implementar el control, basándose en parámetros tales como antigüedad de los componentes, cantidad de maquinas en la empresa, diferencias entre maquinas de igual modelo etc. con el fin de revisar las variaciones que han sufrido en la otra planta, para definir hacia donde se puede modernizar la mayor cantidad de maquinas sin realizar variaciones muy considerables.

Definida la maquina a la cuál se le implementará el controlador, se procedió a realizar un estudio del ciclo de trabajo que ejecuta dicha maquina con el fin optimizarlo y realizar alguna variante que nos asegure mayor estabilidad en el sistema.

Después de redefinir el tipo de proceso y la cantidad de entradas y salidas, se seleccionó un PLC el cuál es un controlador industrial que cumple con las expectativas del proceso y que además tenga la posibilidad de expandirse en cantidad de dispositivos entrada-salida, para que en futuro llevar al diseño a una solución integral como se comento anteriormente.

Después de seleccionar el PLC, se procedió a la implementación de los diagramas de flujo para luego dar paso a la programación del mismo, para que realice las mismas funciones que realiza la maquina en la actualidad con las mejoras del caso. Después de realizar dicha programación, se iniciara la etapa de pruebas simuladas y optimización del mismo para verificar cualquier problema previo a un posible montaje del controlador.

De la misma manera, se trabajo en forma conjunta en definir cuál de los sensores pudo estar fallando en el proceso y cuáles de estos sensores están descontinuados, con el propósito de cambiarlos por dispositivos modernos con una mayor confiabilidad y que no necesiten ningún tipo de acople y se interfacen directamente con el PLC.

Es necesario encontrar dispositivos de sensado que se alimenten con una misma fuente de tensión, para utilizar el menor número posible de fuentes de alimentación y así sintetizar mejor el sistema.

Es importante cambiar todo dispositivo electro mecánico de temporización por tener una incertidumbre mayor que los digitales y aprovechar los timers internos del PLC como parte de la temporización.

Para finalizar, resulta necesario la elaboración de los planos eléctricos de todos los componentes y del PLC interconectados, un manual de usuario para los técnicos y operarios que sirva de guía a la hora de implementar y utilizar el controlador, así como las recomendaciones y posibles mejoras al proyecto para ser realizadas en un futuro.

## **CAPÍTULO 3**

### **PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO**

---

#### **3. Metodología**

Para alcanzar los objetivos que se mencionaron anteriormente, se siguieron los siguientes pasos:

##### 1. Analizar los planos eléctricos existentes de las maquinas moldeadoras.

Teniendo la información del proceso de las maquinas es importante revisar los planos eléctricos de las maquinas para así evaluar cuáles de estos corresponden al modelo actual o si han sufrido algún cambio que no fuese reportado.

##### 2. Tabular y caracterizar cada una de las maquinas moldeadoras.

Definir cuáles son las entradas y las salidas de cada una de las maquinas que se encuentran actualmente en planta, así como la función que cada una desempeña.

##### 3. Estudiar los procesos de trabajo de cada una.

Con base en la información de los dos puntos anteriores, verificar cuáles son los ciclos de trabajo de cada maquina así como los tiempos de ejecución.

##### 4. Seleccionar la maquina que tenga mayor equivalencia con las demás.

Después de realizar una base de datos de todos los equipos existentes en la planta, resulta necesario encontrar la moldeadora que sea más equivalente entre las demás, para poder tener una estándar de las restantes maquinas y así diseñar el controlador genérico en la escogida.

5. Depurar el proceso de trabajo de la maquina seleccionada.

Después de seleccionada la maquina, se procede a depurar el proceso en la medida de lo posible, con el fin de identificar y ajustar algún posible fallo o mejoramiento en el ciclo del proceso.

6. Seleccionar el PLC que cumpla con las características antes planteadas.

Con base a la información antes citada, se escoge el PLC con los requerimientos necesarios, así como un sistema de back-up por si en el futuro se necesita expandir su funcionamiento.

7. Programar la secuencia antes depurada en el PLC.

Después sé seleccionado el PLC, se realiza el código fuente por medio de diagramas de flujo, para que cumpla con las características del proceso.

8. Realizar las pruebas pertinentes con el fin de eliminar fallos en el programa.

Seguidamente finalizada la programación, se entra en la fase de pruebas simuladas con el fin de determinar posibles fallos en el ciclo de trabajo del PLC.

9. Analizar cuáles sensores presentan problemas en operación y cuáles han sido descontinuados.

Hacer una lista de los sistemas de sensado que utiliza la maquina con el fin de revisar cuáles presentan fallos y cuáles ya no los fabrican para su posible variación.

10. Evaluar los posibles cambios de los sistemas obsoletos tales como los timers y sistemas analógicos de despliegue.

Cambiar los sistemas mecánicos de temporizado y de despliegue, ya que poseen una mayor incertidumbre que los digitales y son menos sensibles. O en todo caso utilizar los timers del PLC y desplegar la interface de operario.

11. Escoger sistemas periféricos que no utilicen transductores A/D externos para mejor acople con el PLC y que sean común con la fuente de alimentación.

Como forma de concentrar mejor la circuitería y no expandirse más allá de las posibilidades físicas, sería ideal utilizar una sola fuente para la alimentación general de los sensores y demás periféricos, así como tratar de escoger sistemas que no necesiten una etapa previa de acondicionamiento, para tener un acople directo con el controlador.

12. Escribir un informe, que abarque toda la información técnica sobre el desarrollo del proyecto.

Redactar un informe técnico para que el operario en la empresa pueda enfrentarse con mayor facilidad a algún problema que presente el programa.

13. Dibujar los nuevos planos eléctricos para los técnicos del controlador.

Con la simulación terminada, y realizando las pruebas pertinentes, se puede diseñar los planos eléctricos del controlador, conectado a los sensores que se tienen previstos para su futura compra.

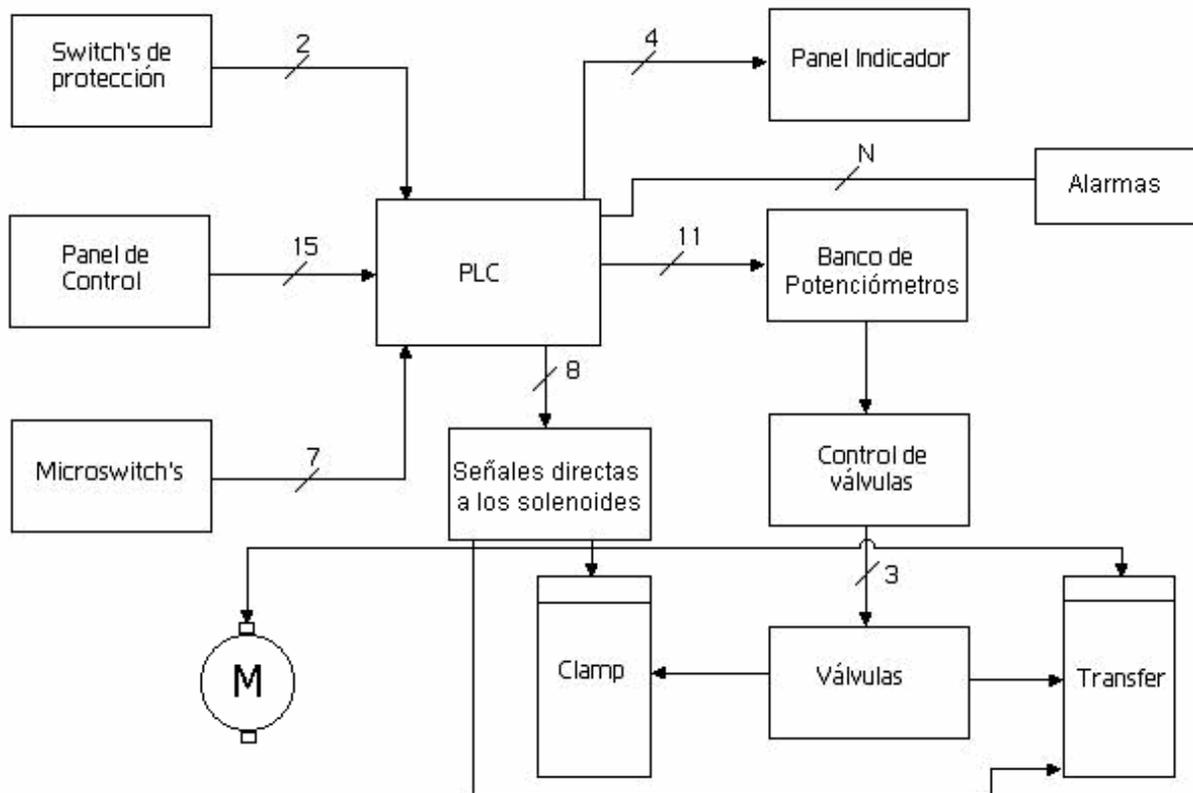
14. Tabular las diferencias y recomendaciones para modernizar las restantes maquinas.

Después de terminado el proceso de investigación y diseño, se finaliza con el reporte de las diferencias entre cada maquina, así como las recomendaciones que se deben de tener a la hora de rediseñar los sistemas de control y visión de la maquina.

## CAPÍTULO 4 DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE UTILIZADO

### 4. Descripción detallada del sistema.

En la figura 4.1 se muestra la solución propuesta para el controlador de las maquinas de moldeo.



**Figura 4.1** Diagrama de bloques general del sistema a implementar.

El diagrama muestra los tres tipos de entradas del sistema:

1. Microswitch's: Dispositivos que ubican la posición de los entes móviles en el sistema.
2. Panel de control: son todas aquellas señales que sirven para controlar el movimiento de la maquina.
3. Switch's de protección: Dispositivos que sirven para proteger al usuario.

Las distintas salidas están divididas en varios grupos:

1. Alarmas: son todas aquellas señales que indiquen alguna operación no regular en el proceso.
2. Panel Indicador: se utiliza para verificación y medición del proceso.
3. Banco de Potenciómetros: son las señales que van a regular la corriente suficiente para operar los controladores de válvulas.
4. Señales directas a los solenoides: son todas aquellas acciones que ejecuta el Clamp y el Transfer de forma directa sin control.

Con base en la descripción detallada del sistema y lo explicado en el estudio del proceso, se decidió utilizar un PLC marca OMRON, modelo CQM1H-CPU21, con dos módulos de entradas y tres de salidas.

La selección tomada se debe a que la empresa tiene varios PLC marca OMRON y la licencia del software para generar simulaciones marca OMRON llamado CX-Programmer, este programa facilita aún más el trabajo en las etapas de depuración e implementación, ya que el sistema no será implementado hasta después de finalizado el proyecto. De ahí la importancia de una simulación que refleje de una forma fiel el comportamiento del controlador ante una situación real.

La justificación de mayor peso, fue la necesidad de un suplir al sistema de un controlador con conmutación rápido y estable, para obtener mayor confianza a nuestras exigencias, ya que el proceso de carga de una instrucción es de  $0.375\mu s$  y lo que lo hace altamente confiable. Además tiene la posibilidad de controlar más de 256 entradas/salidas, suficientes para las 30 entradas de nuestro controlador ver tabla 6.2, así como 30 o más posibles salidas como se muestra en la tabla 6.1.

Además, tiene 512 timers o counters para su implementación, cantidad suficiente para los 6 a 10 temporizadores para ejecutar la secuencia. Si bien es cierto, nuestro sistema de control es muy pequeño como para agotar gran parte

de los recursos que brinda el PLC, es importante considerar que en otras etapas, se piensa mejorar mas estas maquinas (ver recomendaciones), por lo que el espacio y velocidad son fundamentales.

## **CAPÍTULO 5**

### **DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE UTILIZADO**

---

#### **5.1 Ambiente de desarrollo del software**

A lo largo del proyecto se utilizó una gran variedad de “software” en el proceso de desarrollo del controlador.

La etapa de investigación necesitó de una vasta exploración de la red por medio de “software” como Microsoft Internet Explorer 5.01 y Netscape 4.01, además se utilizaron para visualizar y editar documentos los programas del Microsoft Office\* y el Acrobat Reader 4.01

El software utilizado para crear el control del sistema fue el CX-Programmer, el cuál es un software implementado por la empresa Omron y que TELZF tiene licencia de utilización. Su función fue la de facilitar el desarrollar de aplicaciones con sus controladores. También la empresa facilitó los manuales de operación y programación.

Se trabajo con Autocad 2000 para la implementación del plano eléctrico de la maquina y se utilizo programas de edición gráfica como Paint y Photo Shop, que son paquetes complementarios para la edición de gráficos y figuras.

#### **5.2 Software desarrollado**

La implementación del software que se desarrolló, permite el control de los dispositivos que el sistema utiliza para trabajar, la temporización de los

mismos y la utilización de un sistema de alarmas para la detección de errores en el proceso.

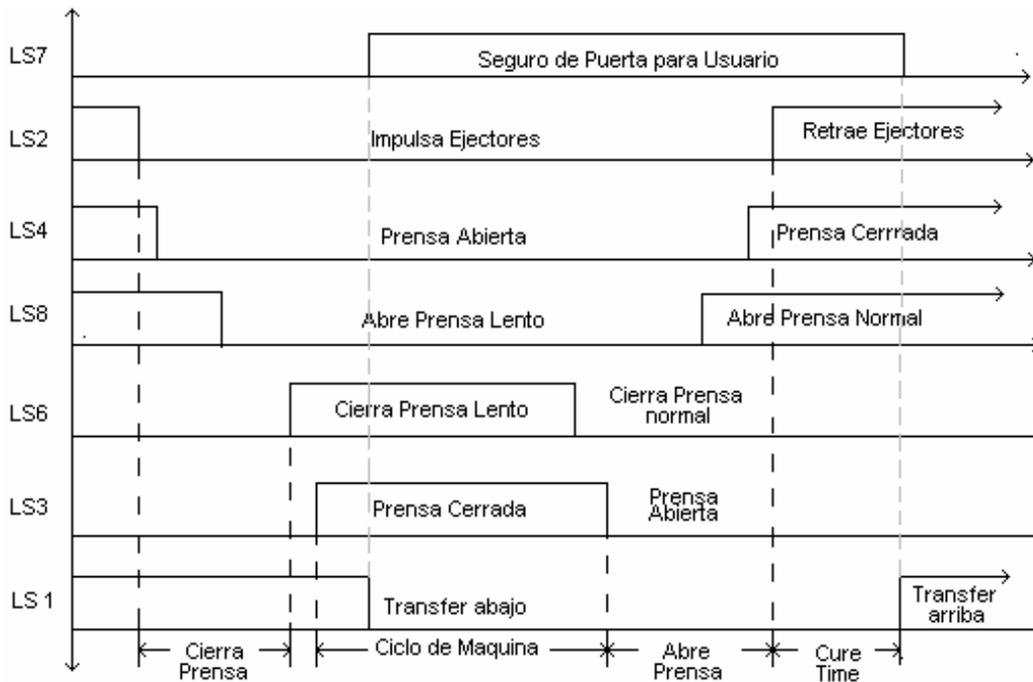
Se dividió el ciclo de la maquina en dos procesos: manual y semiautomático, que a su vez se separarían en mini procesos que ejecutarían una rutina más precisa con el fin de facilitar la solución. Estas rutinas son habilitadas por señales externas o internas, diseñadas e interpretadas por diagramas de flujo, que activan salidas durante un periodo de tiempo establecido por el operario y ejecutan en conjunto el proceso de trabajo de la maquina.

## CAPÍTULO 6

### ANÁLISIS Y RESULTADOS

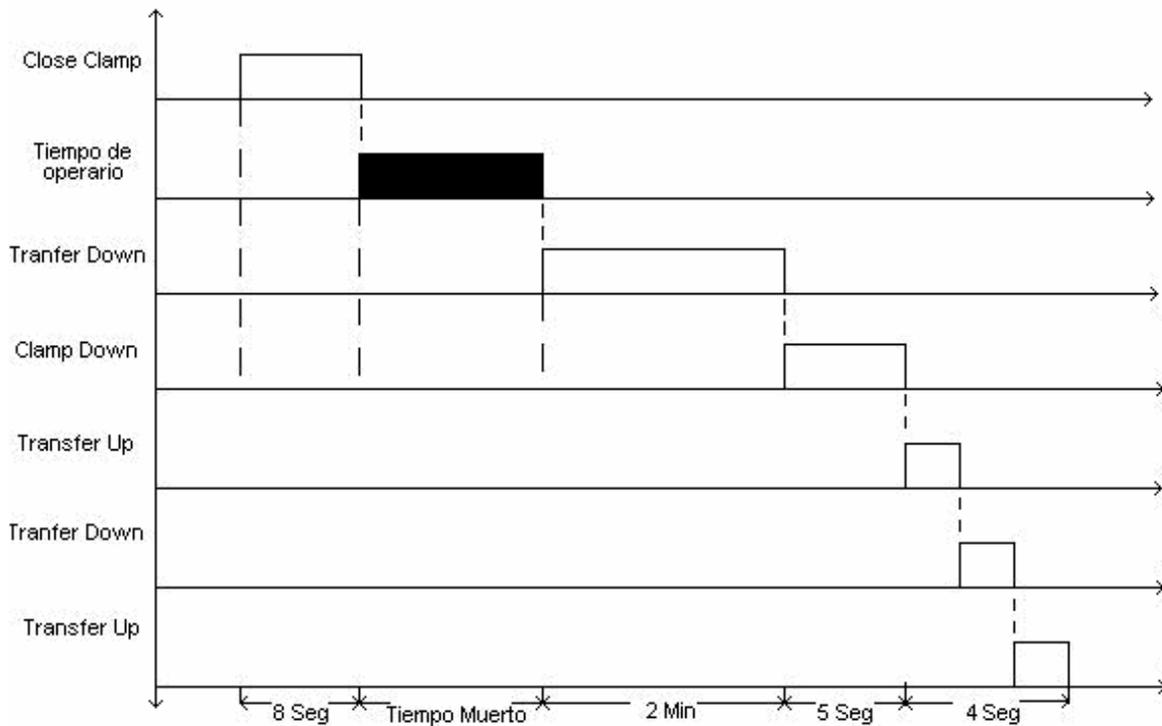
#### 6.1 Resultados Experimentales

A continuación se presenta la secuencia de activación de los sensores de posición, los cuáles reflejan el comportamiento de la maquina por que sensan la posición de los sistemas hidráulicos.



**Figura 6.1.1** Secuencia de activación de los sensores de posición.

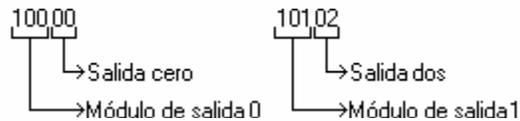
Este es el diagrama de tiempos de la maquina, el cuál nos ayuda a temporizar el proceso y a la vez estandarizarlo para todo el equipo.



**Figura 6.1.2** Diagrama de tiempos del ciclo semiautomático.

*Nota: El tiempo de operario es aquel que el mismo utiliza para depositar el material sobre la guía del Transfer.*

En la tabla 6.1, se presenta las salidas físicas del controlador, las cuáles nos permite reconocer las señales directamente de salida del PLC. El valor programado corresponde al número de salida dispuesto en el PLC:

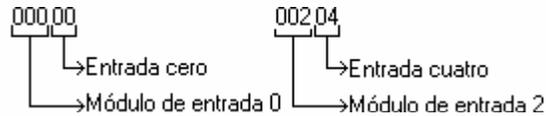


El número en plano eléctrico fue tomado del número que viene en el plano el eléctrico dado por el fabricante.

**Tabla 6.1** Salidas físicas del controlador hacia la maquina.

| Número en plano eléctrico | Nombre                     | Valor Programado |
|---------------------------|----------------------------|------------------|
| 6CR                       | Tx retrae Rápido           | 10000            |
| 10CR                      | Prensa cierra lento        | 10001            |
| 12CR                      | Tx control                 | 10002            |
| 16CR                      | Tx Baja Rápido             | 10003            |
| 17CR                      | Retrae Eyectores           | 10004            |
| 18CR                      | Prensa Abre Lento          | 10005            |
| 19CR                      | Prensa Abre Normal         | 10006            |
| 20CR                      | Velocidad Set up           | 10007            |
| 23CR                      | Tx Baja Despacio           | 10008            |
| 24CR                      | Seguro de Puerta           | 10009            |
| 21CR                      | Dampening control          | 10010            |
| 14SOL                     | Solenoide Impulso Prensa   | 10011            |
| 1CNT                      | Contador                   | 10100            |
| 1PL                       | Luz de Temperatura Aceite  | 10101            |
| 2PL                       | Luz de Prensa en Ciclo     | 10102            |
| 3PL                       | Luz Pump ON                | 10103            |
| 4PL                       | Luz de Falta Aceite        | 10104            |
| 1MS                       | Motor Encendido            | 10105            |
| 1CL                       | Tiempo Aproximación        | 10106            |
| 2CL                       | Tiempo de ciclo de maquina | 10107            |
| 1 SOL                     | Solenoide Tx Baja          | 10108            |
| 2 SOL                     | Solenoide Tx Sube          | 10109            |
| 3 SOL                     | Solenoide Prensa Abre      | 10110            |
| 4 SOL                     | Solenoide Prensa Cierra    | 10111            |
| 6 SOL                     | Regen Solenoid             | 10113            |

En la tabla 6.2 se presenta las entradas salidas físicas del controlador, las cuáles nos permite reconocer las señales directamente de entrada del PLC. El valor programado corresponde al número de entrada dispuesto en el PLC:



El número en plano eléctrico fue tomado del número que viene en el plano el eléctrico dado por el fabricante.

**Tabla 6.2** Entradas físicas de la maquina hacia el controlador.

| Número en plano eléctrico | Nombre                  | Valor Programado |
|---------------------------|-------------------------|------------------|
| ResetCnt                  | ResetContador           | 00000            |
| 1PB                       | Emergency stop          | 00001            |
| 2PB                       | Pump start              | 00002            |
| 3PB                       | Pump stop               | 00003            |
| 4PB                       | Press close botón       | 00004            |
| 5PB                       | Press close botón       | 00005            |
| 6PB                       | Transfer down           | 00006            |
| 7PB                       | Transfer down           | 00007            |
| 8PB                       | Ejectors retracts       | 00008            |
| 9PB                       | Ejectors retracts       | 00009            |
| 10PB                      | Manual Transfer retract | 00010            |
| 11PB                      | Emergency stop          | 00011            |
| 12PB                      | Manual press open       | 00012            |
| 1LS                       | Transfer full up        | 00101            |
| 2LS                       | Ejector down            | 00102            |
| 3LS                       | Platten full clamp      | 00103            |
| 4LS                       | Press full clamp        | 00104            |
| 6LS                       | Press almost closed     | 00106            |
| 7LS                       | Control box door        | 00107            |
| 8LS                       | Start slow open         | 00108            |
| 1TAS                      | Oil over temp switch    | 00109            |
| 1ss                       | Cycle selector          | 00110            |
| 2 ss                      | Follow on/off           | 00111            |
| 4 ss                      | set up on/off           | 00112            |
| Interlock                 | SeguroTx                | 00113            |
| Reset                     | Reset General           | 00114            |

Se implemento la tabla 6.3 con el propósito de tener una referencia para facilitar el uso y comprensión de los diagramas de flujo que adelante se mencionan.

**Tabla 6.3** Señales de activación y desactivación para el modo semiautomático.

| Periodo             | Activan                        | Desactivan                    | Previos           |
|---------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| Prensa Sube         | 21CR,2PL,Timer0, Sol14, 24CR   | 4LS,2LS                       | Botón Prensa Sube |
| Prensa Sube lento   | 10CR                           |                               | Switch 6LS        |
| Prensa Total Arriba | 3LS,                           | 10CR, Sol14, Timer0           | 3LS               |
| Tx Baja 1           | 16CR, Sol1, Sol6, Timer5       | 1LS                           | Botón Tx Baja     |
| Tx Baja 2           | 12CR, 23CR, Timer1             | Sol6, 16CR,                   | Timer5            |
| Tx Sube 1           | Sol2, 6CR, Timer3, 12CR        | Sol1, Timer5, 23CR            | Timer1            |
| Prensa Abre1        | Sol3, 17CR, 18CR, 19CR, Timer2 | Sol2, Timer3, 12CR, 3LS       | Timer3            |
| Prensa Abre2        |                                | 18CR                          |                   |
| Prensa Abre3        | 20CR                           |                               |                   |
| Prensa Stand By     | 4LS,2LS                        | Timer2, Sol3,17CR, 18CR, 20CR |                   |
| Tx Baja 3           | Timer6, Sol1, 12CR             |                               | Timer2            |
| Tx Sube 2           | Timer4, Sol2, 12CR, 6CR        | Timer6, Sol1                  | Timer6            |
| Stand By            | 1LS                            | Timer4, Sol2, 12CR, 6CR       |                   |

**Tabla 6.4** Alarmas del proceso semiautomático.

| Dirección | Número | Acción  |
|-----------|--------|---|
| 10300     | 1      | Es la encargada de avisarle al sistema que la prensa no cumplió con la carrera definida |
| 10301     | 2      | Es la encargada de indicarle al sistema que la prensa no cerro correctamente            |
| 10302     | 3      | Su función es la sensor la carrera del Transfer   |

## 6.2 Análisis de Resultados

Como punto inicial del proyecto, se analizaron los planos eléctricos de las maquinas de moldeo marca **La Rose** y Fujiwa, que son las que operan en la empresa. El análisis reflejo de primera instancia, la gran diferencia en los sistemas de control entre marcas, debido a que cada fabricante utiliza una lógica de control distinta aunque el proceso sea prácticamente el mismo, pero lo rescatable son las diferencias que existen entre las maquinas marca **La Rose**, donde se han efectuado modificaciones en algunos sistemas de control, teniendo actualizaciones en los planos, que en definitiva no representan un control fiel para todas las maquinas de esa marca.

Se considero cuál es el equipo que realmente servirá y cuáles de esas modificaciones se pueden implementar en las restantes maquinas sin variar bruscamente el proceso. Por otro lado, la marca Fujiwa no ha sufrido cambios notables en su sistema de control, por ser de años más recientes. Gracias a la información recopilada en estos planos, se logró encontrar esas diferencias y a su vez, se obtuvo mucha información del principio de funcionamiento del control. Ver sección de anexos.

Se procedió luego a caracterizar la parte física del control de las siete maquinas Para ello se tabularon todos los dispositivos que intervenían de una u otra forma en la lógica de control, generando siete tablas que se encuentran en la sección de anexos. Estas tablas dieron como resultado lo anteriormente escrito al inicio del análisis, y que al realizar una comparación detallada de los componentes de una maquina a otra, de igual o diferente marca (Ver las tablas anexos zona color rojo), la conclusión es la misma, en las **La Rose** se han detectado variaciones que sin duda alguna han provocado que los planos eléctricos modificados difieran en buena medida con el control real de las

maquinas, esto significa, que no todas las maquinas ejecutan la misma lógica, aunque realicen el mismo proceso.

Debido a que existe una mayor disparidad entre las **La Rose**, se justifica la elección de la implementación de dicho controlador para esta marca. Para agregar más del porque de esta elección, en la actualidad se elevaron a doce la cantidad de moldeadoras de esa marca, por lo que al tener más variedad, habrá una mayor modernización del equipo, además estas maquinas tienen mayor cantidad de años de haber sido construidas que las Fujiwa. Por eso resulta necesario unir estos dos objetivos descritos en la metodología en uno solo.

Teniendo caracterizado y seleccionado el equipo al cuál se implementara el control, se continuó con el estudio del proceso de trabajo de las **La Rose**. Para ello fue de suma importancia, observar de forma empírica el manejo que le da el operario a la maquina. El proceso se resume de la siguiente forma:

Inicialmente, el operario prepara la maquina (enciende la alimentación, la bomba del aceite hidráulico, ajusta selectores, etc.), después programa los timers (ciclo de maquina, timer approach, etc.) en función del material a preparar, seguidamente coloca en los moldes las tiras del material a moldear y las sitúa sobre Clamp, en el horno se eleva la temperaturas de las pastillas de termoset necesarias para cubrir esa orden con el fin de alcanzar una mayor temperatura antes de ingresar al ciclo.

Paso siguiente, presiona los botones de Ejector Retract y luego los de Press Close de manera continua. En ese instante inicia el ascenso del Clamp en dirección a la plancha superior, pero iniciando a baja velocidad, luego se incrementa la velocidad para agilizar el proceso y por último desciende la velocidad antes de darse el acople entre las planchas. Terminado este procedimiento, se coloca dentro de un recipiente preparado para tal fin las pastillas de termoset (salidas del Preheater), se cierra una puerta de seguridad

para el usuario (condición importante para el inicio del proceso), y se presiona los botones de Transfer Down, que inician el proceso de inducción del material.

Entonces el Transfer baja rápidamente (Time Approach) y un instante antes de tocar el material, disminuye su velocidad y simultáneamente aumenta la presión. En ese momento arranca el conteo de un timer (ciclo de maquina) de 2 minutos, que se encarga de llevar el conteo necesario para que el material se derrita y el líquido plástico pueda fluir a través de la ranura de los moldes.

Finalizado el ciclo de maquina el cilindro sube una pequeña distancia, e inicia el descenso de la prensa de igual manera al ascenso, en tres velocidades (lento, normal y lento). Finalizado este proceso, se continua con la limpieza de la maquina (Cure Time), eliminando el material sobrante por medio de dos acciones más que ejecuta el Transfer para tal fin, baja de nuevo con mayor velocidad e igual presión para eliminar el tapón que se aloja dentro de la guía diseñada para que fluya el material y por último retorna a su posición de inicio. A este proceso se le llama SEMIAUTOMATICO.

Existe un proceso semiautomático, pero con el selector de follow en ON, y la única variación es que no ejecuta el proceso de limpieza de la maquina, si no que después de ingresado el material a los moldes y de terminado el ciclo de maquina, el control regresa los sistemas hidráulicos a su posición inicial.

Pero también existe el proceso manual, el cuál opera en dos velocidades, una Set Up, en donde el operario por medio de botones externos manipula el movimiento del Transfer y el Clamp a una baja velocidad, y el modo manual, que realiza las mismas acciones pero a velocidad de operación, estas sirven para calibrar las velocidades y verificar mal funcionamiento de la maquina.

Ahora bien, sobre la base de dicho proceso y tomando la información suministrada de los tres objetivos iniciales, y sumándole el plano mecánico de

las maquinas (Ver Anexos), se analiza el funcionamiento del sistema de control. Entonces se observa, que la lógica de Relays lo que controla es la activación y desactivación de señales, que de alguna u otra forma regulan la velocidad de movimiento y dirección del Clamp y el Transfer. Pero la forma en que realizan los desplazamientos, se debe a un conjunto de válvulas que su función es, acatar las órdenes que son enviadas desde un sistema de control, que limita o permite el paso de líquido hidráulico.

Estos controladores de válvulas que regulan el flujo y la presión, son capaces de variar la cantidad entrante o saliente del aceite hidráulico, necesario para que las válvulas impulsen y ejecuten los movimientos a distintas velocidades y presiones. Esto lo realizan los potenciómetros que se encuentran a la entrada de los controladores, ellos se activan por medio de señales de lógica negativa que son generadas por el PLC, y cuya función como se comento anteriormente, es la de suministrar una corriente tal, que gracias a la ley de Ohm, nos permite tener un voltaje a la entrada que sea directamente proporcional a la cantidad de flujo necesario para ejecutar la acción que corresponda al potenciómetro seleccionado.

Ahora bien, ya aclarado lo concerniente al control de las válvulas, se estudio el comportamiento de los switches de carrera, para esto es importante visualizar el anexo 10, la cuál muestra la posición de los switches a lo largo de la maquina. Esta distribución tiene como fin detectar la posición de la prensa y el cilindro durante un ciclo de trabajo. Como se puede observar, el Clamp tiene adheridos 5 tubos metálicos sujetos por una pieza metálica devanada, que tienen como fin activar el switch que corresponde a cada tubo para con esto determinar que acción se debe realizar ante la activación de una entrada generada por un switch, por citar un ejemplo, cuando las prensas están a punto de acoplarse, el switch 6LS va a activarse por el choque del tubo correspondiente con el switch, con el fin de disminuir la velocidad y así evitar un choque brusco entre planchas.

Por otro lado el Transfer tiene dos switches, uno para sensar el tope máximo al cuál puede llegar el cilindro y otro de seguridad, para proteger al usuario a la hora de introducir el material en el compartimiento adecuado para tal fin. Teniendo en consideración todos los switches de carrera presentes en las maquinas, se presenta la secuencia de activación para el ciclo semiautomático. (Ver figura 6.1.1). Como se observa en esta figura, el proceso de cerrar y abrir la prensa es ejecutado por los switches LS2,4,6,8 los cuáles son activados para indicarle a los controladores de las válvulas, cuando hay que utilizar más o menos flujo y presión, para aumentar o disminuir la velocidad del clamp a la hora de ejecutar el movimiento.

También esta figura refleja la necesidad de activar la señal de seguro de puerta, así como la de prensa cerrada, para que se pueda efectuar el ciclo de maquina. Cubiertas estas dos condiciones necesarias se inicia el ciclo de trabajo, cuya función es impulsar el material hacia los moldes por medio del Transfer.

Este proceso es programado por los dos timers externos. Uno se llama el TimeApproach, que se encarga de temporizar el viaje del Transfer a alta velocidad antes de toparse con el material, este periodo se caracteriza por utilizar poca presión y una alta velocidad con una duración aproximada de 0.5 segundos. Después de terminado el descenso a alta velocidad, se inicia el CycleTime, encargado de temporizar la inducción del material a los moldes con una duración aproximada de 2 minutos. Este proceso cumple con las condiciones necesarias para impulsar los materiales en los moldes, alta presión sumado con la temperatura alta de las planchas, provocan el paso de estado sólido a líquido del Termoset necesario para que el material fluya entre los moldes, además de una velocidad baja, para tener tiempo suficiente de cubrir los moldes con material.

Terminado este proceso, se inicia la apertura de la prensa y por medio de lógica secuenciada, se ejecuta el ciclo de Cure Time como se ve en la figura 3.1.1, hasta finalizar el proceso con la activación de nuevo de la señal LS1.

Sobre los tiempos de los demás mini ciclos, es importante aclarar que para cada maquina fueron distintos, aunque son variaciones mínimas de unas a otras, así que se estandariza la idea de utilizar timers para temporizar el proceso, como se ve en la figura 2. Toma validez entonces la idea de utilizar temporizadores para el proceso, ya que es un ciclo continuo donde solo existe un tiempo muerto utilizado por el operario para introducir el material.

Por otro lado para realizar una depuración correcta del proceso se debe realizar antes y durante la programación del PLC, ya que siempre habrá algo que no se tome en consideración hasta la hora de puesta en marcha del proceso, pero como el objetivo final del proyecto es terminar la simulación, es importante realizar una depuración amplia, para evitar problemas de interpretación a la hora de su implementación por parte del técnico.

Se presenta una propuesta de solución del controlador de las maquinas de moldeo como se observa en la figura 4.1 de descripción del software a utilizar. En dicha propuesta, se tomo como consideración las tablas 6.1 y 6.2, y se elimino toda la lógica supuesta por Relays y se pondrá en su lugar el PLC marca OMRON, que se ocupará de controlar la secuencia de activación y desactivación de las señales. Ver Anexo 11, esquemático del controlador.

Con la visualización del controlador propuesto de la figura 4.1, se iniciará con la implementación de los diagramas de flujo que son los encargados de, representar de una forma más dinámica, la lógica necesaria para implementar el controlador.

Diagramas de flujo del proceso semiautomático de las maquinas de moldeo.

Se presenta a continuación el diagrama de flujo que efectúa el proceso de levantar la prensa inferior o Clamp, hasta llegar a la plancha superior.

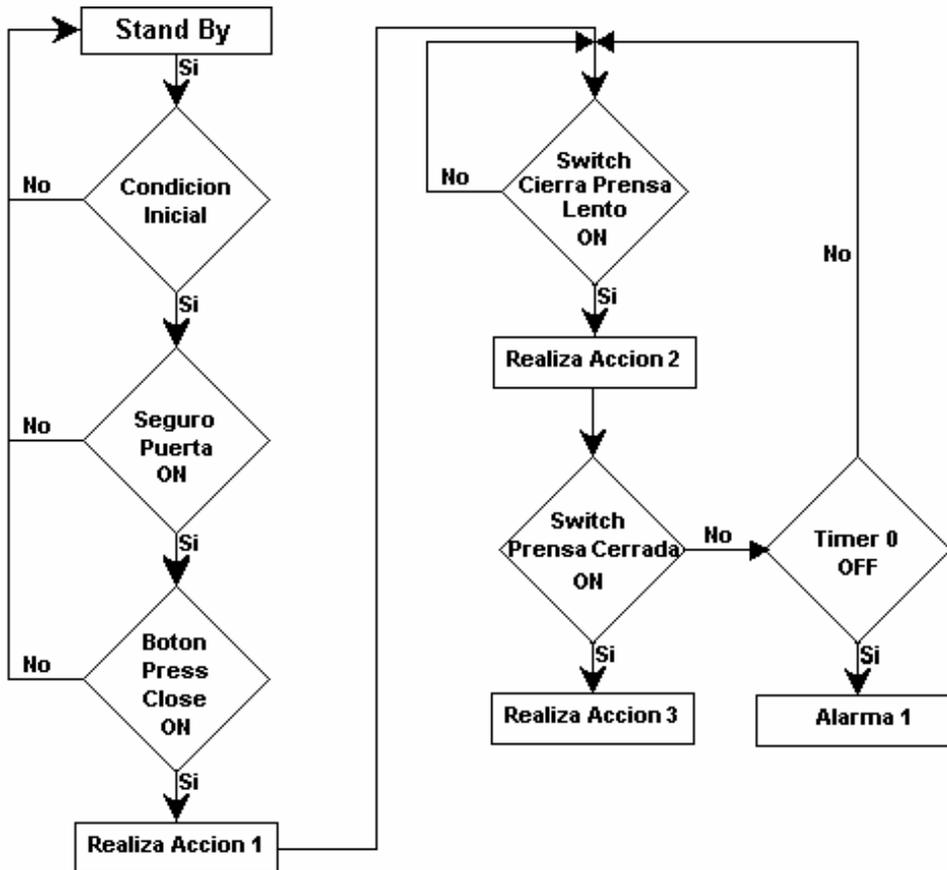


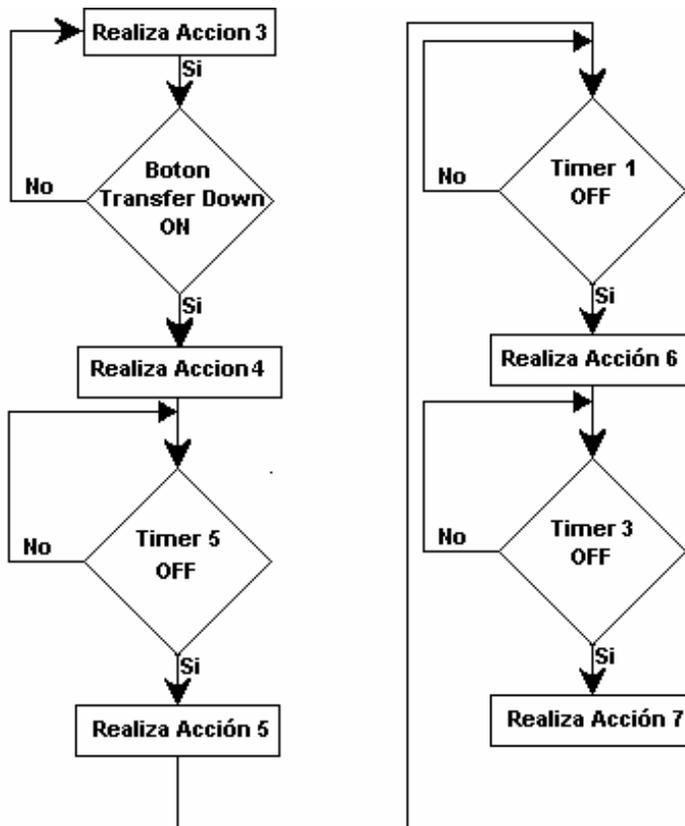
Figura 6.2.1 Diagrama Inicio cierra la prensa.

Como se observa en el primer diagrama de flujo, después del chequeo de las condiciones iniciales, que son todas aquellas señales que el sistema utiliza para seguridad del operario y determinar que ciclo se realizará, se espera que se presionen los botones para cerrar la prensa, luego de esto se realiza la acción 1, la cuál consiste en activar el Timer 0 encargado de temporizar este mini ciclo, 2PL luz indicadora de prensa en operación, 14Sol señal que se envía directamente a la válvula para impulsar los Eyectores hacia arriba y 21CR

encargado de habilitar los controladores de válvulas para regular el flujo y presión del líquido hidráulico; no resulta necesario activar ninguna señal para indicar cantidad de ímpetu a utilizar para mover la prensa, debido a que tiene un valor por Default para tal fin. Se desactivan 4LS y 2LS indicadores de prensa abajo.

Después de realizar la acción 1, se pregunta por el switch LS6 encargado de cerrar la prensa lento, si este se activa se habilita 10CR, el cuál activa un valor resistivo tal par que el controlador reduzca la velocidad de ascenso. Se nombro acción 2. Por último, se pregunta por la activación del switch LS3 indicador de prensa cerrada, si no se activa es por que la prensa no ha llegado al fin de carrera, entonces se pregunta si el Timer 0 esta en OFF, si se cumple esta condición se activa la alarma 1, si no, se espera a que LS3 se active para deshabilitar 14Sol y detener la señal hacia la válvula que impulsa la prensa. Esta acción se enumero como 3.

Se presenta el diagrama de flujo que muestra el ciclo de trabajo del Transfer, el cuál necesita previamente que las dos planchas estén juntas. Este proceso trabaja a diferentes velocidades y presiones.



**Figura 6.2.2** Diagrama movimiento del Transfer hacia abajo a distintas velocidades y presiones.

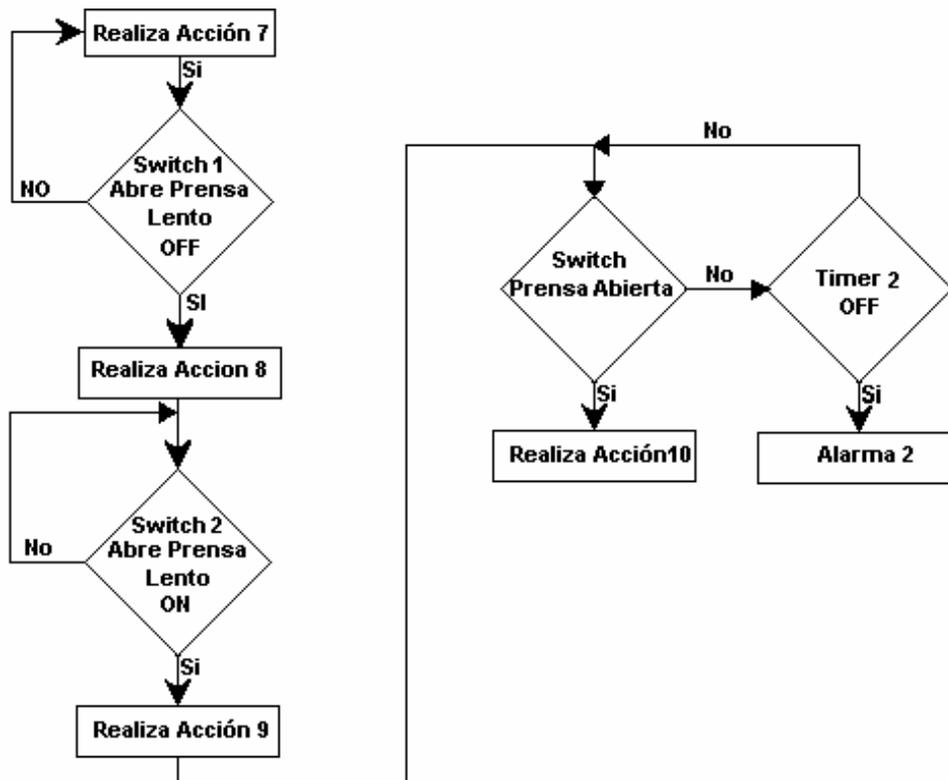
Después de terminada la acción 3, se procede a introducir el material, para eso se abre el seguro principal Interlock. Si este seguro esta en OFF se detiene el proceso. Ya ingresado el material a la moldeadora, el sistema chequea si se presionó el botón de Transfer Down, si la respuesta es afirmativa, entonces se realiza la acción 4, la cuál tiene como primer paso activar el timer 5, encargado de temporizar el proceso, a su vez se activan las señales 16CR y Sol1, responsables de indicarle al control de válvulas la velocidad y dirección del TX respectivamente. También se habilita 6Sol, (encargado de incrementar la velocidad del proceso. A este periodo se le conoce como el Time Aproach y el

operador se encarga de programarlo en función del material a ingresar. Se apaga Transfer Full Up (1Ls).

Cuando el Timer 5 cambio a OFF, se realiza la acción 5, que activa primeramente al Timer 1 (ciclo de maquina programable externamente). Inmediatamente después se desactivan las señales 16CR y 6Sol, para luego dar paso a 23CR (encargada de disminuir la velocidad del Transfer) y 12CR (incrementa el nivel de presión del Transfer).

Terminado el ciclo de maquina y por ende la inducción del material a los moldes, se desactivan las señales Sol1, 12CR y 23CR, y se inicia con Timer 3, energizando Sol2 y 6CR, que cumplen con la función de retraer una pequeña distancia al Transfer, para luego preparar el ambiente cuando Timer 3 OFF, para la apertura de la prensa activando 3SOL.

Se presenta el diagrama de flujo, que después de terminada la inducción de material hacia los moldes por medio del ciclo de trabajo del Transfer, se inicia el descenso de la plancha.



**Figura 6.2.3** Diagrama prensa abre y finaliza carrera a distintas velocidades.

Iniciada la acción 7 y la activación de la señal Sol3, habilitadora de la contracción de los ejectores, se inicia el descenso de la prensa. Este desactiva LS3 e inicia Timer 2, encargado de temporizar el mini ciclo. De igual forma se activan las señales 17CR y 19CR, con la función de abrir rápidamente la prensa, pero como se tenía habilitado el LS6 (Switch1) la prensa desciende lento, por medio de la señal 18CR, cuando se desactiva la dicha señal, se inicia el descenso normal de la prensa. A esta acción se le numeró como 8.

Cuando inicia la velocidad normal, el control pregunta si la señal 8LS (Switch2) que abre la prensa lento esta activa, si lo está, entonces se energiza 20CR, la cuál baja la prensa lentamente. A este mini ciclo se le número con 9.

Por último, el sistema verifica si el switch 4LS está activo (indicador de fin de carrera o prensa abierta), si no está activo, chequea si el timer 2 esta ON, si no lo está, entonces se genera una alarma, sino, espera hasta que la señal 4LS se ponga en alto, para luego pasar a la acción 10, que su función es desactivar a 3Sol, Timer 2, 19CR y dar paso al siguiente mini ciclo que consiste en el CureTime.

Para finalizar el proceso automático, se muestra el ciclo de limpieza de la maquina.

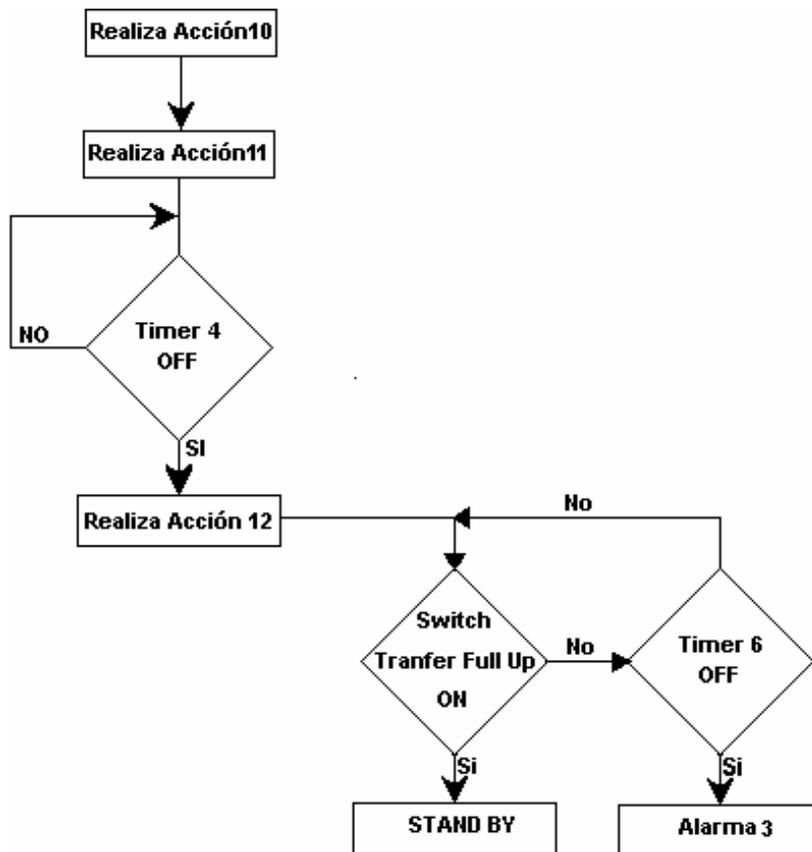


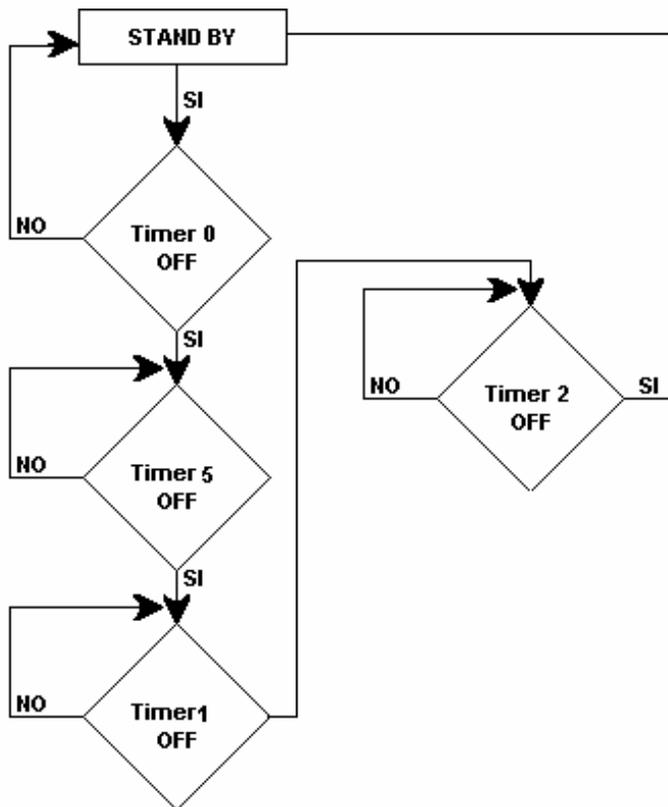
Figura 6.2.4 Diagrama proceso de curaje de maquina y Tx retorna a la posición de inicio.

Después de terminada la acción 10, seguidamente se inicia la acción 11, activando el timer 4, temporizador del proceso, además se habilitan las señales de Sol1 y 12CR, encargadas de controlar el descenso y velocidad del Transfer respectivamente. Paso siguiente, el control pregunta si el timer 4 termino su cuenta, siendo así, se realiza la acción 12, donde el sistema desenergiza la señal Sol1 y enciende timer 6, 6CR y Sol2, retrayendo al Transfer para regresarlo a su posición de inicio. Si el timer 6 se apaga sin haberse encendido la señal de Transfer Full Up (1Ls), entonces se genera la alarma 3.

En la tabla 6.3 se presenta en forma tabulada lo que se presento anteriormente a nivel de diagramas. Es de mucha importancia por que aquí, se observan cada uno de los pasos que se necesitan para ejecutar un ciclo de maquina en modo semiautomático.

En la tabla 6.4 se presenta las direcciones de las alarmas que el sistema necesita para determinar errores en el proceso, que fueron mencionadas en los diagramas de flujo del proceso semiautomático.

A continuación se presenta en la figura 6.2.5 parte del modo semiautomático pero con el selector follow en On, este proceso se diferencia del semiautomático, que el sistema no realiza el ciclo de limpieza de la plancha.



**Figura 6.2.5** Diagrama proceso semiautomático con el selector de follow on.

Como se puede observar, no se tiene o ejecuta ninguna acción en dicho diagrama, esto debido a que sería redundar en los mismo, ya que las señales se activan de igual forma en los periodos de tiempos establecidos, y la única diferencia con respecto al ciclo con el follow off, es que se eliminan los timers 3, 4 y 6, y en el timer 2 condensa el antiguo proceso de ejecución del timer 2 con el timer4, provocando que se abra la prensa y se suba el Transfer en el mismo periodo de tiempo. No se profundiza mucho el proceso del follow on, debido a que este resulta muy poco práctico, y la mayoría de las ocasiones no se utiliza.

Seguidamente, se presenta en la figura 6.2.6 el proceso manual que ejecuta la maquina para subir y bajar la prensa.

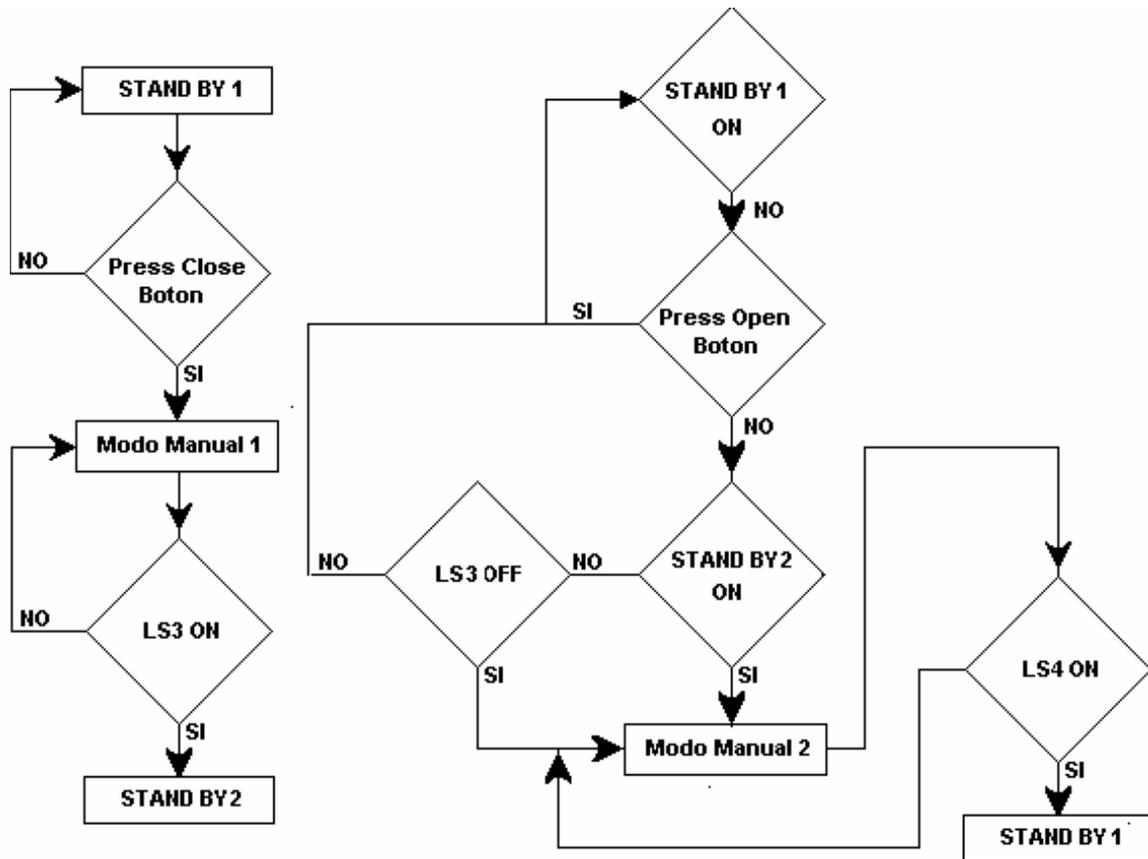
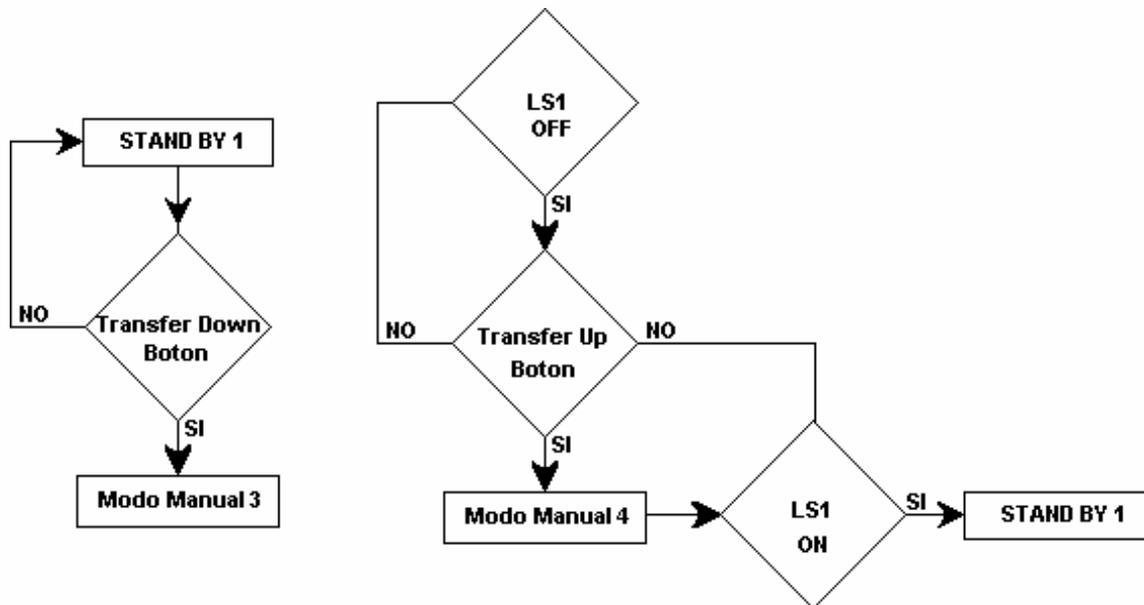


Figura 6.2.6 Diagrama proceso manual de cierra y abre prensa

Con el fin de calibrar las velocidades de las unidades periféricas del sistema, se necesita un ciclo manual. El diagrama refleja el comportamiento del modo manual para abrir y cerrar la prensa. Si se quiere cerrar la prensa, se habilitan las condiciones iniciales al sistema para funcionar en modo manual, entonces se pone el selector de manual en ON. Ha esta acción se le llamo stand by 1. Satisfecho el stand by1, el sistema pregunta si se presiono los botones de cierra prensa, si no es así devuelve a inicio, si lo es entonces habilita la función modo manual1, la cuál activa 2PL, 21CR, 14Sol y desactivan 4LS y 2LS.

A simple vista, se observa la activación de las mismas señales del proceso semiautomático, lo único que no se activa es el timer0, el cuál no es necesario para este proceso. Por último, el sistema pregunta por la activación del LS3, si se activa entonces se detiene el proceso de cerrado de prensa por llegar la limite, si no se continua el proceso de cerrado de prensa, si y solo si se mantiene presionado los botones de cerrado. En caso contrario, para abrir la prensa el sistema pregunta si se encuentra en stand by 1, si lo esta entonces no se ejecuta nada, debido a que este modo indica que la prensa esta totalmente abierta, si no lo está entonces pregunta si se presiono los botones, si se ejecuto está acción, entonces se pregunta si esta en stand by 2 o LS3 esta en OFF, si estas dos condiciones se cumplen entonces se habilita el modo manual 2, el cuál es similar al ciclo de Timer 2 del semiautomático, donde la diferencia es que no se activa la temporización.

Seguidamente, se presenta en la figura 6.2.7 el proceso manual que ejecuta la maquina para subir y bajar el Transfer.



**Figura 6.2.7** Diagrama del proceso manual de bajar y subir el Transfer.

Para calibrar la velocidad del Transfer en modo manual, se necesita saber si las condiciones iniciales para el modo manual se cumplen, al igual que en el diagrama anterior, se nombra al stand by1 como la condición sinecuanón para el modo inicial de los procesos manuales. Entonces se pregunta por la activación de la señal que indica que el Transfer baje, si esto se cumple entonces se habilita el modo manual 3, que viene siendo el mismo cúmulo de señales que se encienden y apagan para el ciclo del timer1 del modo semiautomático, pero exceptuando la activación del temporizador.

Ahora, por el otro lado el sistema pregunta primero si esta activa la señal de LS1, si no lo esta entonces pregunta por la señal de Transfer up, si esta se enciende, entonces se habilita el modo manual 4, el cuál posee las mismas señales que el semiciclo del timer 4 pero sin la temporización.

A diferencia del proceso semiautomático, en modo manual se puede manipular tanto el Transfer como el clamp sin necesidad de estar en sus posiciones iniciales o cumpliendo un ciclo, aquí se permite la posibilidad de utilizar los dispositivos como mejor convenga con el fin de efectuar una calibración del sistema, para que opere en modo semiautomático con pocas condiciones para su operación. Además, es interesante rescatar que, en modo manual, es de suma importancia el uso de velocidades bajas para darle un mantenimiento adecuado al equipo, así que se habilita el selector de Set Up, para operar los sistemas periféricos a una velocidad baja.

Terminada la programación, se procedió luego a realizar las pruebas para verificar, que el sistema cumpliera con los requerimientos necesarios para un funcionamiento óptimo. Entonces se simularon las entradas con botones similares a los que existen en las maquinas, además se utilizaron switches de dos pasos para simular los contactos de carrera y los restantes sistemas como los indicadores y los timers, se implementaron en el PLC y se observaron directamente en el programa y a la salida de los módulos de I/O del controlador.

Montado el sistema, lo único que se debía comprobar era que el controlador activara las señales necesarias, durante el tiempo establecido, para operar el movimiento y velocidad del Transfer y el Clamp. Entonces con base en los diagramas de flujo, así como con la revisión de los planos tanto hidráulicos como eléctricos, se procedió a la revisión del sistema pero manejándolo como si fuese un operario.

Entonces se inicio con el Ejector Retract, que es parte de las condiciones iniciales del diagrama de flujo1, y su función es la de resetear el sistema por completo, así como de preparar al sistema para iniciar el proceso. Si esto no se realiza el ciclo no inicia. El sistema lo ejecuta correctamente.

Como prueba siguiente, se inicio con el ascenso de la prensa, como se observa en la tabla 3, con la activación de los botones de prensa sube, se activan y desactivan varias señales que concuerdan con el diagrama, y se generan señales de salida que son enviadas a los solenoides y al sistema de control con el fin de mover la prensa hacia arriba a distintas velocidades. Aquí lo importante es enclavar el sistema manualmente, ya que el usuario por su seguridad necesita utilizar sus dos manos para darle movimiento a la prensa con el fin de evitar accidentes, por eso la necesidad de presionar los botones durante todo el mini ciclo. El sistema lo realiza adecuadamente.

Seguidamente se continuo con la prueba tres, el ciclo de maquina, como se observa en la tabla tres, este ciclo inicia cuando el Transfer baja a distintas velocidades y presiones, se comprobó que las señales cumplieran con lo que el sistema ejecuta actualmente y lo cumplió. Entonces se revisaron las señales de puerta cerrada para protección del usuario y se comprobó que durante el proceso si se abre la puerta por medio de la activación de esa señal, se detiene el sistema por completo; se verifico el funcionamiento de los botones de Transfer baja, que se presionan una vez para iniciar el ciclo y se auto-enclavan, a diferencia de los botones para subir la prensa que se enclavan manualmente.

Cuando el ciclo termina los timers 5, 3 y 1, ósea el Transfer se detiene, se inicia el descenso de la prensa, para esto se activa una señal que va directamente al solenoide de prensa baja, entonces se verifica que todas las demás que regulan la velocidad del Clamp se activen y desactiven durante un tiempo lógico. Realizada está prueba y comprobado el funcionamiento de este ciclo se realizo la ultima comprobación con la del sistema de curaje. Este procedimiento posee la particularidad de no utilizar switches para dar inicio al proceso, y muchos menos para cambiar de timers, entonces se utilizaron señales internas que sirven para controlar la activación y desactivación de las señales que se habilitan durante el ciclo de curaje. El sistema lo ejecuta de forma correcta.

Por último, se probaron condiciones extremas, por ejemplo del corte del fluido eléctrico, la activación de señales que indican la falta de aceite, alta temperatura, abrir la puerta trasera, y la activación de las alarmas y todas detienen automáticamente la máquina, comprobando simuladamente el buen funcionamiento del controlador.

## **CAPÍTULO 7**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

---

#### **7.1 Conclusiones**

- Existe la necesidad de implementar el controlador para las mold press marca La Rose.
- Todas las maquinas de igual modelo tienen pequeñas variaciones.
- Las maquinas de distinta marca utilizan un sistema de control diferente, aunque su ciclo sea similar.
- Existe la confiabilidad para realizar un control genérico, pero las grandes diferencias dificultan el trabajo, gracias a las variaciones realizadas en las maquinas.
- El PLC marca OMRON CQM1H-CPU21 tiene la velocidad deseada, además que es expandible hasta 8 módulos de I/O
- El ciclo de trabajos total se conforman de pequeños mini ciclos y se temporizaron para llevar un control estricto de la secuencia del proceso.
- Una depuración adecuada del proceso, se debe realizar antes, durante y después de la programación principal.
- Un modo de trabajo manual a baja velocidad permite calibrar la velocidad de los sistemas periféricos.

- Con el ciclo semiautomático con follow ON se ejecutaron secuencias más rápidas sin un semiciclo de curaje.
- El sistema de alarmas permite la detección temprana de fallos en el proceso.

## **7.2 Recomendaciones**

Los timers que utilizan son de aguja y analógicos, y su programación se debe realizar a cálculo, lo que resulta poco preciso y exacto, estos se pueden cambiar por timers digitales que tienen reguladores con mayor precisión o utilizar los que brinda el PLC pero adaptándoles un despliegue externo al controlador.

Cambiar los controladores de temperatura, por unos que ofrezcan mejor sensibilidad y que tenga interfaz con la PC, para poder graficar la distribución de la temperatura a lo largo del molde y así disminuir mayoritariamente los posibles problemas de manufactura de dispositivos en función de la temperatura.

Cambiar los switches de carrera y de puerta por sistemas más modernos como fibras ópticas o sensores magnéticos. Esto beneficiaría en parte, ya que los sistemas mecánicos que utiliza actualmente están propensos a fallos y este tipo de maquinaria expulsa mucho residuo.

Utilizar un sistema de control remoto, en el cuál el operario tenga el manejo del equipo a una distancia prudencial, para esto se podría implementar un sistema TOUCH SCREEN, el cuál es altamente versátil y permite un interfaz más amigable con el usuario.

Variar gran parte de los dispositivos que utilizan alimentación 110v como se sugirió en el punto anterior, por sistemas que utilicen 24v, y comprar una fuente CQM1-PD026 que suple esa tensión necesaria y a los mecanismos que necesiten forzosamente de un 110v, se vería la posibilidad de utilizar módulos I/O CQM1-IA121 que permiten el manejo de esa tensión.

Implementar sensores inductivos de proximidad, el E2EV de OMRON, que son capaces de detectar piezas de trabajo de varios metales a una misma

distancia y que además son prácticamente libres de mantenimiento por que trabaja por medio de campos inductivos de altísima precisión.

Utilizar un sistema remoto de control, que utiliza 24 voltios y sea compatible con la fuente de alimentación, con esto se cambiaría los botones que actualmente utilizan 110v por un sistema de control tipo Touch Screen que aparte de modernizar el equipo, sirve como medida de protección al usuario por estar a una distancia prudencial de la prensa. Por supuesto, si se utilizan timers externos, es imperativo el hecho de adquirirlos con una tensión de 24v de consumo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- OMROM. **Sysmac CQM1H series Programmable Controllers, Programming Manual**. Japón Mayo 2000.
- OMROM. **Sysmac CQM1H series Programmable Controllers, Operation Manual**. Japón Mayo 2000.
- Claudio Mataix. **Mecánica de fluidos y Máquinas Hidráulicas. Editorial Harpper & Row**. España 1970.
- W:T: La Rose& Associates. **Semi Automatic Up Acting Toggle Top Transfer Encapsulaption Press Mold 175 Ton**. USA 1984.
- Fuji Electronic Industrial Co. Ltda. **High Frecuency Preheater Model FDP-523M**. Japón.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Tabla A.1 Partes que componen el controlador de la maquina 1 Fujiwa

| Componente                 | Marca                     | Cantidad | Características  |
|----------------------------|---------------------------|----------|--|
| Controlador de temperatura | OGDEN                     | 4        | Sistema analógico control Temperatura                  |
| Timer Cure                 | OMRON                     | 1        | Sistema mecánico temporizador                          |
| Counter                    |                           | 1        | Sistema mecánico contador                              |
| Relays                     | OMRON                     | 47       | Lógica de control del sistema ½ HP, 10A, 110V          |
| Timers                     | OMRON                     | 11       | Son los temporizadores de los mini ciclos.             |
| Switch de Clamp            | -                         | 1        | Indica fin de carrera del clamp                        |
| Barrera de Protección      | Banner<br>Micro<br>Screen | 1        | Sistema de protección de usuario en la zona de trabajo |
| Clamp Pressure Gage        | NKS                       | 1        | Sistema análogo de aguja para presión 0-5000PSI        |
| Transfer Pressure Gage     | NKS                       | 1        | Sistema análogo de aguja para presión 0-300PSI         |
| Transfer Speed Control     | Vickers                   | 1        | Regulador de velocidad del TX                          |
| MicroSwitchs de carrera    | -                         | 4        | Indican la posición del TX                             |

**Anexo 2.** Tabla A.2 Partes que componen el controlador de la maquina 2. Fujiwa

| Componente                 | Marca       | Cantidad | Características  |
|----------------------------|-------------|----------|--|
| Controlador de temperatura | REXZ-2000-2 | 4        | Sistema analógico control Temperatura                  |
| Timer Cure Cleanning       | OMRON       | 2        | Sistema mecánico temporizador                          |
| Counter                    |             | 1        | Sistema mecánico contador                              |
| Relays                     | OMRON       | 46       | Lógica de control del sistema ½ HP, 10A, 110V          |
| Timers                     | OMRON       | 9        | Son los temporizadores de los mini ciclos.             |
| Switch de Clamp            | -           | 1        | Indica fin de carrera del clamp                        |
| Barrera de Protección      | SUNX        | 1        | Sistema de protección de usuario en la zona de trabajo |
| Clamp Pressure Gage        | NKS         | 1        | Sistema análogo de aguja para presión 0-5000PSI        |
| Transfer Pressure Gage     | NKS         | 1        | Sistema análogo de aguja para presión 0-300PSI         |
| Transfer Speed Control     | Vickers     | 1        | Regulador de velocidad del TX                          |
| MicroSwitchs de carrera    | -           | 4        | Indican la posición del TX                             |
| Counter                    | OMRON       | 1        | Digital de horas                                       |

**Anexo 3.** Tabla A.3 Partes que componen el controlador de la maquina 3 LaRose

| Componente                      | Marca              | Cantidad | Características  |
|---------------------------------|--------------------|----------|--|
| Controlador de temperatura      | WEST               | 4        | Sistema analógico control Temperatura                  |
| Timer Aproaching Cycle          | Eagle Signal       | 3        | Sistema mecánico temporizador                          |
| Relays                          | Potter & Brumfield | 11       | Lógica de control del sistema ½ HP, 10A, 110V          |
| Toggle Relays                   | Omnetics           | 3        | Lógica de control del sistema ½ HP, 10A, 110V          |
| Relays                          | Allen Bradley      | 18       | Lógica de control del sistema ½ HP, 10A, 110V          |
| Switch de Clamp                 | -                  | 1        | Indica fin de carrera del clamp                        |
| Switch de ventana para el TX    | -                  | 1        | Sistema de protección de usuario en la zona de Trabajo |
| Micro 190                       | Eagle Signal       | 1        | Controlador de señales                                 |
| Medidor de Presión del Transfer | Starret            | 1        | Sistema análogo de aguja para presión                  |
| Switch De Puerta                | -                  | 1        | Sistema de protección de usuario en la zona de trabajo |

**Anexo 4.** Tabla A.4 Partes que componen el controlador de la maquina 4 LaRose

| Componente                      | Marca              | Cantidad | Características  |
|---------------------------------|--------------------|----------|--|
| Controlador de temperatura      | WEST               | 4        | Sistema analógico control Temperatura                  |
| Timer Aproaching Cycle          | Eagle Signal       | 3        | Sistema mecánico temporizador                          |
| Relays                          | Potter & Brumfield | 18       | Lógica de control del sistema ½ HP, 10A, 110V          |
| Toggle Relays                   | Omnetics           | 3        | Lógica de control del sistema ½ HP, 10A, 110V          |
| Relays                          | Allen Bradley      | 10       | Lógica de control del sistema ½ HP, 10A, 110V          |
| Switch de Clamp                 | -                  | 1        | Indica fin de carrera del clamp                        |
| Switch de ventana para el TX    | -                  | 1        | Sistema de protección de usuario en la zona de Trabajo |
| Micro 190                       | Eagle Signal       | 1        | Controlador de señales                                 |
| Medidor de Presión del Transfer | Starret            | 1        | Sistema análogo de aguja para presión                  |
| Switch De Puerta                | -                  | 1        | Sistema de protección de usuario en la zona de trabajo |

**Anexo 5.** Tabla A.5 Partes que componen el controlador de la maquina 5 LaRose

| Componente                      | Marca              | Cantidad | Características  |
|---------------------------------|--------------------|----------|--|
| Controlador de temperatura      | WEST               | 4        | Sistema analógico control Temperatura                  |
| Timer Aproaching Cycle          | Eagle Signal       | 3        | Sistema mecánico temporizador                          |
| Relays                          | Potter & Brumfield | 18       | Lógica de control del sistema ½ HP, 10A, 110V          |
| Toggle Relays                   | Omnetics           | 3        | Lógica de control del sistema ½ HP, 10A, 110V          |
| Relays                          | Allen Bradley      | 9        | Lógica de control del sistema ½ HP, 10A, 110V          |
| Switch de Clamp                 | -                  | 1        | Indica fin de carrera del clamp                        |
| Switch de ventana para el TX    | -                  | 1        | Sistema de protección de usuario en la zona de Trabajo |
| Micro 190                       | Eagle Signal       | 1        | Controlador de señales                                 |
| Medidor de Presión del Transfer | Starret            | 1        | Sistema análogo de aguja para presión                  |
| Switch De Puerta                | -                  | 1        | Sistema de protección de usuario en la zona de trabajo |

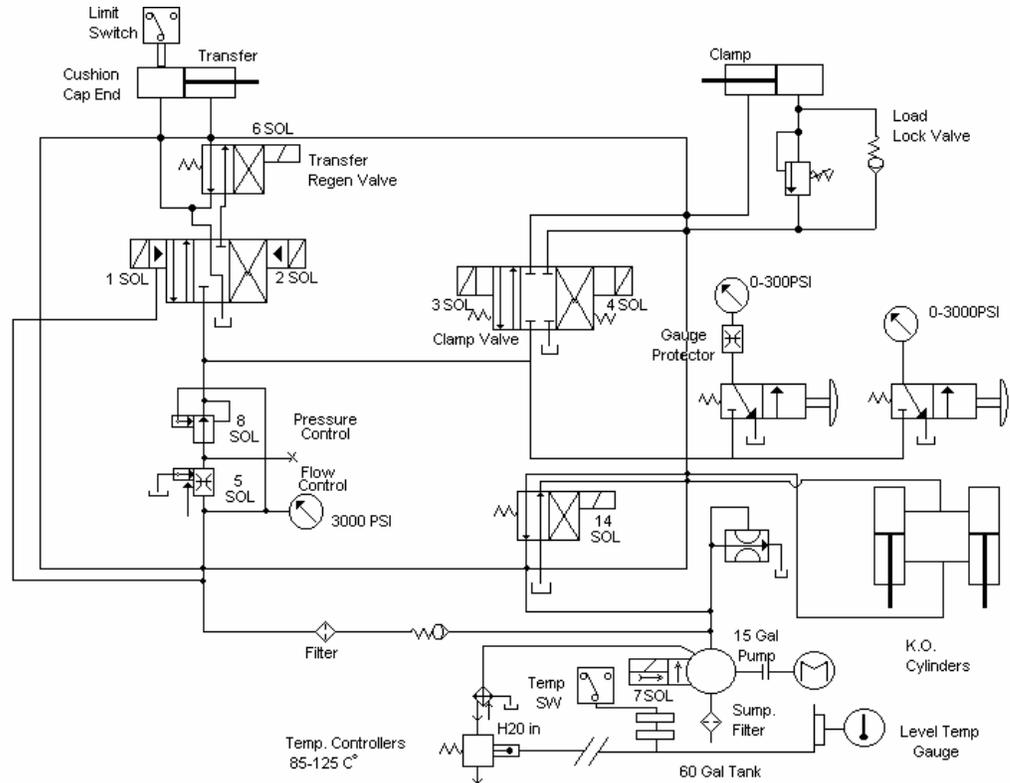
**Anexo 6.** Tabla A.6 Partes que componen el controlador de la maquina 6 LaRose

| Componente                      | Marca              | Cantidad | Características  |
|---------------------------------|--------------------|----------|--|
| Controlador de temperatura      | WEST               | 4        | Sistema analógico control Temperatura                  |
| Timer Aproaching Cycle          | Eagle Signal       | 3        | Sistema mecánico temporizador                          |
| Relays                          | Potter & Brumfield | 18       | Lógica de control del sistema ½ HP, 10A, 110V          |
| Toggle Relays                   | Omnetics           | 3        | Lógica de control del sistema ½ HP, 10A, 110V          |
| Relays                          | Allen Bradley      | 10       | Lógica de control del sistema ½ HP, 10A, 110V          |
| Switch de Clamp                 | -                  | 1        | Indica fin de carrera del clamp                        |
| Switch de ventana para el TX    | -                  | 1        | Sistema de protección de usuario en la zona de Trabajo |
| Micro 190                       | Eagle Signal       | 1        | Controlador de señales                                 |
| Medidor de Presión del Transfer | Starret            | 1        | Sistema análogo de aguja para presión                  |
| Switch De Puerta                | -                  | 1        | Sistema de protección de usuario en la zona de trabajo |

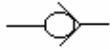
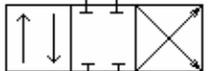
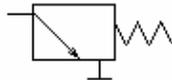
**Anexo 7.** Tabla A.7 Partes que componen el controlador de la maquina 7 Fujiwa

| Componente                 | Marca       | Cantidad | Características                                 |
|----------------------------|-------------|----------|---|
| Controlador de temperatura | REXZ-2000-2 | 4        | Sistema analógico control Temperatura           |
| Timer Cure Cleanning       | OMRON       | 2        | Sistema mecánico temporizador                   |
| Counter                    |             | 1        | Sistema mecánico contador                       |
| Relays                     | OMRON       | 46       | Lógica de control del sistema ½ HP, 10A, 110V   |
| Timers                     | OMRON       | 9        | Son los temporizadores de los mini ciclos.      |
| Switch de Clamp            | -           | 1        | Indica fin de carrera del clamp                 |
| Barrera de Protección      | SUNX        | 1        | Sistema de protección de usuario en la zona de  |
| Clamp Pressure Gage        | NKS         | 1        | Sistema análogo de aguja para presión 0-5000PSI |
| Transfer Pressure Gage     | NKS         | 1        | Sistema análogo de aguja para presión 0-300PSI  |
| Transfer Speed Control     | Vickers     | 1        | Regulador de velocidad del TX                   |
| MicroSwitchs de carrera    | -           | 4        | Indican la posición del TX                      |
| Counter                    | OMRON       | 1        | Digital de horas                                |

Anexo 8 Figura A.1 Plano hidráulico de la Mold Press marca LaRose



**Anexo 9** Tabla A.8 Algunos símbolos de la J.I.C. empleados en el plano de circuitos hidráulicos.

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
|  | Válvula de Retención   |  | Cilindro de simple efecto                          |
|  | Válvula direccional de dos posiciones y cuatro salidas                       |  | Cilindro de doble efecto con vástago en un extremo |
|  | Válvula direccional de tres posiciones y cuatro salidas cerrada en el centro |  | Válvula de presión máxima                          |
|  | Método para indicar el flujo en el interior de la válvula                    |  | Resorte  |

Anexo 10 Figura A.2 Distribución de los contactos de carrera en la Mold Press marca La Rose.

