



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

“ESTUDIO Y DISEÑO DE LA SUSTITUCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA MÁQUINA INYECTORA POR UN PLC EN LA EMPRESA PLASTICAUCHO INDUSTRIAL S.A.”

AUTOR: SANTIAGO RAFAEL URQUIZO VACA

DIRECTOR: ING. EDWIN MORALES

ASESOR: ING. JORGE LOZADA

TESIS DE GRADO, PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA

AMBATO – ECUADOR

FEBRERO 2005

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema.

En Ecuador y de manera especial en Ambato, a nivel de industrias de calzado, la mayoría de la maquinaria con la que cuentan no están actualizadas con los avances tecnológicos, es decir, las empresas siguen sus procedimientos habituales y se han acostumbrado simplemente a producir, sin pensar en que es necesario la innovación lo que permitiría aumentar la producción y bajar los costos.

En los sistemas actuales, a nivel general de Industrias, no ha habido cambios ya que desde hace muchos años se ha seguido manteniendo el mismo sistema de control, debido a que tanto el gobierno como las mismas empresas, no se han integrado para impulsar la automatización de los procesos e implementación de nuevas tecnologías.

Hoy en día, el avance de la tecnología industrial tiene gran influencia en diferentes ámbitos y las empresas buscan estar acorde con las innovaciones, siendo una de estas el PLC, considerado como una herramienta fundamental en industrias textiles, gaseosas, alimenticias, de ensamblaje de vehículos, etc. y de manera especial en el calzado de la empresa Plasticaucho Industrial S.A.

Los sistemas de control industriales ya no son solo a través de equipos de control (contactores, relés, temporizadores, etc), sino que también es posible hacerlo por medio de aparatos de automatización como el PLC, con esto surge la necesidad de investigar y diseñar un nuevo sistema de control a través de la simulación para ayudar tanto a profesionales como al público inmerso en la Industria a conocerlo para obtener su mejor rendimiento.

El sistema de control actual representa pérdidas económicas y tiempos de producción más extensos, lo cual incide en la calidad y aumenta el riesgo de que ocurran accidentes de trabajo durante su ejecución.

En Plasticaucho Industrial, se cuenta con el equipo necesario para la protección del operador, sin embargo ésta depende de la responsabilidad que cada uno brinde a si mismo.

Los procesos de inyección ya sea para caucho, plástico o lona utilizan con mucha frecuencia el PLC, el cual es indispensable en todas las secuencias que intervienen en la producción de calzado, por lo que se hace necesario diseñar un “control por medio del PLC al proceso de inyección de calzado”, el PLC a través de la simulación, permite automatizar el manejo de la maquinaria correspondiente, al mismo tiempo que brinda mayor confiabilidad y seguridad al equipo, lo que permite optimizar los recursos humanos, financieros y materiales.

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo General.

- Realizar el Estudio y el Diseño de un nuevo sistema de control automatizado con un PLC en una máquina Inyectora Ottogalli de la Empresa Plasticaucho Industrial S.A.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- ❑ Determinar el funcionamiento de la máquina Inyectora Ottogalli.
- ❑ Diseñar los diagramas eléctricos, electrónicos y esquemáticos, con el nuevo sistema de control.
- ❑ Diseñar el programa de automatización con el PLC SIMATIC S7-200.
- ❑ Realizar pruebas de simulación a través del software LabVIEW y el PLC OMRON.

1.3. Justificación.

A través del tiempo ubicamos al hombre queriendo encontrar lo que está más allá de su futuro. Esto nos atrae y nos intriga, para conociéndolo poder cambiarlo y construir una sociedad del mañana, ya que debemos estar preparados a los cambios de tecnologías futuras.

Con la elaboración de este proyecto de investigación, se busca diseñar cambios en la tecnología existente en la máquina Inyectora Ottogalli de la empresa Plasticaucho Industrial S.A. de tal manera que esté acorde a las operaciones de un sistema de control moderno, y el trabajo manual de paso al control automático.

Con el apoyo y experiencia del personal del área de mantenimiento que trabaja en Plasticaucho, se llegó a establecer que en la sección Lona se encuentran máquinas Inyectoras automatizadas con sistemas eléctricos antiguos, por lo que la empresa busca sustituirlas utilizando el PLC.

Debido a la creciente utilización de los PLC's y la facilidad de manejarlos a nivel del operador, en nuestro medio hay poca información de cómo se efectúa dicha automatización, razón por la cual es imprescindible estudiar tanto el funcionamiento como la aplicación de sistemas de control automatizados para ofrecer una panorámica de sus ventajas.

Esto servirá como un verdadero aporte y base para la orientación y formulación de investigaciones similares las mismas que en el momento que se requiera podrán ser aplicadas por todas aquellas personas interesadas y puedan contar con una guía práctica sobre la automatización de sistemas de operación.

Mediante el desarrollo del proyecto se logrará incentivar al personal en general a ser reflexivos, participativos y críticos mediante la capacitación con temas específicos de gran importancia que tienen que ver con el desarrollo de la Industria.

1.4. Información de la Empresa

1.4.1. Reseña Histórica.

Las actividades de PLASTICAUCHO INDUSTRIAL inician en 1931, fecha en la cual su Fundador: Don José Filomentor Cuesta Tapia, orienta a crecer a la Compañía para las próximas décadas con los productos bajo la marca VENUS, manteniendo su obra en constante crecimiento y evolución.

Al principio, su producción se dirige a la fabricación de tacos y plantas de caucho, en su local ubicado en la calle Cevallos y Mera.

En 1940 se une a una nueva línea de producción: reencauche de llantas y fabricación de tubos para neumáticos. Debido a esta incorporación de nuevos productos de caucho así como a su constante crecimiento, fue necesario traer maquinaria de Estados Unidos, lo que implicó reubicar la Planta en las calles Lalama y Bolívar.

En 1942 inaugura su propio local ubicado en la Av. Cevallos y Abdón Calderón, con una superficie aproximada de 10000m²; pero el 1^{ro} de diciembre de 1967, los herederos de Don José Filomentor Cuesta T., sus tres hijos: Enrique, José y

Patricio abren la nueva Planta como fabricante exclusivo de la marca VENUS y desde esa fecha toma el nombre de PLASTICAUCHO INDUSTRIAL.

En 1972, la Planta se traslada al kilómetro 2 ½ de la ciudad de Ambato en el sector de Catiglata, donde inicia una nueva etapa de crecimiento. Actualmente ocupa una superficie de 2219216 m², y es considerada una de las empresas más grandes del País. Exporta sus productos a Perú y Colombia.

Actualmente Plasticaucho Industrial se dedica a la fabricación de calzado en general. Produce calzado de lona con suela inyectada de PVC; calzado de cuero con suela de caucho, calzado de plástico y una gran variedad de productos de caucho. Adicionalmente fabrica, para su propio consumo, los compuestos de caucho y PVC, cordones para calzado y otros elementos necesarios para su actividad.

1.4.2. Plasticaucho en el Parque Industrial.

Las nuevas instalaciones de Plasticaucho Industrial S.A., se encuentran ubicadas en la IV Etapa del Parque Industrial de la ciudad de Ambato, donde inicia una nueva era de crecimiento. Actualmente ocupa una superficie de 8518120 m².

Primero empezó atendiendo el Centro de Distribución de producto terminado, luego la bodega de Materia Prima, a continuación la Oficina Comercial 3 que hoy lleva el nombre de Bodega de Pares y finalmente el Centro de Mezclas de PVC en su fase inicial.

Se encuentra terminada la nave que abarcará a la sección Plástico y su traslado será en el presente año. Los terrenos que a futuro serán construcciones actualmente son áreas verdes y el traslado de las siguientes secciones será progresivamente. Se encuentra operativo el Patio de Maniobras que sirve para embarque y desembarque de productos.

Plasticaucho en el Parque Industrial dispone de todos los servicios e instalaciones de última tecnología, el sistema de comunicación se realiza mediante vía radio, red, fibra óptica, teléfonos, además cuentan con un sistema de protección y alarmas contra incendios.

El abastecimiento de fluido eléctrico está garantizado y el abastecimiento de agua a más de la potable, también se alimenta por la del canal de riego.

1.4.3. Estructura Organizacional.

Ver Anexo 1. *Estructura Organizacional*

1.4.4. Cultura Organizacional

1.4.4.1. Misión

Hacemos camino al andar sustentados en nuestros conocimientos, experiencias, tecnología, innovación y talento humano, para satisfacer a nuestros clientes y apoyar al desarrollo comunitario.

1.4.4.2. Visión

Grupo empresarial exitoso y competitivo, que produce y comercializa principalmente calzado para el mercado latinoamericano, cultivando la fidelidad de sus clientes y actuando responsablemente con la sociedad.

1.4.4.3. Principios y Valores

Plasticaucho Industrial S.A. basa su desarrollo en los siguientes principios y valores:

- Respetar la tradición de la organización, mantener el prestigio y reconocimiento de la marca Venus en el mercado y velar por el

cumplimiento de los ideales de sus fundadores: honestidad, justicia, ética, solidaridad, lealtad y honorabilidad.

- Valorar a todos los colaboradores de la empresa y fomentar su desarrollo y crecimiento, creando las condiciones necesarias para conseguir su fidelidad, lealtad, entrega y compromiso, considerando su opinión y vinculando a sus familias en el cumplimiento de sus deberes.
- Manejar prudentemente los negocios de la compañía, utilizando herramientas de gestión adecuadas y precautelando el patrimonio de la organización.
- Utilizar el diálogo como medio para el entendimiento y solución de los problemas en general.
- Hacer de la innovación una característica fundamental de todas las tareas, fomentando el manejo eficiente de los recursos y la evolución continua de los procesos.
- Hacer que el cliente sea la razón de ser de la empresa, enfocando las acciones hacia la generación permanente de valor.

1.4.4.4. Objetivos de Calidad.

- Mejorar la Satisfacción del Cliente Interno y Externo.
- Mejorar la Eficacia en Mercadeo, Diseño, Producción y Ventas
- Mejorar la Eficacia de Producción y Comercialización.

- Asegurar la Mejora Continua en la Calidad.
- Mejorar la Eficiencia de los Procesos.

1.4.4.5. Política de calidad

Estamos comprometidos con la satisfacción de nuestros clientes internos y externos, trabajando con eficacia en el diseño, producción y comercialización de calzado y productos de caucho, asegurando la mejora continua de la calidad y la eficiencia en los procesos.

CAPITULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. Controlador Lógico Programable (PLC)

2.1.1. Historia

El PLC aparece en los años 60 debido a la necesidad de reemplazar sistemas complejos y grandes por uno sencillo y de pequeñas dimensiones, aparece así el modelo MODICON 084 que fue considerado el primer PLC en el mundo.

En el año de 1970 aparece el modelo AMD 2901, luego con la aparición del microcontrolador el tamaño de los siguientes PLC's se redujo considerablemente.

En el año de 1973 aparecen los primeros PLC's con posibilidad de comunicación con otros de su misma clase, la diferencia entre cada modelo hacia imposible conectar o comunicar PLC's de diferentes marcas.

En la década de los años 80, se tenía ya una alta velocidad de respuesta, fue posible la programación del PLC de una manera mucho más sencilla, con la aparición del computador y de pequeños teclados de programación, los cuales eran de fácil conexión y desconexión.

En los años 90 se estandarizó el protocolo de comunicación y los lenguajes de programación lo que han permitido la interconexión de varios PLC's sin importar su marca o modelo.

2.1.2. Generalidades.

Los PLC's son económicos y compactos, se utilizan a nivel mundial en casi todos los sectores y para las tareas más diversas, su empleo para la tarea de

automatización se ha generalizado a nivel industrial principalmente por su gran versatilidad y sencillez en cuanto a conexiones.

Esta familia de aparatos se distingue de otros controladores automáticos en que puede ser programado para controlar cualquier tipo de máquina, a diferencia de otros que solamente pueden controlar un tipo específico de aparato.

La potencia de un PLC está directamente relacionada con la velocidad de ejecución del programa y las variables tratadas. Este cambio sobre las variables se realiza antes, durante y al final del programa. Antes del programa se realiza la lectura de las señales de entrada (pulsadores, sensores, interruptores, etc.), durante la ejecución del programa se realiza la lectura y/o escritura de las variables internas y al final se realiza la escritura de las señales de salida (motores, contactores, electroválvulas, etc.).

2.1.3. Definición.

Un Autómata Programable Industrial (API) o Programmable Logic Controller (PLC), es un equipo electrónico programable que permite almacenar una secuencia de instrucciones en su memoria para controlarlas en tiempo real y

ejecutarlas de forma cíclica para implementar funciones específicas por medio de entradas y salidas digitales o analógicas.

2.1.4. Tamaño.

Según el número de entradas y salidas, y de la memoria de usuario, los PLC's se clasifican en:

Gama	Nº de E/S	Memoria de usuario
Alta	Más de 512	Más de 100k
Media	De 128 a 512	Hasta 16k
Baja	Hasta 128	Hasta 2k

Tabla 1 – *Tamaño de los PLC's*

La selección de un PLC dependerá en mucho de cuantas son las entradas y cuantas son las salidas que se necesiten.

2.1.5. Campos de aplicación.

Los PLC's por sus características especiales de diseño tienen un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía

constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el desarrollo del proceso.

Su aplicación se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc., por tanto abarca procesos de fabricación industriales de cualquier tipo, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extrema facilidad de montaje, la capacidad de almacenar y modificar los programas para su posterior y rápida utilización, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- ❑ Espacio reducido
- ❑ Procesos secuenciales
- ❑ Maquinaria de procesos variables
- ❑ Instalaciones de procesos amplios y complejos
- ❑ Procesos de producción periódicamente cambiantes
- ❑ Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso, etc.

2.1.6. Tendencias.

Las máquinas modernas controladas por PLC's tienen pocos botones de mando, debido a que han sido sustituidos en gran medida por paneles con pantalla de avisos, los cuales permiten una mejor visualización y automatizar así el sistema.

Se busca emplear en mayor medida la memoria de tipo EPROM y EEPROM en lugar de la memoria tipo RAM, incrementando el uso de autodiagnóstico y autoverificación.

Los sistemas donde los PLC's son supervisados por sistemas más complejos están actualmente en uso en las grandes compañías acereras, de alimentos y de automóviles, con la caída en los costos reales, se puede anticipar su uso en las fábricas y empresas más pequeñas del mundo en un futuro próximo.

2.1.7. Ventajas y Desventajas.

Debido a la gran variedad de modelos existentes en el mercado, no todos los PLC's ofrecen las mismas ventajas, esto se debe principalmente, a las innovaciones técnicas que surgen constantemente.

2.1.7.1. Ventajas.

- ❑ Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos.
- ❑ La capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- ❑ La lista de materiales queda sensiblemente reducida.
- ❑ De fácil manejo gracias a un montaje simple y sencillo en cuanto a conexiones.
- ❑ Existe la posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- ❑ Menor costo de mano de obra en la instalación.
- ❑ Mayor fiabilidad, los mismos PLC's pueden indicar y detectar averías.
- ❑ Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo PLC.
- ❑ Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso.
- ❑ Mayor y mejor desempeño.
- ❑ Consumen poca potencia.
- ❑ Requieren poco mantenimiento ya que no utilizan partes móviles.
- ❑ Su tamaño físico es mucho menor que los antiguos sistemas convencionales.

2.1.7.2. Desventajas.

- Se requiere de un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido.
- El costo inicial puede ser alto y por ende un inconveniente.
- La falla del PLC puede detener por completo los procesos que controla, mientras que una falla en un sistema convencional solo lo interrumpe parcialmente.

Como podemos observar las desventajas son muy pocas comparadas con las ventajas de usar un PLC, sin embargo se debe tomar en cuenta que la tecnología avanza constantemente y es de esperar que en el futuro la utilización de estos elementos crezca notablemente, la programación sea mas sencilla, y por ende los costos iniciales bajen.

2.2. Funcionamiento del PLC.

El funcionamiento del PLC es cíclico y secuencial, es decir, las operaciones tienen lugar una tras otra, y se van repitiendo continuamente mientras el PLC esté alimentado bajo tensión.

2.2.1. Estructura de los PLC's.

El PLC esta compuesto de diferentes elementos como son el CPU, fuente de alimentación, memoria, entradas/salidas, etc. los que están colocados de diferente forma y modo según la estructura del PLC.

2.2.1.1. Estructura Externa.

Se refiere al aspecto físico exterior de un PLC y a los bloques o elementos en que está dividido.

Actualmente son tres las estructuras más significativas que existen en el mercado:

- ❑ Estructura compacta.
- ❑ Estructura semimodular.
- ❑ Estructura modular.

2.2.1.1.1. Estructura compacta

Este tipo de PLC's se distingue por presentar en un solo bloque todos sus elementos, como son, fuente de alimentación, CPU, memorias,

entradas/salidas, etc. Su potencia de proceso suele ser muy limitada dedicándose a controlar máquinas muy pequeñas. El montaje del PLC al armario que ha de contenerlo se realiza por cualquiera de los sistemas conocidos como son: carril DIN, placa perforada, etc.

2.2.1.1.2. Estructura semimodular (Estructura Americana)

Se caracteriza por separar las entradas/salidas del resto del PLC, de tal forma que en un bloque compacto están reunidas las CPU, memoria de programa y fuente de alimentación y separadamente las unidades de entradas/salidas.

2.2.1.1.3. Estructura modular (Estructura Europea)

Su característica principal es la de que existe un módulo para cada uno de los diferentes elementos que componen el PLC como son, fuente de alimentación, CPU, entradas/salidas, etc., permitiendo adaptarse a las necesidades del diseño. El funcionamiento del sistema es parcial frente a averías localizadas y permite una rápida reparación con la simple sustitución de los módulos averiados.

2.2.1.2. Estructura Interna.

Los PLC's se componen esencialmente de tres bloques que son:

- Sección de Entradas
- Unidad Central de Procesos (CPU)
- Sección de Salidas

a. Sección de Entradas.

La sección de entradas mediante una interfaz adapta y codifica de forma comprensible para la CPU, las señales procedentes de los dispositivos de entrada o captadores como son los pulsadores, selectores, sensores, etc. Su misión es la de proteger los circuitos internos del Autómata, proporcionando una separación eléctrica entre estos y los captadores. Las entradas pueden ser digitales y analógicas.

b. Unidad Central de Proceso o CPU.

El CPU es la parte inteligente del sistema, el "cerebro" del PLC. Interpreta las instrucciones del programa de usuario y consulta el estado de las entradas,

dependiendo de dichos estados y del programa, ordena la activación de las salidas deseadas.

c. Sección de Salidas.

La sección de salidas también mediante una interfaz trabaja de forma inversa a las entradas, es decir, decodifica las señales procedentes de la CPU y las amplifica y manda con ellas los dispositivos de salida como lámparas, relés, electroválvulas, etc. Las salidas pueden ser digitales y analógicas.

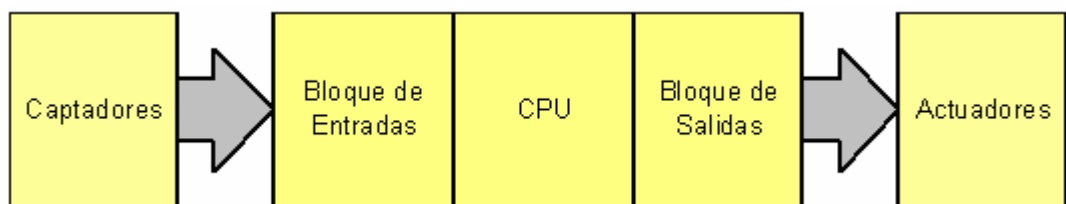


Fig.1 - PLC básico

Con las partes mencionadas anteriormente podemos decir que tenemos un PLC pero para que sea operativo es necesario de otros elementos tales como:

- ❑ Fuente de alimentación
- ❑ Interfaces
- ❑ Unidad de programación
- ❑ Dispositivos periféricos

d. Fuente de Alimentación.

La Fuente de Alimentación es la encargada de suministrar el voltaje a todos los módulos que se conecten al PLC, así como a la unidad de procesamiento. Su función es reducir y adaptar los voltajes de entrada, que son valores elevados y de corriente alterna, a voltajes de valores más bajos y de corriente directa., ésta puede ser externa en los PLC's modulares o interna en los PLC's compactos.

La alimentación a la CPU puede ser continua a 24 Vdc o alterna a 110/220 Vac y la alimentación a los módulos de entrada/salida puede realizarse en continua a 12/24 Vdc o en alterna a 110/220 Vac.

En el caso de una interrupción del suministro eléctrico se requiere de una fuente auxiliar para mantener la información en la memoria de tipo RAM, como es la hora y fecha, registros de contadores, etc. En los PLC's compactos un "supercapacitor" ya integrado en el sistema es suficiente, pero en los modulares, es preciso adicionar una batería externa. Con esto, aseguramos que los dispositivos electrónicos internos no sufran fallas por picos de sobrevoltaje y otros efectos contraproducentes existentes en la red de distribución.

e. Interfaces.

Las Interfaces son dispositivos electrónicos que permiten la comunicación de la CPU con los dispositivos periféricos llevando la información acerca del estado de las entradas y transmitiendo las órdenes de activación de las salidas.

Específicamente, las interfaces de entrada reciben diferentes tipos de señales provenientes de sensores externos, que oscilan entre 12 y 240 voltios AC ó DC, y entregan a la CPU una señal completamente compatible con la circuitería interna del PLC, la cual es de tipo TTL con voltajes entre 0 y 5 voltios. Por su parte, las interfaces de salida, reciben las órdenes de la CPU en forma de señales TTL y entregan a su salida diversos tipos y niveles de voltaje y corriente para ser llevados a los actuadores del sistema.

f. Unidad de programación.

Mediante la unidad o consola de programación el usuario accede al interior de la CPU para cargar en memoria el programa. Las instrucciones que se introducen en la consola no son directamente interpretables por el procesador, ésta función lo realiza el Compilador que es el elemento de unión entre el PLC y la unidad de programación.

g. Dispositivos Periféricos.

Son elementos auxiliares físicamente independientes del PLC, que se unen al mismo para realizar una función específica y que amplían su campo de aplicación o facilitan su uso, como tales no intervienen directamente ni en la elaboración ni en la ejecución del programa, los periféricos mas comunes son las impresoras, unidades de cinta o memorias, monitores, lectores de código de barras, teclado, display, etc.

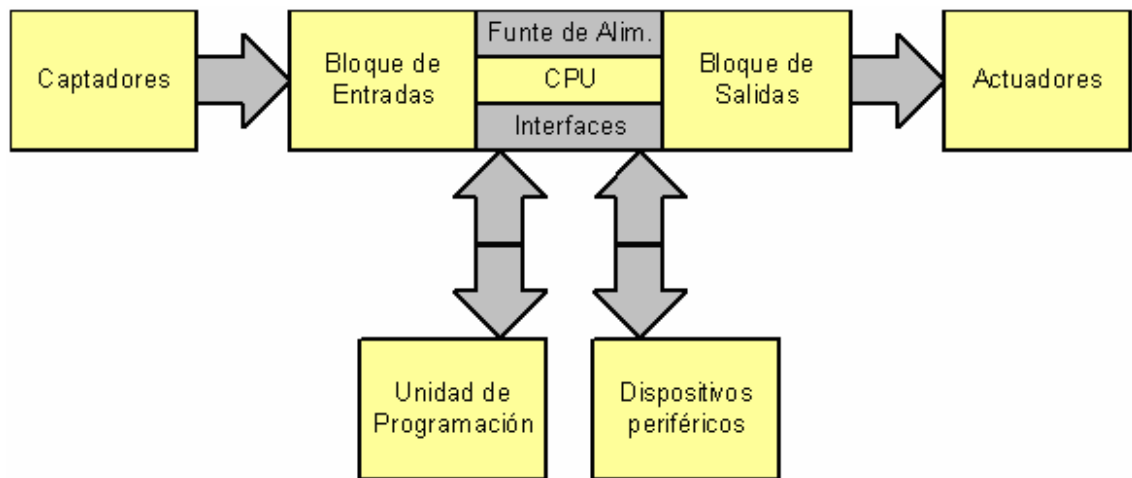


Fig.2 - PLC operativo

2.2.1.2.1. Memorias.

La memoria es el almacén donde el PLC guarda la información en forma de bits (ceros y unos).

Los chips de memoria suelen estar organizadas en octetos (bytes) y estos a su vez en palabras, cada palabra normalmente contiene 16 bits o 2 bytes. Cada palabra o registro define una instrucción o un grupo de estados de entradas/salidas, la cantidad de palabras que dispone una memoria se expresa en Kbytes, y cada kbyte constituye 1024 bytes.

Las memorias pueden usarse de diferentes maneras en los PLC's, así:

a. Memoria de usuario.

El programa de usuario normalmente se graba en memoria RAM ya que no sólo ha de ser leído y ejecutado por el microprocesador, sino que ha de poder ser modificado cuando el usuario lo desee, utilizando la unidad de programación. Debido a que la memoria RAM es de tipo volátil, la desconexión de la alimentación o un fallo de la misma borraría esta memoria es por eso que la información se protege con una memoria EEPROM, o bien llevan incorporada una batería tapón que impide su borrado.

b. Memoria de la tabla de datos.

Esta memoria es de tipo RAM y en ella se encuentra por un lado los estados de las entradas y salidas y por otro lado los datos numéricos y variables internas

como contadores, temporizadores, marcas, etc., aquí se almacenan los datos de cálculos realizados.

c. Memoria del Sistema.

Esta memoria junto al microprocesador componen la CPU y se encuentra dividida en dos áreas: la llamada memoria del sistema que usa memoria RAM, y la que corresponde al programa de sistema o firmware, que es un programa fijo grabado por el fabricante y la que por tanto debe estar en una memoria no volátil, puede ser ROM o EPROM.

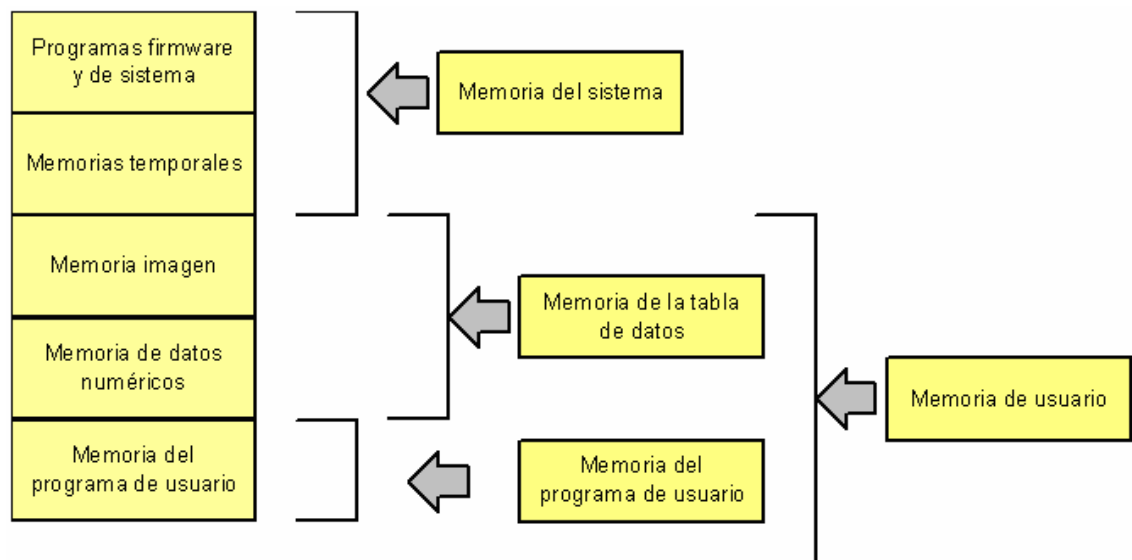


Fig.3 – Tipo de Memorias

2.2.1.2.2. Unidad Central de Proceso o CPU.

Esta es la parte principal de un PLC y es el dispositivo encargado de tomar las decisiones de acuerdo al estado lógico de las entradas, de las salidas y del programa que se esté ejecutando, es decir, **lee** las señales de entrada, las **procesa** y dependiendo de ello, **cambia** el estado de las salidas.

El CPU se especifica mediante el tiempo que requiere en procesar 1K de instrucciones, y por el número de operaciones diferentes que puede procesar. Normalmente el primer valor va desde menos de un milisegundo a unas decenas de milisegundos, y de 40 a más de 200 operaciones diferentes.

Las funciones que ejecuta la CPU son las siguientes:

- ❑ Supervisar y controlar el tiempo de ciclo, alimentación, tabla de datos.
- ❑ Realizar un autodiagnóstico en la conexión y durante la ejecución del programa.
- ❑ Iniciar el ciclo de exploración del programa.
- ❑ Comunicarse con los periféricos y con la unidad de programación
- ❑ Ejecutar el programa de usuario y activar el sistema de entradas y salidas.

Todos los PLC's deben tener algún medio de comunicación con dispositivos externos. Para ello deben utilizar uno o varios conectores llamados Puertos. Por medio de los puertos, el PLC recibe el programa que deberá ejecutar, toma órdenes desde otros dispositivos automáticos, envía el estado de las entradas y salidas, informa de posibles alarmas que puedan ocurrir en el proceso, etc. Los estándares más usados, son los puertos RS232C y el RS422/485, los cuales difieren principalmente en los niveles de voltaje utilizados.

2.2.1.2.3. Unidades de Entrada y Salida.

La función principal de estas unidades es la de adaptar señales de tensión e intensidad de trabajo de los captadores y actuadores a las de los circuitos electrónicos del PLC, por medio de optoacopladores, con el fin de proteger su circuitería interna contra sobre voltajes o transitorios que normalmente se introducen en los cables de las señales de campo.

Otras funciones que cumple son las de realizar un aislamiento eléctrico entre los circuitos de control y los de potencia y proporcionar un medio de identificación de los captadores y actuadores ante el procesador.

a. Entradas.

Las entradas son fácilmente identificables por su nomenclatura I, INPUT o ENTRADA, y por un led indicador de activación, se caracterizan físicamente por sus bornes para acoplar los dispositivos de entrada o captadores.

Según el tipo de señal las entradas pueden ser:

- **Entradas Digitales.** Los módulos de entrada digitales trabajan con señales de tensión, es decir cuando llegan 24 voltios se interpreta como un "1" y cuando llegan cero voltios se interpreta como un "0", por ejemplo los elementos acoplados a este tipo de entradas son los interruptores, pulsadores, sensores, etc.

- **Entradas Analógicas.** Los módulos de entrada analógicas permiten que los PLC's, trabajen con accionadores de mando analógico y lean señales de tipo analógico como temperatura, presión, velocidad, etc.

Por lo general estas entradas aceptan valores estandarizados en voltaje de 2 a 10 Vcc y en corriente de 4 a 20 mA.

Por el solo hecho de que el dispositivo central de proceso de un PLC es un microprocesador y su funcionamiento es enteramente digital, las señales de entrada analógicas deben ser transformadas antes en señales digitales. Los módulos de entradas analógicas convierten una señal analógica a un código binario mediante un conversor analógico digital (A/D), y el resultado se deposita en una variable interna del PLC.

En la conversión A/D, cada conversor posee una configuración exclusiva para recibir sus señales de entrada. Por lo general, el voltaje se disminuye mediante resistencias, o se amplifica mediante operacionales, con el objeto de llevar a punto el nivel del mismo de tal modo que sea compatible con el circuito conversor.

b. Salidas.

La identificación de las salidas se realiza de igual manera que las entradas, es decir por su nomenclatura O, OUTPUT o SALIDA, y por un led indicador de activación, se caracterizan físicamente por sus bornes para acoplar los dispositivos de salida o actuadores.

Según el tipo de señal las salidas pueden ser:

□ **Salidas Digitales.** Como el voltaje que manejan los actuadores en la mayoría de las veces es elevado, las salidas de este tipo poseen protecciones contra transitorios y sobrevoltajes, las cuales buscan proteger la circuitería electrónica interna del PLC. Para este fin, el elemento común a utilizar es el varistor, que es un dispositivo electrónico que amortigua los picos de voltaje que puedan producirse en la línea de alimentación de AC, claro está, si estos sobrevoltajes son momentáneos.

Como parámetro general, las salidas de este tipo no manejan grandes voltajes ni altas corrientes, por lo que solamente se pueden conectar dispositivos tales como bobinas de contactores de bajo voltaje, electroválvulas también de voltaje bajos, etc. Cuando se necesita manejar corrientes y voltajes superiores, lo que se hace es agregar un relevo electromecánico como interface de potencia donde su bobina es energizada por el PLC y sus contactos manejan directamente la carga de potencia.

Los módulos de salida digital permiten al PLC actuar sobre los accionadores que admitan órdenes de todo tipo, pueden ser:

- A relé (DC o AC)
- A triac (AC)
- A transistor (DC)

Las salidas a relés y triac's suelen utilizarse con actuadores de AC y la salida a Transistor se utiliza principalmente cuando los actuadores son a DC.

Las corrientes de salida están en el orden de 0.5 a 2A, siendo los transistores quienes más baja corriente proporcionan.

□ **Salidas Analógicas.** Los módulos de salida analógica permiten que el valor de una variable numérica interna del PLC se convierta en tensión o intensidad, a su vez, las respuestas digitales que suministra el microprocesador, deberán ser transformadas posteriormente en señales continuas para llevarlas al exterior, lo que realiza es una conversión digital - analógico (D/A), puesto que el PLC solo trabaja con señales digitales.

Esta tensión o intensidad puede servir de referencia de mando para actuadores que permitan mando analógico como pueden ser los variadores de velocidad, tiristores, reguladores de temperatura, etc. permitiendo al PLC realizar funciones de regulación y control de procesos continuos.

2.3. PLC SIMATIC S7-200

El S7-200 es un computador de aplicación industrial autónomo y compacto, comprende diversos sistemas de automatización que se pueden utilizar para

diversas labores, gracias a su diseño, su bajo costo, su capacidad de ampliación, y su amplio juego de operaciones, es apropiado para solucionar tareas de automatización sencillas.

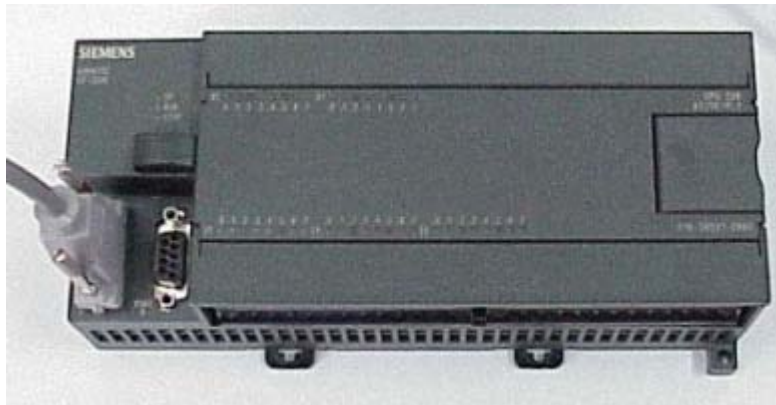


Fig.4 – PLC SIMATIC S7-200, CPU 226

2.3.1. Características.

- Las entradas examinan las señales de los dispositivos de campo, sensores e interruptores, mientras que las salidas supervisan las bombas, motores u otros aparatos del proceso.
- El puerto de comunicación utiliza una interfase RS-485 que permite conectar la CPU a una unidad de programación, en este caso a un computador en el que se realizará la programación para luego transmitirla a la CPU.

- Los diodos luminosos indican el modo de operación de la CPU (RUN o STOP), el estado de las entradas y salidas integradas y también los posibles fallos (SF) del sistema que se hayan detectado.

2.3.1.1. Características mecánicas.

- Caja de plástico rígida y compacta.
- Elementos de conexión y control de fácil acceso.
- Ensamblaje estándar horizontal o vertical.

2.3.1.2. Características técnicas.

- Estándares internacionales; el Simatic S7-200 presenta los requerimientos en seguridad y la calidad en el sistema de fabricación empleado está certificado por el ISO 9001.
- Integridad en los datos; el programa de usuario y los más importantes parámetros de configuración están almacenados en la EEPROM interna.
- Fuente de alimentación integrada 24Vdc, destinada para la conexión directa de sensores y actuadores.
- Contadores de alta velocidad.
- Fácil expansión.
- Potenciómetros analógicos.

2.3.2. Principales componentes de un PLC S7-200

- Un PLC S7-200 puede presentarse en unidad o en modular y es un equipo compacto el cual incorpora un CPU, una fuente de alimentación y módulos de entradas y salidas digitales.
- El CPU es el que ejecuta el programa y almacena los datos para la automatización.
- Pueden o no disponer de reloj en tiempo real.

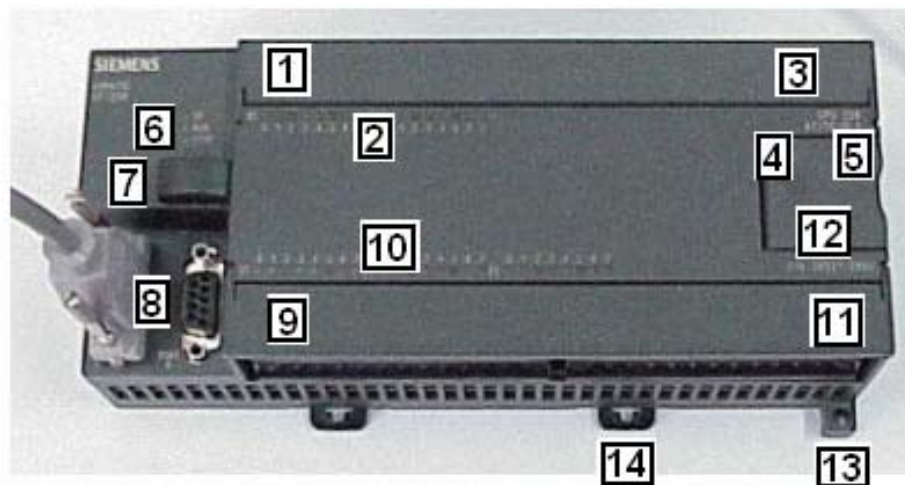


Fig. 5 – Componentes del PLC

1. Salidas digitales integradas
2. LED's de estado de las salidas digitales
3. Terminales de alimentación
4. Conmutador STOP/RUN

5. Conector para el cable de ampliación
6. LED's de estado de la CPU
7. Ranura para el cartucho de memoria
8. Puerto de Comunicaciones
9. Entradas digitales integradas
10. LED's de estado de las entradas digitales
11. Fuente de alimentación integrada
12. Potenciómetros integrados
13. Fijadores para tornillo
14. Pestaña de fijación

2.3.3. Tipos de CPU's.

TIPOS DE CPU	Nº ENTRADAS	Nº SALIDAS	MÓDULOS DE EXPANSIÓN
CPU 221	6	4	Ninguno
CPU 222	8	6	2
CPU 224	14	10	7
CPU 226	24	16	7

Tabla 2 – Características de los tipos de CPU's

2.3.4. Módulos de Ampliación

EM 221	8 entradas digitales x 24Vdc
EM 222	8 salidas digitales x 24Vdc
EM 222	8 salidas digitales x relé
EM 223	4 entradas digitales/4 salidas digitales x 24Vdc
EM 223	4 entradas digitales/4 salidas de relé x 24Vdc
EM 223	8 entradas digitales/8 salidas digitales x 24Vdc
EM 223	8 entradas digitales/8 salidas de relé x 24Vdc
EM 223	16 entradas digitales/16 salidas digitales x 24Vdc
EM 223	16 entradas digitales/16 salidas de relé x 24Vdc
EM 231	4 entradas analógicas x 12bits
EM 231	4 entradas analógicas x termopar
EM 231	4 entradas analógicas x RTD
EM 232	2 salidas analógicas x 12bits
EM 235	4 entradas analógicas/4 salidas análogicas x 12bits
EM 277	Profibus – DP

Tabla 3 - Módulos de ampliación
Fuente: Sistema de automatización S7-200, Manual del sistema

El S7-200 dispone de un número determinado de entradas y salidas físicas, de tal forma que si se conectan módulos de ampliación éstas se incrementarán. Los PLC's S7-200 son expandibles y contienen entradas y salidas adicionales, éstas se conectan a la unidad base con un conector tipo cinta.

2.3.5. Fuentes de voltaje

2.3.5.1. Fuente de Alimentación SITOP.

La aplicación de la fuente de alimentación de carga SITOP 24Vdc tiene las siguientes ventajas:

- Prolongación de la vida útil de los consumidores alimentados, gracias a la protección especial contra fluctuaciones y perturbaciones en la red.
- Menor disipación de calor en el armario eléctrico, gracias al alto rendimiento de la fuente de alimentación de carga.
- Montaje sencillo, gracias a su peso reducido y a las mismas posibilidades de montaje que un S7-200

2.3.5.2. Fuentes externas

Un S7-200 puede conectarse a 24 VDC o a 120/230 VAC dependiendo de la CPU. Un S7-200 DC/DC/DC se puede conectar a 24 VDC. Los terminales de voltaje están localizados al lado derecho y en la tapa superior. (*Ver figura 5*)

2.3.6. Cartucho Opcional

El S7-200 dispone de un cartucho de memoria opcional que mantiene un almacenamiento de la EEPROM portátil del programa. El cartucho puede usarse para copiar un programa de un PLC S7-200 a otro PLC S7-200.

Un reloj de tiempo real con la batería está disponible para ser usado en el S7-221 y S7-222. La batería proporciona 200 días de tiempo de retención de datos

en una eventual pérdida de poder. El S7-224 y S7-226 tienen un reloj en tiempo real incluido.

2.3.7. Lenguajes de Programación

El software STEP 7 - MicroWIN, permite elegir entre tres editores de programación, los más usuales son aquellos que transfieren directamente el esquema de contactos y las ecuaciones lógicas y son:

- ❑ **Nemónico (AWL)**, lista de instrucciones.
- ❑ **Diagrama de contactos (KOP)**, plano de contactos.
- ❑ **Plano de funciones (FUP)**, bloques funcionales.

A excepción del Nemónico, los demás tienen como base su representación gráfica, pero todos ellos deben ir acompañados del correspondiente cuadro o lista de programación.

2.3.7.1. Nemónico (AWL).

Es un lenguaje en el cual cada instrucción se basa en las definiciones del álgebra de Boole o álgebra lógica.

LDN	IO.1
LD	IO.0
O	Q0.0
ALD	
=	Q0.0

Fig. 6 – Esquema de programación en lenguaje AWL

2.3.7.2. Diagrama de Contactos (KOP).

La mayoría de los fabricantes incorporan este lenguaje, esto es debido a la semejanza con los esquemas de relés utilizados en los automatismos eléctricos de lógica cableada, lo que facilita la labor a los técnicos habituados a trabajar con dichos automatismos.

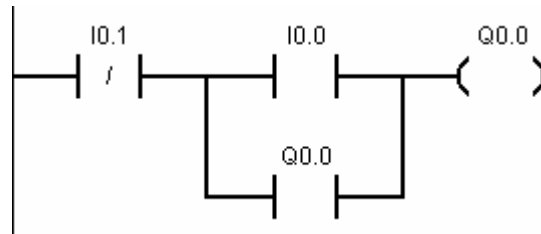


Fig. 7 – Esquema de programación en lenguaje KOP

Las operaciones se representan mediante símbolos gráficos y básicamente incluyen tres formas:

- Contactos. Simbolizan condiciones lógicas de entrada y son pulsantes, interruptores, etc.

- Bobinas. Simbolizan condiciones lógicas de salida y son lámparas, motores, etc.
- Cuadros. Simbolizan operaciones adicionales y son temporizadores, contadores, etc.

2.3.7.3. Plano de funciones (FUP).

Tiene semejanza con los símbolos o puertas lógicas y presenta una facilidad en su representación para los conocedores de la electrónica lógica.

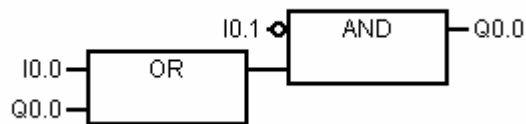


Fig. 8 – Esquema de programación en lenguaje FUP

2.3.8. Numeración de Entradas y Salidas

Las entradas y salidas del S7-200 se etiquetan en los terminales y al lado de los indicadores de estado. Estos símbolos alfanuméricos identifican las direcciones de las I/O e indican a qué dispositivo se conecta. Esta dirección usa la CPU para determinar qué entrada está presente y qué salida necesita

ser encendida. **I** designa una entrada y **Q** designa una salida. El primer número identifica el byte y el segundo número identifica el bit. Por ejemplo:

I0.0 = Byte 0, Bit 0

2.3.9. Conexión de las Entradas y Salidas.

Para un correcto funcionamiento del PLC, se debe tomar en cuenta que las conexiones de las entradas y salidas estén bien realizadas y percatarse siempre en el ahorro, es decir, utilizar el menor número de entradas posible.

Para el caso de entradas los elementos que permiten activarlas pueden ser de dos tipos:

- ❑ Sin tensión. Por ejemplo contactos, pulsantes, etc.
- ❑ Con tensión. Por ejemplo sensores.

En el caso de las salidas, ubicar protecciones. Se recomienda:

- ❑ Para corriente continua, ubicar diodos de protección.
- ❑ Para corriente alterna, y para proteger contra sobrevoltajes, colocar varistores.

2.4. Introducción a LabVIEW

LabVIEW es un lenguaje de programación con un entorno gráfico, el cual utiliza iconos en lugar de líneas de texto para crear distintas aplicaciones. Por el contrario, los lenguajes de programación basados en texto, donde las instrucciones determinan la ejecución del programa, en LabVIEW el flujo de los datos determina la ejecución.

LabView es un lenguaje de programación de alto nivel, debido a que cuenta con todas las estructuras, puede ser usado para elaborar cualquier algoritmo que se desee y en cualquier aplicación. Cada programa realizado en LabView será llamado Instrumento Virtual (VI).

Debido a que la instrumentación virtual está basada en la tecnología informática estándar, LabVIEW está optimizado para desarrollar sistemas con un rendimiento muy alto para las aplicaciones más exigentes, tanto en laboratorio como en producción, los sistemas de medida más rápidos significan un aumento de la producción.

En LabVIEW se establece una interfaz de usuario utilizando un conjunto de herramientas y objetos. La interfaz del usuario es llamada el **panel frontal**. Seguidamente, se adiciona el **diagrama de bloques** utilizando

representaciones gráficas de funciones para controlar los objetos del panel frontal. LabVIEW está totalmente integrado para comunicarse con equipos tales como tarjetas de adquisición de datos (DAQ) insertables en la computadora.

2.4.1. Aplicaciones

Se utiliza LabVIEW para desarrollar soluciones que respondan a exigentes aplicaciones, posee un poderoso ambiente de desarrollo gráfico con funciones integradas que realizan pruebas y mediciones, adquisición y almacenamiento de datos, control de instrumentos, análisis de mediciones y aplicaciones de generación de reportes, procesos, automatismos, medidas y control de velocidad, con esto se tiene la flexibilidad de un lenguaje de programación potente.

CAPITULO III

MÁQUINAS INYECTORAS

3.1. Historia

Las primeras máquinas inyectoras eran totalmente manuales y datan de los años 30. Las inyectoras eran en su mayoría verticales y las fuerzas de cierre se situaban entre las 10 y las 50 toneladas, para un volumen de inyección de algunas docenas de centímetros cúbicos. Las máquinas contaban con la habilidad del operador para aplicar las velocidades y fuerzas en cada ciclo de la inyección.

Los años 50 estuvieron marcados por el surgimiento del sistema oleohidráulico. Es también en esta década cuando se efectúa el paso de las inyectoras verticales a las horizontales, facilitando así la evacuación de las piezas por gravedad.

Los años 60 por su parte, confirman el funcionamiento de las inyectoras mediante la utilización de la fuerza oleohidráulica. Los tamaños de las máquinas aumentan manteniéndose aún por debajo de las 1000 toneladas. Los automatismos utilizan lógica cableada, pero aparece ya la utilización de semi-conductores. La calidad de plastificación obtenida por el husillo inyector favorece el nacimiento de las primeras aplicaciones de piezas industriales.

En la década de los 70, se generaliza el husillo inyector y se experimenta una mejora tanto en la capacidad como en la calidad de plastificación. Las nuevas aplicaciones en los sectores automotriz, industrial, etc., hacen que el tamaño de las máquinas aumente. Los automatismos ofrecen cada vez velocidades y presiones regulables en valor real.

Durante los años 80 se observa la incorporación de los controles de programación con diálogo hombre-máquina a través de un monitor. Las posibilidades de los automatismos se multiplican, y sobre todo, el control de la

máquina establece la posibilidad de comunicación con los periféricos, con informes históricos y de calidad de las operaciones.

Por último, en los años 90 apareció la tecnología de inyección con gas. Las máquinas han evolucionado para responder a las nuevas tecnologías y para satisfacer las demandas de un mercado en expansión lo cual ha favorecido el desarrollo de completas instalaciones.

En estos últimos años se han generalizado los intentos de sustitución de la energía hidráulica por el procedimiento electromecánico, más costoso que el anterior. Esto explica la multiplicación de máquinas híbridas que combinan las tracciones eléctricas e hidráulicas. Sin embargo, las inyectoras eléctricas poseen ventajas considerables como ahorros energéticos en un 20 o 30 por ciento al de las máquinas hidráulicas.

3.2. Tipos de máquinas

Entre los diversos tipos de máquinas de inyección cabe destacar:

3.2.1. Inyección de multicomponentes.

Inicialmente empleada para moldear teclas de máquinas de escribir, la inyección multicomponente permite hoy en día la producción de moldeados compuestos por dos o más materiales. Pueden producirse piezas con varios colores, compuestos rígidos o blandos, etc., las máquinas pueden ser de diseño horizontal o vertical.

3.2.2. Máquinas de coinyección.

Una técnica distinta permite producir piezas cuya superficie exterior es de un material distinto al interior, generalmente de menor calidad o recuperado.

3.2.3. Máquinas FiFo (*first-in/first-out*).

Primero en entrar/primero en salir, describe un proceso en que se moldean simultáneamente dos componentes, uno detrás del otro. Se trata de un proceso secuencial en que el tornillo de plastificación envía a la cavidad frontal de la cámara el volumen deseado del primer componente y a continuación se retira dejando espacio para alimentar en la cavidad el segundo componente.

3.2.4. Inyección asistida por gas.

Este sistema permite obtener moldeados huecos con una combinación de espesores de pared de distinto grosor. En lugar de un segundo componente, se inyecta primero una cantidad corta y definida de fundido y a continuación se inyecta un gas inerte (normalmente nitrógeno) que hace avanzar la masa de fundido y forma una piel en contacto con las paredes frías del molde hasta recubrirlo totalmente.

A pesar de que la Inyección asistida por gas es una variante del moldeo por inyección convencional, en muchas ocasiones, se confunde con la técnica de soplado. La mayor diferencia radica en el tamaño de la zona hueca que se crea en el interior de la pieza.

3.3. Descripción de las Máquinas Inyectoras.

Para un mejor entendimiento de lo que es la máquina inyectora, la debemos de separar por sus componentes principales. De esta manera será más fácil su análisis y comprensión.

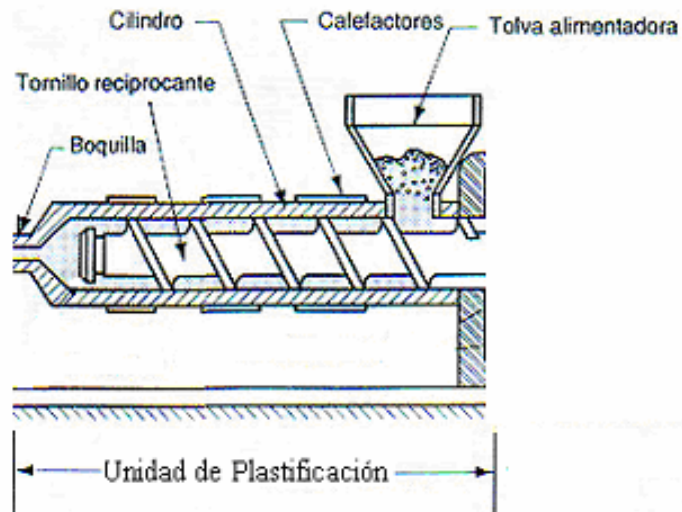
3.3.1. Unidad de Plastificación.

La unidad de Plastificación es la que se encarga de calentar el material hasta fundirlo, homogeneizarlo y dosificarlo durante el proceso de inyección.

En el cilindro se aloja una boquilla encargada de unir la unidad de plastificación con la cavidad del molde, ésta generalmente se fabrica con un material resistente (aleación de elementos químicos como el Fe-Cr-Ni-B), la cual es sometida a grandes esfuerzos de presión y temperatura.

La potencia máxima de plastificación de una máquina de inyección depende de la temperatura de calefacción, de las propiedades del material y de la construcción del molde.

El sistema de Plastificación es por tanto un componente de la unidad de inyección.



* Fig.9 - *Unidad de Plastificación*

3.3.2. Unidad de inyección.

La unidad de Inyección es la que se encarga de introducir una cantidad determinada de material previamente disgregado mediante la unidad de plastificación en las cavidades del molde.

El sistema esta formado por una tolva que alimenta al cilindro con una provisión de materia prima y en el que se halla situado un sistema calefactor conformado por resistencias eléctricas, las cuales aportan calor para fundir el material.

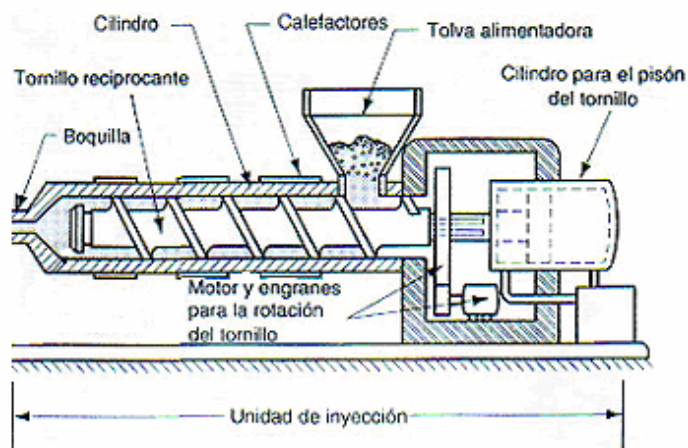
* Fig.9 – Unidad de Plastificación.

Fuente: <http://www.ucsc.cl/~kdt/procesos/plasticos/5-1.htm> (2004)

Dentro del cilindro hay un husillo inyector que actúa como un émbolo que mueve rápidamente el plástico fundido hacia delante para inyectarlo en la cavidad del molde.

La elaboración de materiales con estrechas tolerancias de fluidez y la fabricación de piezas con diversos espesores exige por lo general un rápido llenado del molde, para evitar que la solidificación prematura de la masa de inyección impida el completo llenado del molde. Se concluye entonces que trabajar con una rápida velocidad de inyección es una buena opción para la mayoría de las tareas de producción.

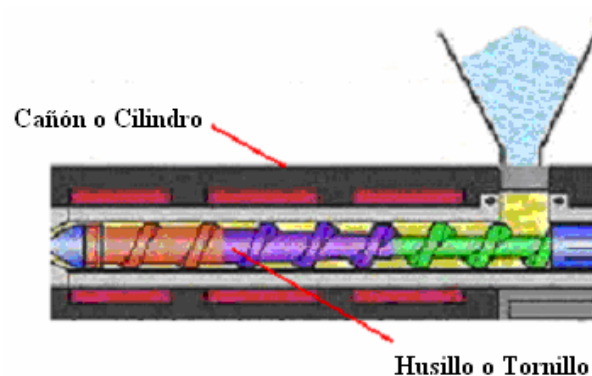
La presión de inyección permanecerá relativamente constante mientras que la velocidad de inyección aumentará con el tamaño de la máquina.



* Fig.10 - *Unidad de Inyección*

3.3.3. Cañón.

El cañón lleva en su interior el husillo y en su exterior los elementos calefactores (resistencias). Para medir la temperatura del cañón se utiliza las termocuplas y para medir la temperatura de la masa es necesario purgar la máquina y medir su temperatura directamente del material escurrido.



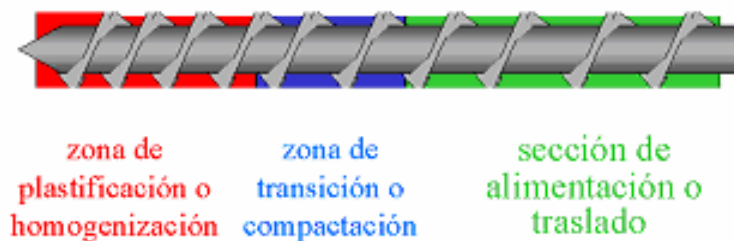
* Fig.11 - Cañón

En unas máquinas, la tolva permite que trabaje durante unas horas por lo que el operador debe estar pendiente de su relleno y en otras un sensor de nivel ubicado en la parte superior de la tolva, detecta que ya está llena e impide la caída de material. La tolva debe estar tapada y aunque estemos usando material virgen debemos tener un separador de objetos extraños (normalmente un imán).

* Fig.11 – Cañón.

Fuente: http://www.geocities.com/capacitacio_en_plasticos.htm

El husillo **traslada** el material de la tolva a la cámara de dosificación y en ese traslado lo **compacta** con el fin de quitar gases. Al mismo tiempo y sobre todo en la zona más estrecha lo **homogeniza** en temperatura y nos da la superficie de apoyo para que el material se desplace hacia adelante.



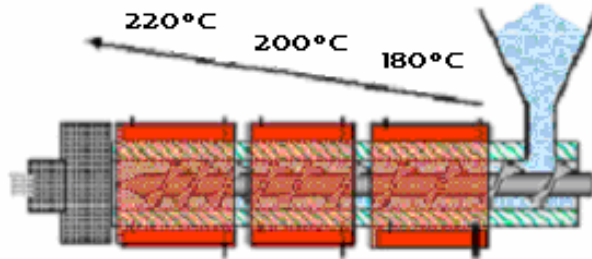
* Fig.12 – Zonas del Cañón

Para mantener los niveles correctos de temperatura tanto en el molde como en el cilindro, la máquina puede ser dotada de un circuito de refrigeración y de un intercambiador de calor.

Todos estos movimientos pueden ser controlados desde una unidad provista de un microprocesador, en el que se almacenan los parámetros de presión, velocidad y secuencias de movimiento, que se transmiten al equipo. Generalmente, éstas unidades pueden almacenar los parámetros correspondientes a todos los moldes utilizados en la máquina.

* Fig.12 – Zonas del cañón

Fuente: http://www.geocities.com/capacitacio_en_plasticos.htm



* Fig.13 – *Temperaturas del Inyector*

3.3.4. Unidad de Cierre.

La unidad de Cierre tiene la misión de efectuar el movimiento de apertura y cierre y apertura del molde dentro del ciclo total de trabajo de la máquina.

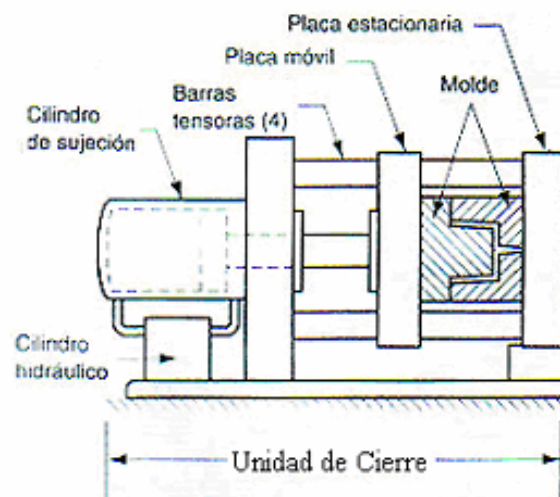
Se distinguen fundamentalmente dos tipos de unidades de cierre que son el sistema por arrastre de fuerza y el sistema de arrastre de forma, en el primero el cierre del molde se produce exclusivamente con ayuda de uno o varios cilindros hidráulicos, y el segundo generalmente accionado hidráulica o electromecánicamente, se realiza en cambio mediante elementos de cierre mecánicos autobloqueables.

Una unidad de cierre (sujeción) por muy grande que sea solo tendrá un 10% de su fuerza de cierre para ejercer la apertura. Para lograr el cierre se deberá combinar rapidez y tonelaje.

* Fig.13 – Temperaturas del Inyector
Fuente: http://www.geocities.com/capacitacio_en_plasticos.htm

Sus funciones son:

- ❑ Mantener las dos mitades del molde alineadas correctamente entre si.
- ❑ Mantener cerrado el molde durante la inyección aplicando una fuerza de sujeción suficiente para resistir la fuerza de inyección.
- ❑ Abrir y cerrar el molde durante el proceso de expulsión e inyección respectivamente.



* Fig.14 - Unidad de Cierre

3.3.5. Molde.

El molde es el encargado de alojar la masa plástica fundida en el interior de sus cavidades, dando la forma deseada y solidificarla por enfriamiento.

* Fig.14 – Unidad de Cierre.

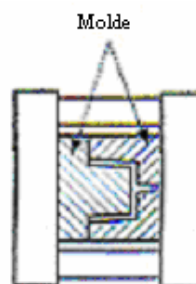
Fuente: <http://www.ucsc.cl/~kdt/procesos/plasticos/5-1.htm>(2004)

El molde debe tener un canal distribuidor por donde fluye el polímero fundido de la boquilla del cilindro a la cavidad del molde. El canal distribuidor consiste en:

- Un surtidor o bebedero que conduce el plástico de la boquilla al molde.
- Canales de alimentación los cuales conducen del surtidor a la cavidad.
- Puertas que restringen el flujo del plástico a la cavidad.

Durante el sistema de enfriamiento, la pieza permanece en el interior de la cavidad del molde solidificándose de manera que el plástico pasa de estado líquido-pastoso a estado sólido, necesario para poder expulsar la pieza sin deformarla.

El proceso de inyección genera restos (rebabas) provocados por la separación entre moldes que afectan a la calidad final del producto fabricado.



* Fig.15 – Molde

* Fig.15 – Molde.

Fuente: <http://www.ucsc.cl/~kdt/procesos/plasticos/5-1.htm>(2004)

3.3.6. Unidad de control.

Es la encargada de controlar los parámetros de inyección, temperatura, tiempos, etc., por medio de algún dispositivo externo de control el cual puede ser mediante PLC, Logo, etc.

3.3.7. Esquema general de una Máquina Inyectora

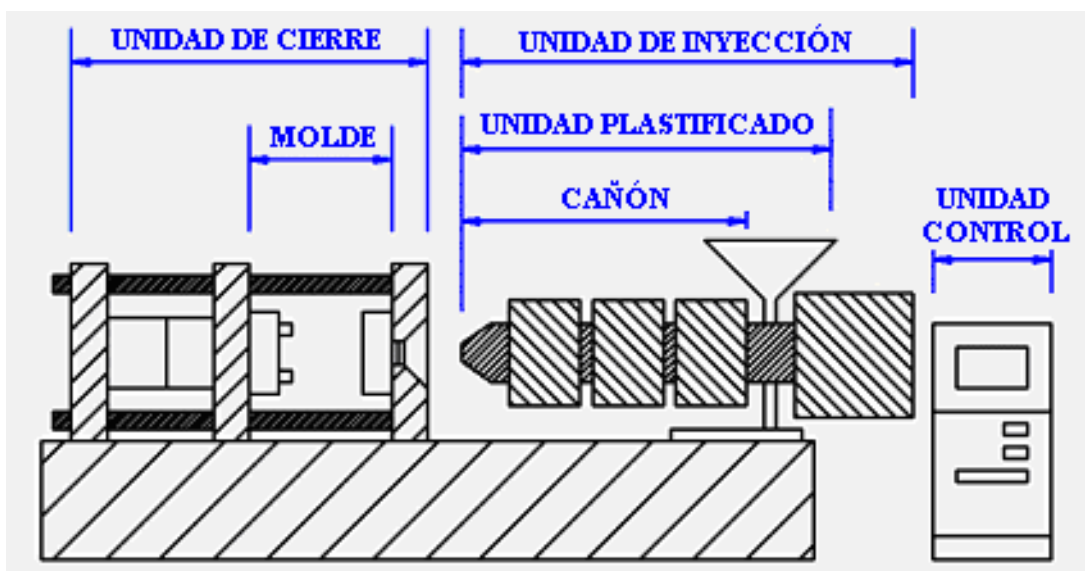


Fig.16 – Máquina Inyectora

3.4. El Proceso de Inyección.

3.4.1. Generalidades.

El Moldeo por Inyección de termoplásticos ha surgido como el principal vínculo para incorporar la alta calidad y el valor comercial a los productos.

Esta técnica de procesamiento es adecuada para la producción en masa de piezas fabricadas en una sola etapa. Debido a este éxito, ha habido una sostenida presión por incrementar los estándares de calidad de las piezas moldeadas mientras se reducen los tiempos de desarrollo y los costos unitarios.

La tecnología de moldeo por inyección se ha mantenido en continuo desarrollo, siendo algunos de los pasos principales la introducción de materiales termoplásticos, el diseño de tornillos recíprocos, la introducción de microprocesadores para el control de los equipos y recientemente la aplicación de sistemas expertos para optimizar las condiciones de operación de equipos.

En la actualidad podemos hablar de la "inyección inteligente", materializada en la aparición de nuevos sistemas informáticos que tratan de convertir la programación de las inyectoras en toda una ciencia. Además, la evolución técnica de las materias primas abre la puerta a nuevas aplicaciones hasta ahora inimaginables.

Las ventajas que ofrece el proceso de inyección son siguientes:

- Ahorro de material
- Exactitud en piezas inyectadas

- Superficies lisas, limpias y resistentes
- Rápida producción de gran cantidad de piezas

Pero la máxima ventaja que se tiene es que la pieza inyectada queda determinada por el molde en todas sus superficies en cuanto a su forma y dimensiones.

3.4.2. Moldeo por Inyección.

La inyección es uno de los procedimientos más antiguos utilizados para la transformación de materias plásticas. De los sistemas manuales a las soluciones electromecánicas, esta modalidad ha evolucionado hasta llegar a ser hoy en día uno de los principales modos de transformación.

La inyección es el proceso más importante en el cual la materia prima pasa de su estado sólido a líquido-pastoso, estado en el cual es inyectado a presión en una cavidad o molde, las cualidades que justifican este grado de importancia son:

- El proceso es totalmente automatizable.
- Las piezas terminadas son de elevada calidad.
- Normalmente se necesita poco o ningún trabajo posterior.

- El proceso de inyección es fácilmente reproducible.

La unidad plastificadora (cilindro inyector calentado) y la unidad de moldeo (molde totalmente cerrado) se encuentran separadas, pero dispuestas en serie. La inyección consiste en transportar el material normalmente granulado de la tolva a la zona de alimentación del cilindro de inyección, donde el husillo lo transporta hasta el extremo opuesto del cañón. Durante el transporte el material se funde por efecto del calentamiento producido por las resistencias.

Cuando el material pasa a un estado pastoso, el husillo lo inyecta a alta presión en el interior de un molde de acero para darle forma. El molde y el material inyectado se enfrían mediante unos canales interiores por los que circula agua, la pieza formada se solidifica y es expulsada para reiniciar el ciclo. Por su economía y rapidez, el moldeo por inyección resulta muy indicado para la producción de grandes series de piezas.

La inyección es un proceso discontinuo en el cual el equipo opera en ciclos, el tiempo que se necesita para derretir el material, inyectarlo en el molde, enfriarlo y obtener una pieza terminada hace que la duración del ciclo se minimice. Al utilizar moldes de cavidades múltiples, que producen más de una pieza por vez, la máquina desarrolla un ciclo que también puede incrementar la producción. La consistencia, o la eliminación de desechos y el ahorro de

tiempo, son tan importantes como la producción en una operación de moldeo exitosa.

Un número de variables entra en juego en el proceso de moldeo por inyección, pero el procesamiento más consistente ocurre cuando se comprende y se controlan la temperatura del material, la presión de llenado en el molde, la velocidad de inyección y las condiciones de enfriamiento. Las cuatro variables son aplicables para casi todos los procesos de moldeo por inyección, pero el proceso será diferente en cada caso, dependiendo de la aplicación y el material utilizado.

Los plásticos que normalmente se transforman por inyección son:

- **Termoplásticos:** Son materiales que se vuelven sencillos de manejar y moldear cuando se calientan.
- **Termoestables:** Materiales que no se alteran fácilmente por la acción del calor.
- **Elastómeros:** Materiales con un alto grado de elasticidad, puede ser estirado varias veces su propia longitud, para luego recuperar su forma original.

3.5. Materiales de Inyección

3.5.1. Plásticos.

Los plásticos son materiales poliméricos orgánicos (compuestos por moléculas orgánicas gigantes) que pueden deformarse hasta conseguir una forma deseada por medio de procesos como la extrusión, el moldeo y la inyección entre otros.

Se caracterizan por una relación resistencia/densidad, propiedades excelentes para el aislamiento térmico y eléctrico; y una buena resistencia a los ácidos y disolventes. Se pueden adicionar aditivos a los plásticos, para hacerlos más blandos y flexibles. Estos aditivos reciben el nombre de plastificantes.

Las técnicas empleadas para conseguir la forma final y el acabado de los plásticos dependen de tres factores: tiempo, temperatura y deformación.

3.5.2. Polímeros.

Se llama Polímero a la sustancia consistente en grandes moléculas formadas por muchas unidades pequeñas que se repiten, llamadas monómeros.

La reacción química en la que dos o más moléculas se combinan para formar otra, se llama Polimerización.

En la actualidad, los polímeros juegan un papel muy importante en el desarrollo de la humanidad, ya que la gran mayoría de los objetos y utensilios que vemos, tenemos y usamos diariamente están elaborados con ellos.

Entre la gran variedad de polímeros existentes, el más común es el PVC.

3.5.3. PVC.

El PVC se obtiene por polimerización del cloruro de vinilo y es una combinación química de carbono, hidrógeno y cloro. Sus materias primas provienen de la unión de una molécula de etileno (derivado directo del petróleo en un 43%) y de una molécula de cloro (obtenida de sal común en un 57%).

El PVC es útil porque resiste el fuego y el agua. Debido a su resistencia al agua, se lo utiliza para hacer impermeables, cortinas para baño y caños para agua. También es resistente a la llama porque contiene cloro. Cuando se intenta quemar el PVC, los átomos de cloro son liberados, inhibiendo la combustión.

El PVC es un plástico duro, también resiste a la luz, a los productos químicos, a los insectos, a los hongos y a la humedad, ni se desgasta fácilmente.

Todas estas propiedades, y el hecho de que no requiera ser pintado y que pueda reciclarse, implican un costo bajo de mantenimiento y un menor impacto ambiental.

El PVC bajo la acción del calor se reblandece y se puede moldear fácilmente, al enfriarse recupera la consistencia inicial y conserva la nueva forma. Pero otra de sus muchas propiedades es su larga duración, y es esencialmente utilizado para la fabricación de cables, tubos, calzado, etc.

CAPITULO IV

MÁQUINA INYECTORA OTTOGALLI

4.1. Descripción general

La máquina de moldear por inyección seleccionada para el estudio es la Inyectora rotativa Ottogalli. El sistema de control estará comandado por un PLC SIMATIC S7-200. Los movimientos de la mesa y de los inyectores se realizan a través de elementos oleohidráulicos y los movimientos de los moldes se realizan a través de elementos neumáticos en su mayoría.

El proceso de inyección se lo realiza a través de un husillo, asistido por el motor eléctrico del inyector que está en constante movimiento.

4.2. Principio de Funcionamiento.

La máquina está diseñada para la inyección de materiales termoplásticos como el PVC, el PVC cambia su estado sólido a líquido-pastoso, gracias a la elevación de temperatura por medios eléctricos y a la fricción que se produce en el interior de la camisa del inyector debido a la rotación del tornillo helicoidal.

Una vez fundido el PVC es empujado por el movimiento de rotación del mismo husillo; un cilindro hidráulico ubicado en la cabeza del inyector le da el paso para que inyecte y cierre una vez que se ha llenado el molde. El PVC se enfría y queda con la forma de dicho molde. El ciclo dura un giro completo luego de la cual se extrae el producto terminado.

Los moldes cuentan con un sistema de calentamiento para mejorar la distribución y desplazamiento del PVC dentro del molde durante la inyección.

4.3. Partes de la Máquina.

La máquina de inyección, básicamente se encuentra constituida por las siguientes partes principales:

- ❑ Mesa giratoria
- ❑ Unidad de inyección
- ❑ Unidad hidráulica
- ❑ Tablero de control

4.3.1. Mesa Giratoria.

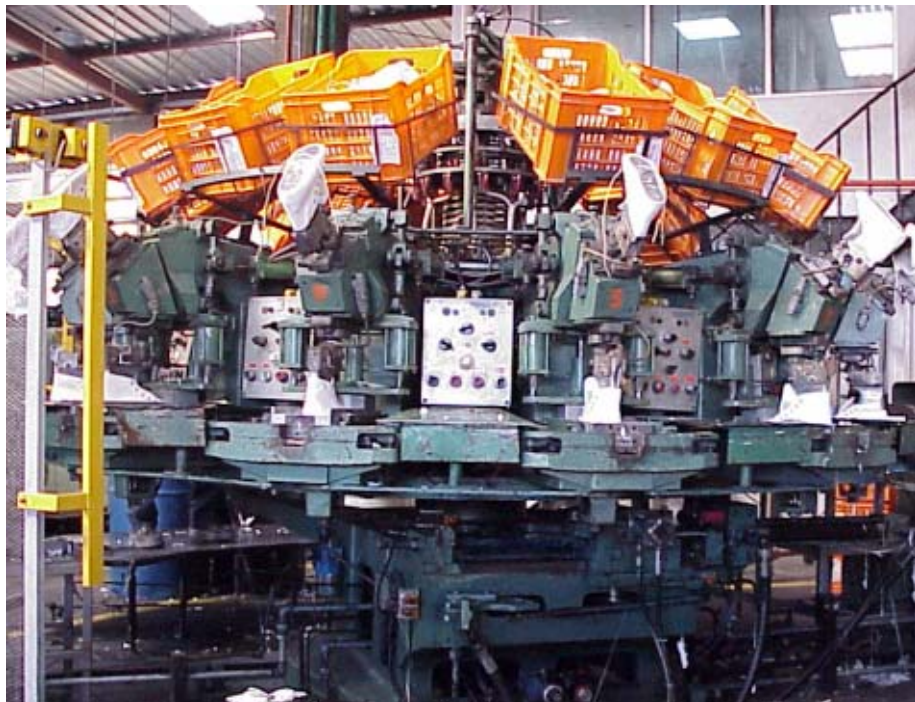


Fig.17-Mesa Giratoria

La mesa giratoria contiene 12 portamoldes (estaciones) y su función es la de ir ubicando cada uno de ellos frente a la unidad de inyección.

4.3.1.1. Estación.



Fig.18 - Estación.

En función automático lo primero que realiza el portamolde es bajar la horma, luego subir la planta, cerrar los anillos y por último bajar la puntera y así se encontrará listo para la inyección. En función manual se procederá indistintamente para labores de mantenimiento.

4.3.1.2. Tablero de Estación.

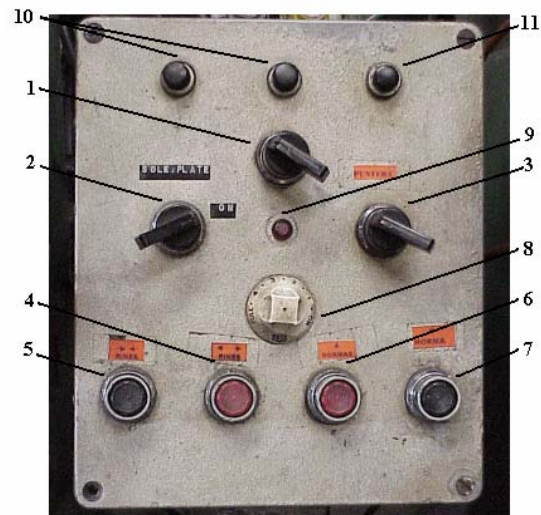


Fig.19 – Tablero de Estación

Cada estación tiene su propio tablero de control el cual incluye:

1. Selector principal, **ON-OFF**
2. Selector accionamiento subir y bajar **planta** (sole plate)
3. Selector control subir y bajar **puntera**
4. Pulsador abrir **anillos**
5. Pulsador cerrar **anillos**
6. Pulsador subir **hormas**
7. Pulsador bajar **hormas**
8. Regulador de energía calefacción de hormas
9. Led de aviso del control de temperatura de hormas

10. Fusibles para el circuito a 24Vdc

11. Fusible para el circuito a 220Vac

4.3.1.3. Electroválvulas.

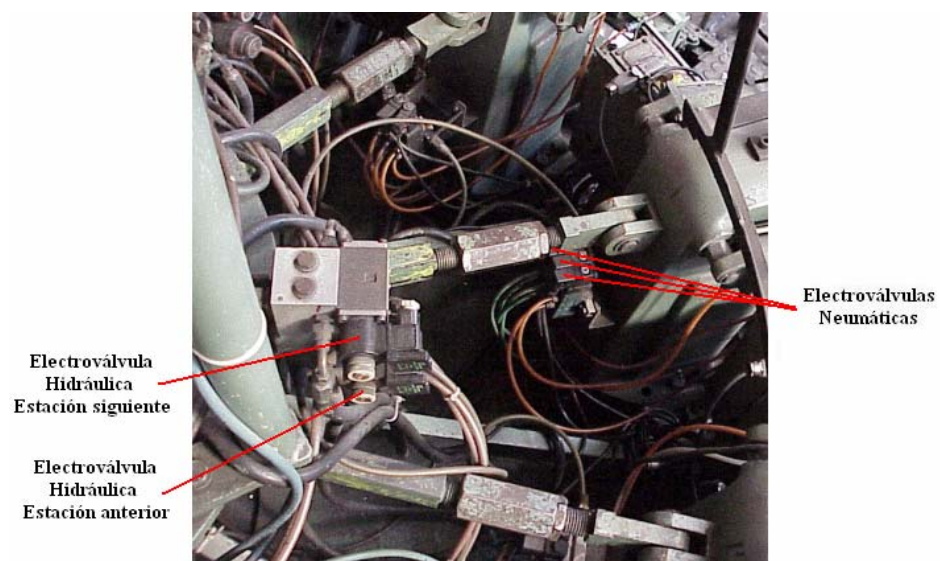


Fig.20 – *Electroválvulas hidráulicas y neumáticas*

Cada mecanismo del portamolde cuenta con dos cilindros hidráulicos y su respectiva electroválvula, es así que la planta cuenta con una electroválvula hidráulica y la puntera, anillos y hormas cuentan con electroválvulas neumáticas.

4.3.1.4. Sistema de Rotación.

El movimiento de rotación lo realizan 2 electroválvulas hidráulicas llamadas electroválvula de enganche y electroválvula de giro, las cuales comandan a sus respectivos cilindros hidráulicos.

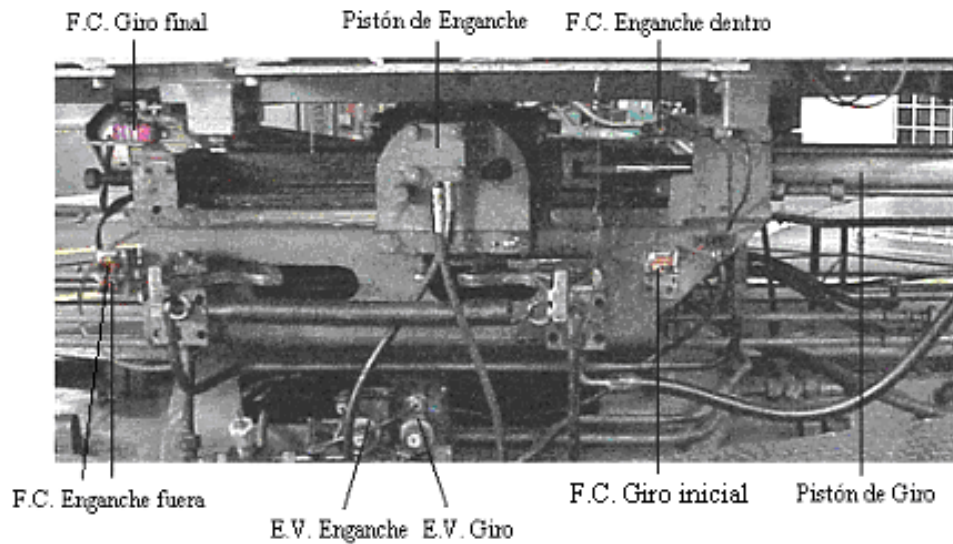
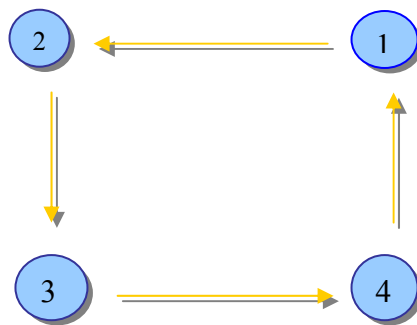


Fig.21 – Sistema de rotación

El movimiento de la mesa se detalla a continuación:



Una vez que el cilindro hidráulico de enganche está adelante, posición N°1 del gráfico, autoriza para que el cilindro hidráulico de giro inicie el giro de la mesa y alcance la posición N°2, luego el enganche se retrae hasta la posición N°3, autorizando el regreso del giro a la posición N°4. Posterior a esto, el enganche se ubica en la posición N°1 iniciando un nuevo ciclo que permite el giro de la mesa.

Mediante un selector de tres posiciones: libre mesa, 0 y giro mesa, ubicado en el Tablero de Control General, se podrá controlar la rotación; en libre mesa se desconecta el enganche y así poder girar manualmente la mesa, en 0 se puede posicionar la mesa para la entrada de los inyectores y en giro mesa, la mesa gira automáticamente.

La mesa lleva a cabo el movimiento automático de una estación a la otra. La rotación automática sigue aún cuando en algunas estaciones la inyección no ocurra.

4.3.1.5. Torre de Distribución.

Sobre la mesa giratoria se encuentra la Torre de Distribución, compuesta de:

□ 7 microswitch por cada estación, distribuidos de la siguiente manera:

- Cierre de hormas
- Cierre de anillos
- Apertura de hormas y anillos
- Cierre de punteras
- Sole plate
- Consentimiento 1^{ra} inyección
- Consentimiento 2^{da} inyección

□ 8 anillos de distribución (escobillas) distribuidos de la siguiente manera:

- 1^{ro}, 2^{do} y 3^{er} anillo para la calefacción de hormas a 220Vac
- 4^{to} y 5^{to} anillo para el control de los portamoldes a 24Vdc.
- 6^{to} anillo para control del sole plate
- 7^{mo} anillo para el consentimiento de la primera inyección.
- 8^{vo} anillo para el consentimiento de la segunda inyección.

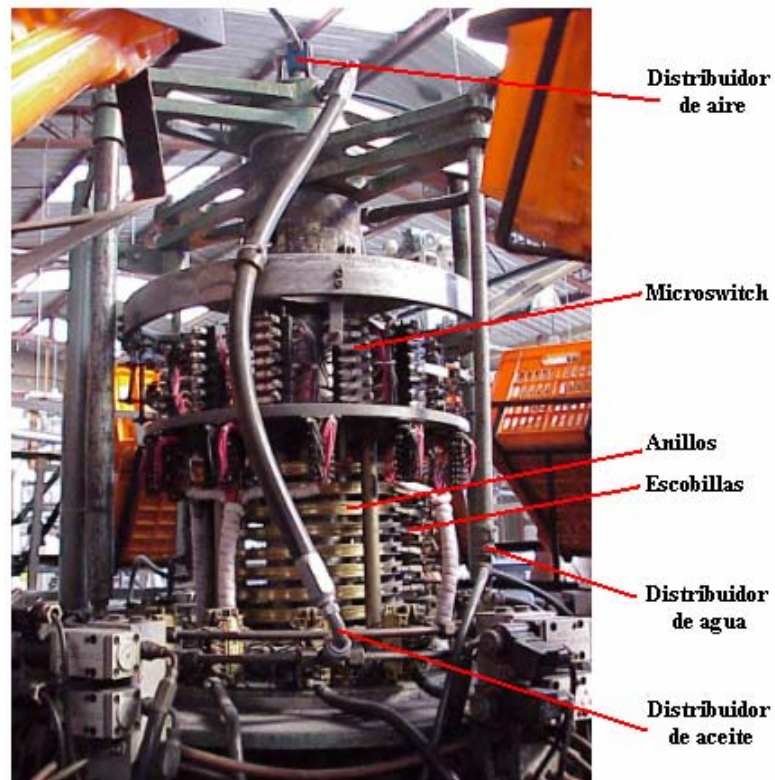


Fig.22 – Torre de Distribución

El PLC enviará una señal a cada microswitch o a un sensor, que a su vez ordenará a cada componente del portamolde para que realice su función.

La función de los anillos es de abastecer de energía a la mesa y la función de los microswitch es de realizar el automatismo. Ambos permanecen estáticos mientras que las escobillas son las que giran junto con la mesa.

4.3.2. Unidad de Inyección



Fig.23 – *Unidad de Inyección*

La unidad de inyección tiene la función de preparar el material a ser fundido y de inyectarlo a continuación en el molde.

Durante el llenado del molde el PVC es empujado por un husillo a manera de émbolo debido al paso dado por el cilindro hidráulico de inyección; mientras tanto el portamolde está firmemente cerrado hasta que se termine la inyección y la refrigeración del material.

El Corte de inyección se puede realizar por medio de un Temporizador (Timer) o por medio de un Microsensor (Microswitch) ubicado en la planta de cada estación.

Temporizador (Timer).- Tiempo normal de inyección, es decir entra el inyector corre un tiempo seteado (Ej.5seg.) y corta la inyección. Por ejemplo todo el calzado será inyectado con el mismo tiempo.

Microsensor (Microswitch).- Tiempo que se demora el inyector pegado al molde una vez que el microswitch de la planta a cortado la inyección. Según el calzado se tendría un tiempo diferente. Por ejemplo una talla 41 en 8 seg., una talla 34 en 5 seg., etc.

4.3.2.1. Inyector.

El inyector tiene 3 zonas de calentamiento donde la temperatura va incrementando desde la zona N°1 a la zona N°3.

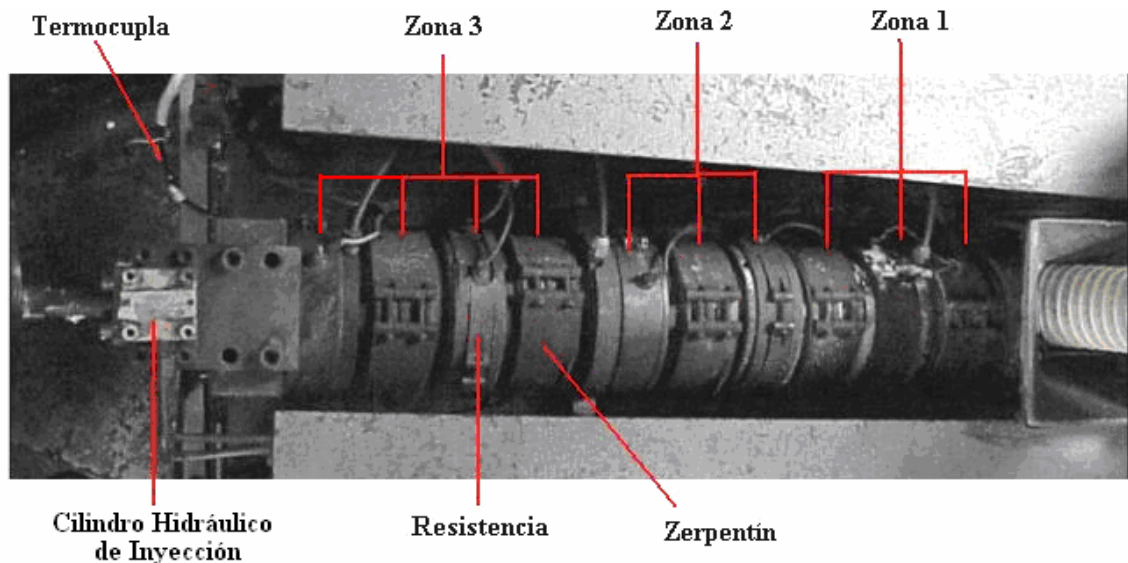


Fig.24 – Zonas del Inyector

En la zona 1 el material es sólido y frío, en la zona 2 el material es preparado para que se encuentre maleable y en la zona 3 el material ya es plastificado y líquido, la temperatura en esta zona es alta con respecto a la del molde (temperatura baja).

El control de temperatura depende de:

- ❑ Potencia de la resistencia eléctrica (calefacción)
- ❑ Carcasa (envoltura) a calentarse
- ❑ Material PVC (color)
- ❑ Temperatura ambiente

Para material duro (PVC recuperado), la temperatura sobrepasa los 200°C y para material virgen (PVC en polvo), los rangos de temperatura para las tres zonas son:

- 1ra zona 100 – 130°C
- 2da zona 150 – 160°C
- 3ra zona 170 – 180°C

4.3.2.2. Sistema de Abastecimiento y Dosificación de Material

El PVC ingresa por la tolva de alimentación y se plastifica dentro del inyector por la elevación de temperatura y la velocidad de rotación del husillo.

El motor de carga de material compone el sistema de Abastecimiento y el motor agitador junto con la tolva componen el sistema de Dosificación de material

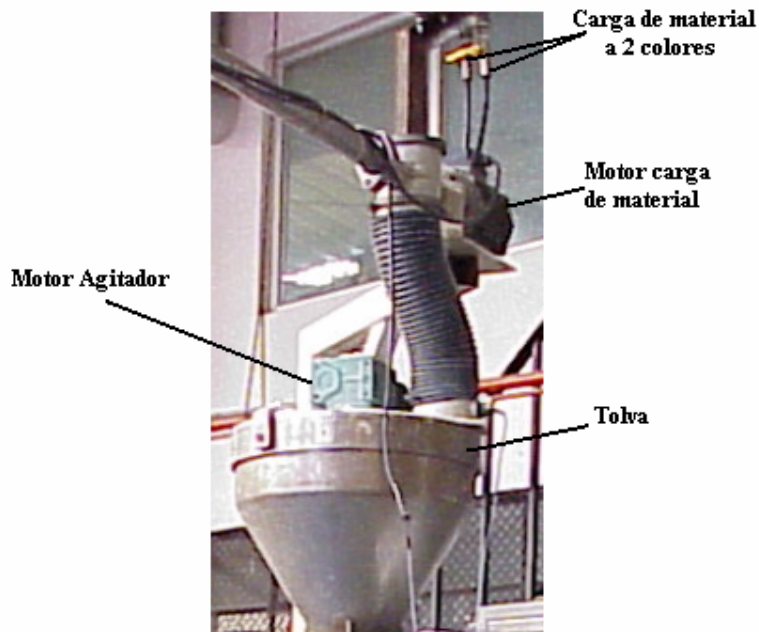


Fig.25 – Sistema de abastecimiento y dosificación de material

4.3.2.3. Electroválvulas

En la unidad de inyección está presente el sistema oleohidráulico para el avance y retorno del cañón y para el paso y corte de inyección, además consta de Electroválvulas para controlar los sistemas de refrigeración para las zonas del cañón.

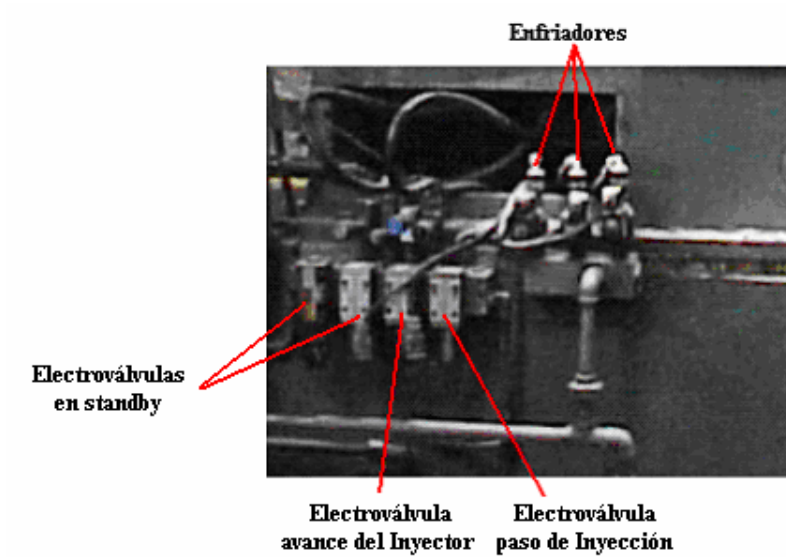


Fig.26 – Electroválvulas

4.3.2.4. Motor del Inyector

Cada inyector posee un motor de 25kw a 220Vac a 1080 r.p.m. conectado con un arranque estrella - triángulo, y bandas de caucho que le permiten controlar una velocidad constante.

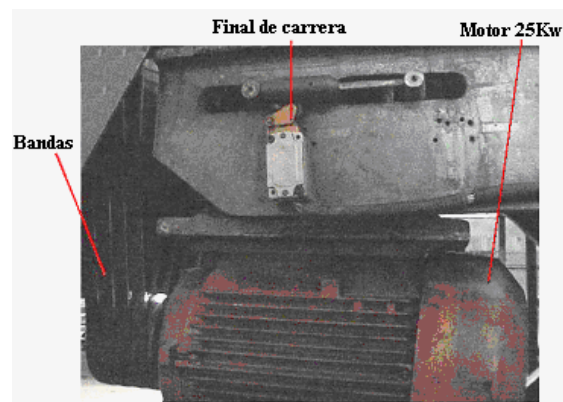


Fig.27 – Motor del Inyector

Las bandas de caucho ejercen una fuerza motriz para el accionamiento de la caja reductora que es la que da cambio de velocidad al motor cuando detecta falta de material.

El final de carrera ubicado en el inyector permite que la mesa no gire cuando esté el inyector adentro.

4.3.2.5. Plastificación del Inyector

Una buena plastificación se obtiene nivelando la dosificación del material, se puede usar para esto: la temperatura de la camisa del inyector así como también el giro del husillo.

- Temperatura de la camisa del inyector, por medio del PLC se regula la temperatura en las 3 zonas distintas que operan con resistencia eléctrica y serpentines de enfriamiento, logrando la plastificación del material que va a ser inyectado en el molde.
- Giro del husillo, Son regulados por el cambio de la polea del motor. La velocidad de rotación puede ser de acuerdo al tipo de PVC, al grado de plastificación y al ritmo de producción de la máquina.

Para un buen moldeado es muy importante guardar la temperatura del molde según la dureza del PVC a ser inyectado. Para mantenerlo con esta temperatura es necesario accionar el selector de la calefacción de molde y operar en el regulador de energía con una escala gradual de 0°C + 100°C.

4.3.3. Unidad Hidráulica.

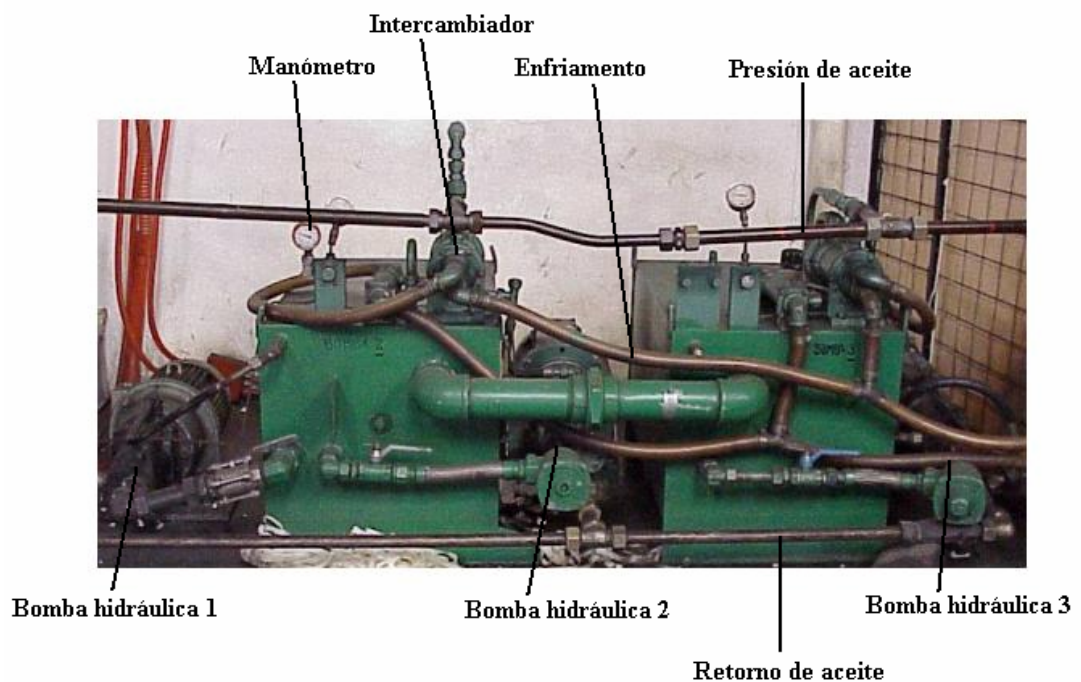


Fig.28 – Unidad Hidráulica

La unidad hidráulica se utiliza para la alimentación de aceite a presión hacia la unidad de inyección y hacia la mesa giratoria para realizar sus respectivos movimientos.

El aceite hidráulico del depósito es enviado a presión hacia los distintos cilindros hidráulicos que harán los movimientos de la máquina (mesa, inyectores, sole plate, etc.), para lo cual contamos con 3 motores-bombas que trabajan todo el tiempo.

Debido al incremento de presión del aceite (60 *bares*), éste tiende a calentarse y es por este fenómeno que la unidad dispone de un intercambiador de calor en donde se interseca por un lado el aceite del retorno de la máquina (sistema olehidráulico) y por el otro agua fría (sistema de enfriamiento) para mantener estable la temperatura del aceite en un valor comprendido entre 50°C y 60°C aproximadamente. Además se cuenta con dos tanques de aceite con una capacidad aproximada de 250 litros cada uno.

Además la máquina cuenta con un sistema de enfriamiento llamado Chiller, que es una unidad de almacenamiento y refrigeración de agua que abastece a la máquina inyectora y funciona con temperatura y presión suficiente para abarcar a 4 inyectoras, el cual por medio de tuberías llega al inyector enfriando la camisa que cubre al cañón, y a la mesa enfriando las placas de la planta.

4.3.4. Tablero Eléctrico de Control General.

Contiene los elementos de mando, potencia, tarjetas electrónicas. En el tablero se encuentra:

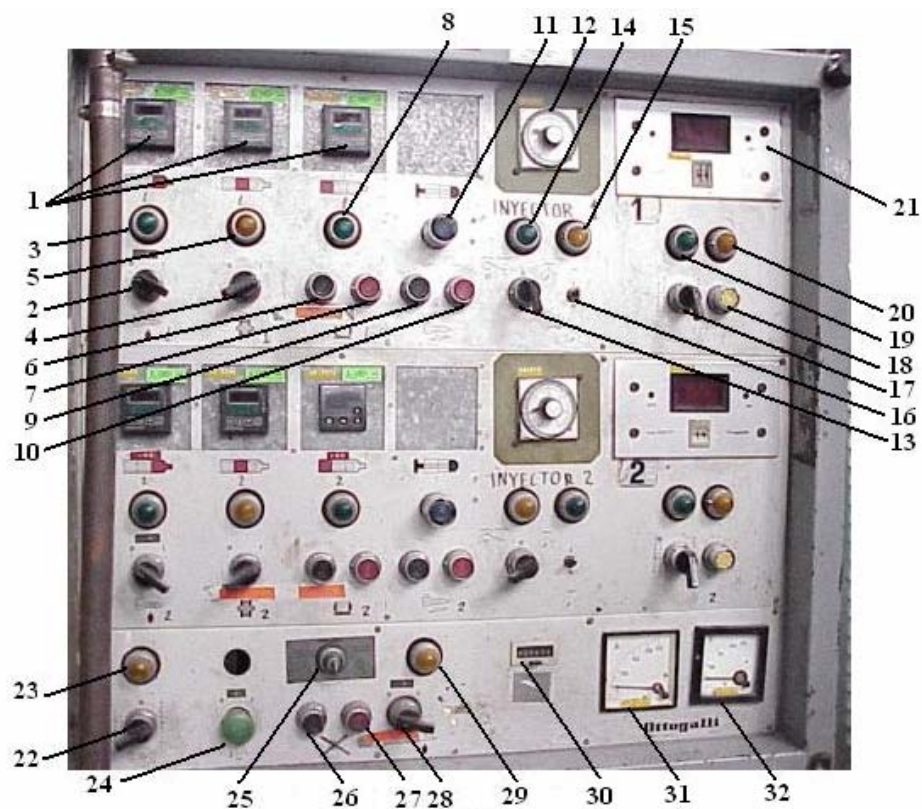


Fig.30 – Tablero eléctrico de control general

1. Termorreguladores
2. Selector calefacción de inyectores
3. Led de aviso de calefacción
4. Selector embrague de motores (*fuera de funcionamiento*)
5. Led de aviso cuando se produce el embrague (*fuera de funcionamiento*)

6. Pulsador arranque estrella – triángulo del motor de los inyectores.
7. Pulsador apagar manualmente el motor del inyector.
8. Led de aviso cuando el motor este encendido
9. Pulsador avance manual del inyector.
10. Pulsador corte de inyección, (retrocede manualmente el inyector).
11. Pulsador inyección manual
12. Timer analógico
13. Selector Timer, 0 o Micro,
14. Led de aviso de inyección automática.
15. Led de aviso cuando se produce la dosificación de material.
16. Selector planta (sole plate).
17. Selector descarga manual, 0 y dosificación automática.
18. Pulsador carga manual de material en la Tolva.
19. Led de aviso cuando se produzca caída de material
20. Led de aviso de control del motor Agitador.
21. Amperímetro Digital
22. Selector libre mesa, 0 y giro mesa.
23. Led de aviso cuando gire la mesa automáticamente.
24. Pulsador Reset, posiciona la mesa cuando inicia el giro nuevamente
25. Llave
26. Encender Bombas hidráulicas (*fuera de funcionamiento*)
27. Apagar Bombas hidráulicas (*fuera de funcionamiento*)

28. Selector, calefacción del molde.
29. Led de aviso cuando se active la calefacción.
30. Contador de inyección.
31. Amperímetro para la lectura del amperaje de la máquina.
32. Voltímetro para la lectura del voltaje de la línea de tensión.

4.4. Sistemas de Seguridad.

4.4.1. Introducción

Dentro de un proceso de prevención de accidentes de trabajo, uno de los puntos clave para minimizar el grado de exposición a sufrir una lesión por accidente de trabajo, son los llamados Dispositivos de seguridad o Paros de emergencia ubicados en lugares estratégicos y de fácil utilización para quienes operan la máquina.

Muchos de estos sistemas de prevención se han ido perfeccionando según el avance tecnológico en la industria de construcción de maquinarias lo cual ha impedido que incidentes o peligros de accidentes desencadenen en situaciones lamentables e irreparables debido a su rápido accionar, lo cual demuestra que la ubicación adecuada, la fácil identificación, el acceso rápido y un

funcionamiento correcto son factores determinantes a la hora de situaciones que comprometen la salud física del trabajador.

4.4.2. Sistema de seguridad en máquinas.

- **Enclavamiento.** Este sistema consiste en una interrupción del funcionamiento de la máquina al momento de abrir puertas, carcasas o guardas, a través de fines de carrera.

- **Barreras fijas.** Esta denominación se da a una gran variedad de protecciones que se agregan a la estructura de las máquinas y que no tienen estilo o formas establecidas e incluso la malla o el espaciamiento de las barras es variable dependiendo de la distancia desde la guarda hasta el punto de operación.

- **Barreras con enclavamiento.** Los enclavamientos, por lo general eléctricos, desactivan el mecanismo si se abre la guarda, pero no se requiere del enclavamiento para detener la máquina si ya ha sido disparada, y por lo tanto ofrece una protección inadecuada para el operador que trata de alimentar la máquina a mano.

- **Barras laterales.** Dispositivo eléctrico de seguridad que paraliza el funcionamiento de una máquina, cuando este es accionado.

4.4.3. Sistemas de seguridad en la Inyectora.

La máquina dispone de un sistema de seguridad, el cual puede ser accionado en cualquier instante por el operador. Al actuar una emergencia la máquina será detenida inmediatamente y quedará así hasta cuando sea reseteada para iniciar el trabajo.

Como dispositivos de seguridad se tienen las mallas de protección, pulsadores ubicados en barras verticales al costado de las mallas y pulsador de paro de emergencia ubicado en el tablero de la estación.

La malla de protección es fija al suelo mediante pernos, los segmentos de la malla protegen al operador de sufrir riesgos de atropamiento, cortes y lesiones graves a nivel de brazos y manos.

El paro de emergencia bien sea el ubicado en las mallas o el ubicado en el tablero debe ser utilizado exclusivamente en casos de peligro!

Al ser accionado el sensor de emergencia ubicado en la estación se abrirán todos los mecanismos que comprenden el portamolde, solo de esa estación.

Al ser accionado el pulsador de emergencia ubicado en el Tablero de control general, se procede a dejar sin movimiento a la mesa, a la unidad de inyección y abrir todos los portamoldes de las estaciones.

CAPITULO V

DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

5.1. Inventario de señales de Entrada y Salida

Para el Inventario de señales de entrada y salida de la máquina Inyectora propuesta para el estudio, se ha tomado en consideración las dos funciones principales como son el **Giro de Mesa** y el **Control de Estaciones**.

Para el **Giro de Mesa** se ha considerado como entradas: un interruptor principal (*Sw.Giro Mesa*), el cual tiene dos opciones on y off, y un pulsador de emergencia (*Puls. Emergencia*) el cual desactivará en cualquier instante todos los mecanismos, ambos estarán ubicados en el Tablero de Control, y bajo la mesa se encuentra el sistema de rotación el que estará compuesto por cuatro Finales de Carrera (*FC.Giro Inicial, FC.Giro Final, FC.Enganche dentro y FC.Enganche fuera*), los cuales serán sustituidos por sensores inductivos.

Como salidas se ha considerado en el Tablero de Control una luz piloto de Emergencia (*Luz Emergencia*), el cual se activará una vez presionado el pulsador de emergencia, y bajo la mesa se encuentra ubicadas dos electroválvulas, una para el giro y otra para el enganche de mesa (*EV. Giro Mesa y EV. Enganche Mesa*).

Para el **Control de Estaciones** se ha considerado como entradas en el Tablero de Control: un interruptor principal, el cual tiene dos opciones, manual o automático (*Sw.Activar man/auto*), un interruptor para cortar la inyección sea por microswitch o por temporizador, el cual se encuentra ubicado en el Tablero de Control general pero por razones de simulación se ha ubicado en el Tablero de la Estación; dos interruptores para realizar los movimientos manuales de la Planta y de la Puntera (*Sw.Planta manual y Sw.Puntera manual*), cuatro pulsadores para realizar los movimientos manuales de los anillos y de la horma

(*Puls.Anillos abrir, Puls.Anillos cierre, Puls.Horma arriba y Puls.Horma abajo*), un pulsador que hará las funciones de un microswitch ubicado en la planta para cortar la inyección (*Puls.Micro planta*), y un pulsador de emergencia para desactivar todas las funciones en cualquier instante (*Puls.Emergencia*) y seis sensores ubicados en la Torre de Distribución que harán las funciones de automatismo (*S.Horma, S.Planta, S.Anillos, S.Puntera y S.Inyección*) y un sensor que reseteará todas las funciones (*S.Reset*).

Como salidas se encuentran ubicadas en la estación cuatro Electroválvulas (*EV.Planta, EV.Puntera, EV.Anillos, EV.Horma*) y seis luces piloto ubicados en el Tablero de la estación, las que indicarán la activación de cada sensor (*L.Horma, L.Planta, L.Anillos, L.Puntera y L.Inyección*) y uno adicional que indicará la activación del reset (*L.Reset*).

INVENTARIO DE SEÑALES DE ENTRADA Y SALIDA

Entradas:				
Cantidad	Descripción	Ubicación	Digital	Analógica
1	Sw. Inyección Timer	Tablero	x	
1	Sw. Giro Mesa	Tablero	x	
1	Puls. Emergencia	Tablero	x	
1	FC. Giro Inicial	Mesa	x	
1	FC. Giro Final	Mesa	x	
1	FC. Enganche dentro	Mesa	x	
1	FC. Enganche fuera	Mesa	x	
1	Sw. Activar (man/auto)	Estación	x	
1	Sw. Planta manual	Estación	x	
1	Sw. Puntera manual	Estación	x	
1	Puls. Anillos abrir	Estación	x	
1	Puls. Anillos cierre	Estación	x	
1	Puls. Horma arriba	Estación	x	
1	Puls. Horma abajo	Estación	x	
1	Puls. Micro planta	Estación	x	
1	Puls. Emergencia	Estación	x	
1	S.Horma	Estación	x	
1	S.Planta	Estación	x	
1	S.Anillos	Estación	x	
1	S.Puntera	Estación	x	
1	S.Inyección	Estación	x	
1	S.Reset	Estación	x	
Total Entradas: 22				

Salidas:				
Cantidad	Descripción	Ubicación	Digital	Analógica
1	EV. Giro Mesa	Mesa	x	
1	EV. Enganche Mesa	Mesa	x	
1	Luz Emergencia	Tablero	x	
1	EV. Planta	Estación	x	
1	EV. Puntera	Estación	x	
1	EV. Anillos	Estación	x	
1	EV. Horma	Estación	x	
1	L.Horma	Estación	x	
1	L.Planta	Estación	x	
1	L.Anillos	Estación	x	
1	L.Puntera	Estación	x	
1	L.Inyección	Estación	x	
1	L.Reset	Estación	x	
Total Salidas: 13				

5.2. Tipo de PLC a utilizar

Luego de haber realizado el análisis del número de entradas y salidas que se tendrá con el nuevo sistema de control, se procede a seleccionar el Tipo de PLC.

Los datos que se muestran a continuación son tomados del Inventario de Entradas y Salidas expuesto en la página anterior.

Nº Entradas:

	Entradas digitales	Entradas analógicas
Máquina	7	x
Estaciones	15	x
Total	22	x

Nº Salidas:

	Salidas digitales	Salidas analógicas
Máquina	3	x
Estaciones	10	x
Total	13	x

Total de Entradas y Salidas:

Total Entradas digitales	22
Total Salidas digitales	13
Total de Entradas y Salidas	35

Por lo tanto se requiere:

	Entradas digitales	Salidas digitales	Entradas analógicas	Salidas analógicas
1 CPU SIMATIC S7-226	24	16	x	x
TOTAL	24	16	x	x

Como se puede observar, según el inventario propuesto, se requiere 22 entradas y 13 salidas digitales, por lo que un CPU S7-226 es suficiente para abarcar dicho número de entradas y salidas.

5.3. Diseño de Diagramas

Se ha desarrollado los diseños para el nuevo sistema de control, el cual consta de:

El *Diagrama Esquemático*, presenta el diseño del PLC SIMATIC S7-200, CPU 226, y se muestra el orden en que irán conectados los distintos captadores y actuadores a las distintas entradas y salidas del PLC SIMATIC S7-200, con la numeración de cable correspondiente.

El *Circuito de Control*, muestra por bloques las entradas del PLC y sus captadores y las salidas del PLC y sus actuadores, los cuales están

debidamente identificados por su amperaje, su nombre y su voltaje. Igualmente como interfaz entre las salidas del PLC y los actuadores se encuentra Tarjetas Electrónicas, las cuales se ubican para obtener una mejor protección del PLC ante un exceso de corriente en las cargas o cortocircuitos.

Se ubicarán *Tarjetas Electrónicas*, para las salidas digitales del PLC tanto para el Tablero como para la Estación, éstas incluyen circuitos individuales de salida hacia las electroválvulas y hacia las luces piloto, el componente principal de estas tarjetas son los transistores de potencia por cuanto su vida útil es superior a la de un relé y no se deterioran con el tiempo, además sirven de protección para el PLC ante un cortocircuito o un exceso de corriente.

Y por último constan los *Circuitos de Potencia*, con sus respectivos breakers para los distintos elementos de potencia, previamente identificados, contactores, fusibles, relés de estado sólido para la calefacción de las zonas del inyector, motores eléctricos de 30Hp, resistencias eléctricas de 1200W para las zonas del cañón y resistencias eléctricas de 150W para la calefacción de las estaciones, etc.

5.4. Desarrollo de Programación.

La programación se ha realizado en dos lenguajes de programación: en el Software STEP7 – Microwin 32 para el PLC SIMATIC S7-200 y para efectos de simulación en el Software SYSWIN 3.4 para el PLC OMRON.

Tanto para el Giro de Mesa como para el Control de Estaciones la lógica de programación que se ha utilizado se ha basado principalmente en la utilización de relés autoenclavadores, debido a que permiten memorizar los distintos pasos que se realizan en la secuencia.

La función SET pone el bit operando a ON cuando la condición de ejecución es ON y no afecta al estado del operando cuando la condición es OFF y la función RSET pone a OFF el bit operando cuando la condición de ejecución es ON y no afecta al estado del bit operando cuando la condición de ejecución es OFF.

Asimismo se ha utilizado marcas auxiliares para almacenar temporalmente resultados y no ocupar salidas físicas del PLC. Temporizador ONDELAY (retardo a la conexión) el cual cuenta el tiempo al estar activada (ON) la entrada de habilitación, en donde si el valor actual es mayor o igual al valor preseleccionado, se activa el bit de temporización.

5.5. Simulación.

La simulación se ha desarrollado en el software LabVIEW, en donde se muestra principalmente el movimiento que realiza tanto el Giro de Mesa como el Control de las Estaciones.

5.5.1. Presentación (Panel Frontal).

Control de Estaciones

El control principal lo realiza el *Sw.General*, en donde se encuentran dos opciones *Manual* y *Automático*.

En la posición *Manual*, se puede manipular los selectores *Puntera* y *Planta* y los pulsadores *Anillos* y *Puntera*, indistintamente.

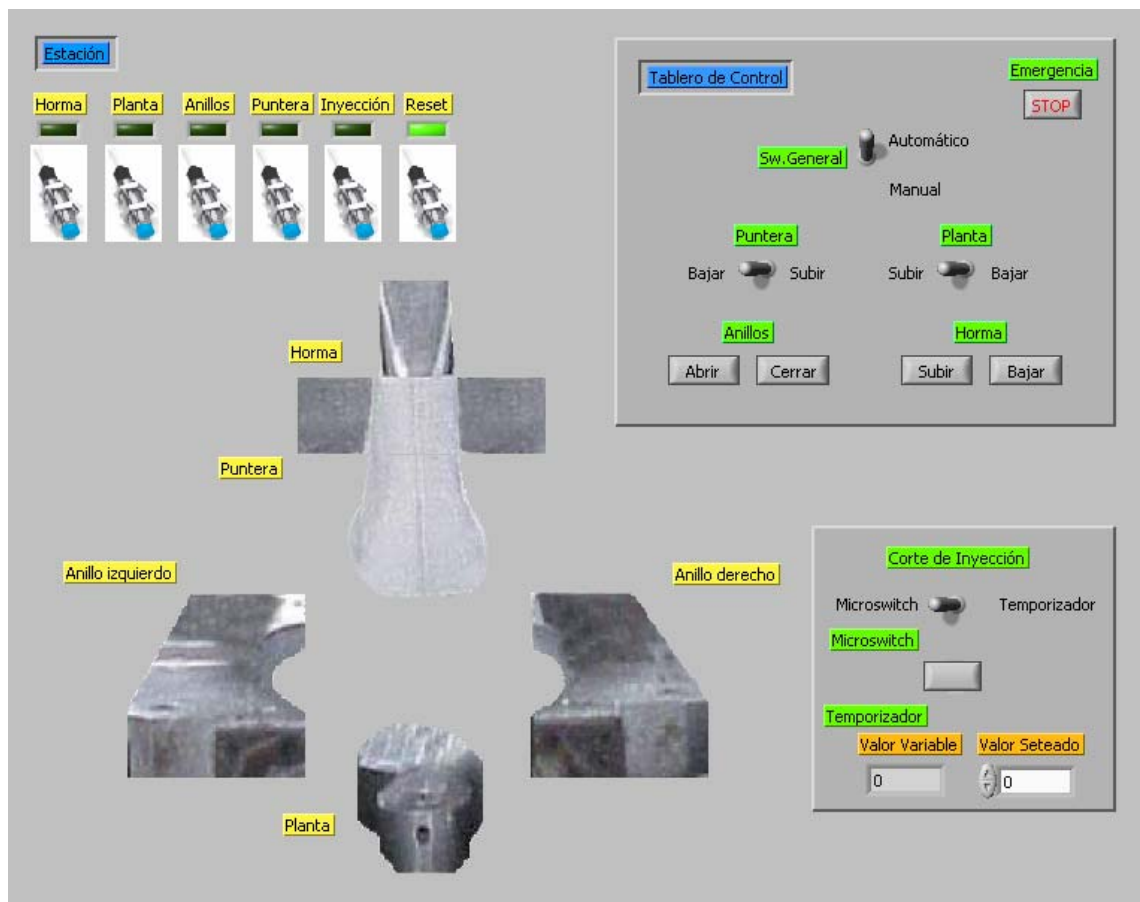
En la posición *Automático*, se puede operar los sensores de horma, planta, anillos, puntera, inyección y reset; y también se puede operar las dos opciones que se tiene para cortar la inyección, ya sea por un microswitch o por un tiempo previamente seteado.

Con el movimiento de la mesa, unas levas mecánicas activarán los sensores que estarán estratégicamente ubicadas en la Torre de la mesa, para realizar los distintos movimientos de la estación.

Para la simulación estos sensores actuarán mediante pulsos, que realizarán los pasos para el cierre de la estación en forma ordenada, es decir primero bajará la horma, subirá la planta, cerrará los anillos, bajará la puntera y por último se producirá la inyección. Para cortar la inyección se puede realizar mediante un microswitch o por un tiempo previamente seteado.

También se encuentra un sensor de *Reset*, el cual una vez activado reseteará o abrirá todas las partes de la estación.

La imagen expuesta a continuación, muestra la Estación en posición abierta con todos sus elementos.

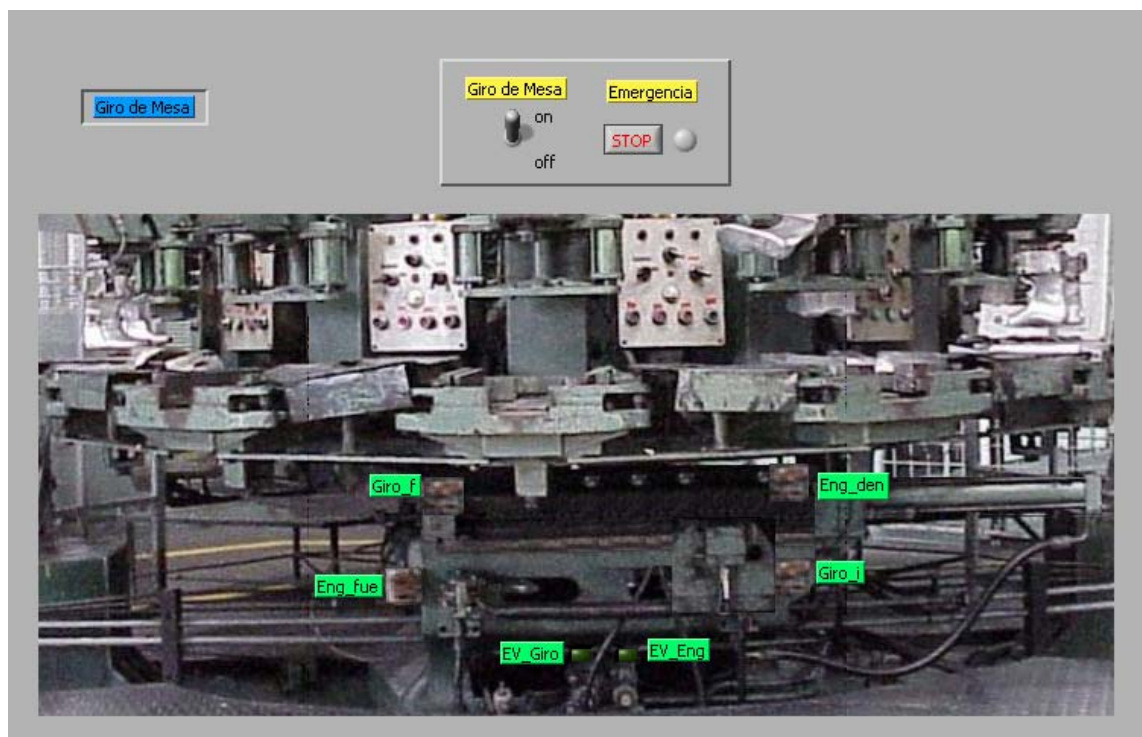


Control del Giro de Mesa

El control principal lo realizará el *Sw.Giro* para activar o desactivar el sistema, se cuenta con un pulsador de emergencia, el cual una vez accionado dejará de funcionar y por ende salir del programa.

El movimiento automático lo realizan 4 FC ubicados debajo de la mesa: Giro inicial, Enganche dentro, Giro final y Enganche fuera; los cuales accionarán las dos electroválvulas: Giro y Enganche, los cuales será sustituidos por sensores inductivos.

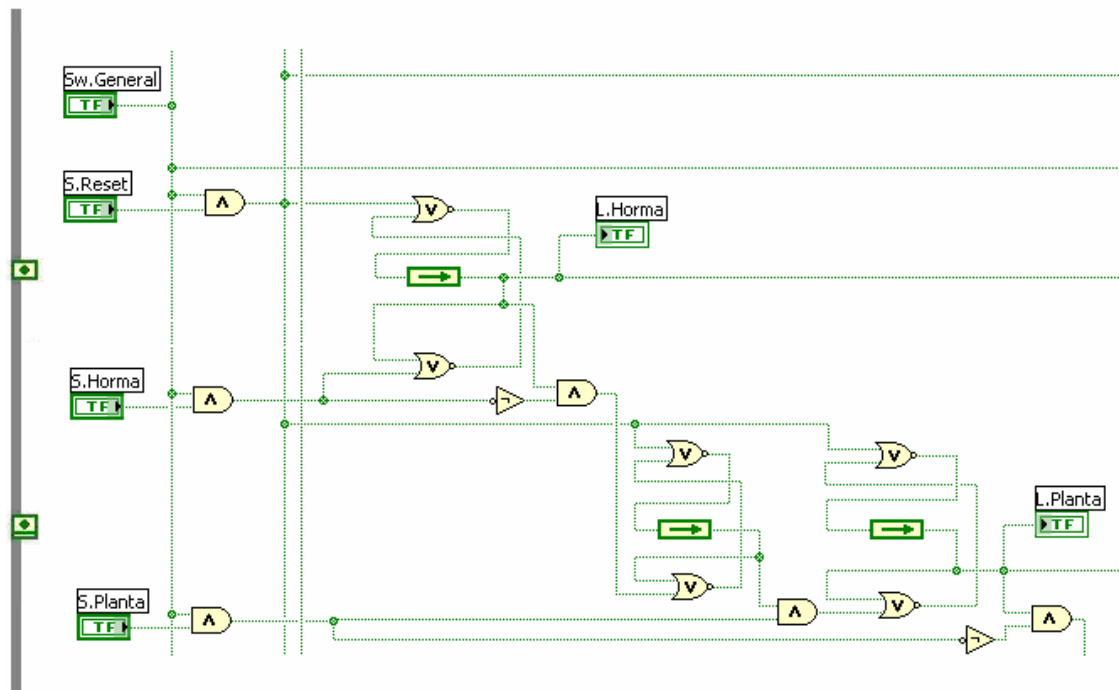
La imagen expuesta a continuación, muestra el carro transportador en la primera posición que es el *Giro inicial*.



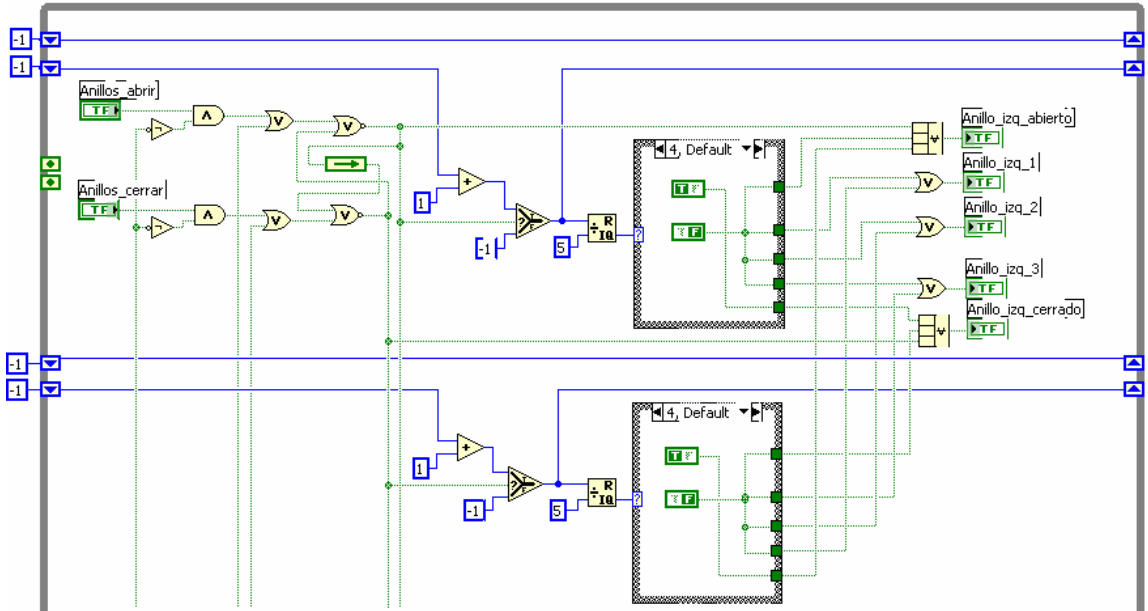
5.5.2. Diagrama de bloques.

La programación en el diagrama de bloques, se ha basado principalmente con la lógica de relés autoenclavadores y a continuación se muestra las tres partes principales en que se ha dividido el programa: secuencias, movimientos y un contador en tiempo real.

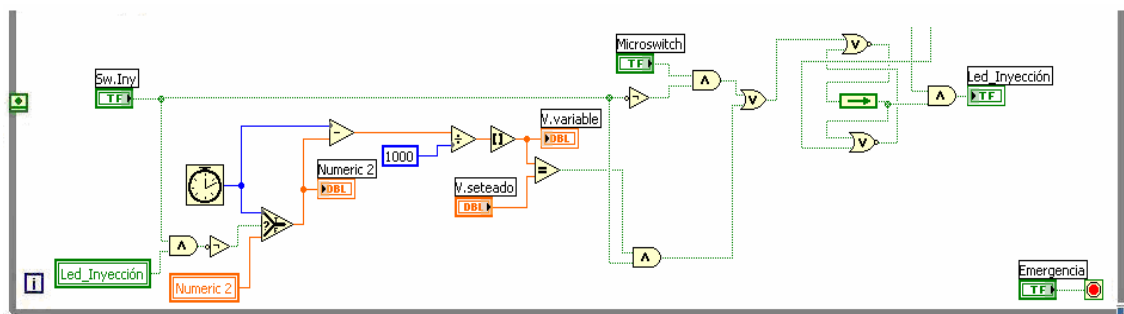
5.5.2.1. Secuencias:



5.5.2.2. Movimientos:



5.5.2.3. Contador



CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Mediante el presente trabajo se concluye que el sistema de control actual en la máquina inyectora es antiguo, debido a esto se emplea un tiempo considerable para dar mantenimiento, de tal modo que en cualquier momento puede causar problemas de producción significantes o daños a la maquinaria de suma importancia, se hace entonces necesario la automatización del sistema de control eléctrico para que la máquina se encuentre en correcto funcionamiento y poder alcanzar así los objetivos de producción que la empresa requiere.

- La automatización nos permitirá independizar las estaciones y poder configurar parámetros diferentes para cada una de ellas, se tendrá entonces un control individual de la máquina y así optimizar el tiempo de mantenimiento y producción.

- El diseño de un sistema de control por PLC a la máquina Inyectora, permitirá establecer parámetros que determinen reducir el tiempo de ejecución en los movimientos de la máquina, producir un mejor rendimiento de la misma, brindar mayor confiabilidad y seguridad al equipo, evitar pérdidas de material y lograr menos daños físicos, originando un beneficio económico para la empresa.

- La implementación del sistema de automatización reducirá las pérdidas de producción por daños eléctricos y aumentará la calidad del producto, de tal manera que tanto el primer producto como el último que se elabore en una jornada de trabajo, tenga siempre las mismas características y así tener una producción mas estable.

- El presente trabajo se ha enmarcado a presentar información y diseños del PLC SIMATIC S7-200, motivo de estudio, como se puede observar tanto parámetros, diseños y programación coinciden usando este tipo de PLC. Sin embargo para razones de simulación se ha utilizado el PLC OMRON y se ha dejado en libertad el modo de programación junto con sus variables.

- Si bien es cierto que se ha podido conocer el funcionamiento básico de la Máquina Inyectora Ottogalli con todos sus componentes. En la programación, parámetros, diseños y simulación, se ha mostrado los dos componentes básicos de funcionamiento como son el Control de Estaciones y el Giro de Mesa.

- Se ha demostrado que el presente proyecto de Tesis es factible y viable y que su implementación podrá ser posible dentro de los parámetros establecidos.

RECOMENDACIONES

- La automatización de procesos es la mejor vía para estar acorde a un mundo en constante cambio de tecnología, debemos por lo tanto utilizar este tipo de herramientas para obtener las ventajas que presentan estos sistemas, obteniendo así beneficios económicos y mejoras en la producción, entre otros.
- El presente Trabajo de Investigación servirá como un verdadero aporte y base para la orientación y formulación de investigaciones similares las mismas que en el momento que se requiera podrán ser aplicadas por todas aquellas personas interesadas y puedan contar con una guía práctica sobre la automatización de sistemas de control.
- El correcto mantenimiento, el control y la lubricación diaria de todas las partes en movimiento, el control de los niveles de los recipientes de aceite y reductores, el cambio frecuente de aceites y soluciones, la limpieza de dispositivos eléctricos, ser cuidadosos a las instrucciones dadas por los

técnicos, cumplir todos estos ítem, ayudarán para obtener con el nuevo sistema control resultados excepcionables.

- Sin duda alguna que todas las materias recibidas en el proceso estudiantil, se las pone en práctica cuando se presenta este tipo de oportunidades, por lo tanto se recomienda a estudiantes poner mucho empeño y dedicación y no simplemente escuchar, sino aprender.
- Se recomienda a estudiantes y público en general, que para realizar cualquier tipo de automatismo, se debe tener conocimientos básicos de control industrial, de programación en cualquier tipo de autómeta programable, logo, etc., y sobre todo asesorarse de una persona que tenga mucha experiencia en esta clase de automatismos.
- El momento que se decida la implementación del proyecto de Tesis presentado, o de cualquier estudio en automatización, se recomienda realizar las pruebas necesarias sin importar el tiempo que se demore en hacerlas y tener siempre pendiente la responsabilidad que uno lleva a su cargo, para de esta manera quedar bien con uno mismo y con los demás.

BIBLIOGRAFÍA

- MANDADO, Enrique., “Controladores Lógicos y Autómatas Programables”, AlfaOmega, México, 1999
- GARCÍA MORENO, Emilio., “Automatización de procesos industriales”, AlfaOmega, México, 2001
- W.Mink., “El plástico en la Industria, Inyección Plásticos”, Tomo 1 y 2, Ediciones G.Gili, S.A., México, 1990
- SIEMENS., “Manual SIMATIC. Sistema de Automatización S7-200”
- LabVIEW Básico I, Manual del Curso
- MOLINA Jorge E.P.N., “Apuntes de Control Industrial”
- CORFOPYM., “Introducción a Control Industrial y PLC”
- CORFOPYM., “Automatización Industrial., SIMATIC Módulo III”
- Folleto “Plasticaucho Industrial S.A.”
- www.monografias.com
- www.ni.com.latam
- www.plctools.org
- <http://www.ucsc.cl/~kdt/procesos/plasticos/5-1.htm>
- <http://www.psrc.usm.edu/spanish/plastic.htm>
- [http://www.geocities.com/capacitacio en plasticos.htm](http://www.geocities.com/capacitacio_en_plasticos.htm)

- **Actuador.-** Elemento de salida de un sistema de control.

- **Captador.-** Elemento de entrada de un sistema de control.

- **Consentimiento.-** Es la autorización para que se proceda a la inyección.

- **Dosificación.-** Es el proceso de cambio del material de su estado sólido a líquido.

- **Electroválvula.-** Válvula que actúa por la acción de un electroimán, para la regulación de líquidos.

- **Inyección.-** Procedimiento de conformación de plásticos que consiste en introducir a presión una materia prima previamente calentada en un molde.

- **Olehidráulica.-** Transmisión de fuerzas y movimientos por medio de líquidos.

- **Optoacoplador.-** Dispositivos que transforman señales de un circuito a otro por vía óptica, es decir sin contacto eléctrico.

- **Plastificación.-** Es cuando el material se encuentra en un estado líquido-pastoso.
- **Purga.-** Residuos que se acumulan y se han de eliminar o expeler, como por ejemplo descargar el material del tornillo portador.
- **Presión.-** Es la fuerza que actúa en una unidad de superficie.
- **PVC.-** El PVC es un material termoplástico, es decir, que bajo la acción del calor se reblandece, y puede así moldearse fácilmente; al enfriarse recupera la consistencia inicial y conserva la nueva forma.
- **Rebaba.-** Porción de materia prima que sobresale en la superficie de un molde, generada por el proceso de inyección.
- **Termocupla.-** Una termocupla es simplemente dos alambres de distinto material unidos en un extremo. Al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño, del orden de los milivolts el cual aumenta proporcionalmente con la temperatura.
- **Termorregulador.-** Dispositivo de Control para mantener una temperatura constante.

- **Tolva.-** Recipiente abierto por abajo en forma de cono, en el que se hecha grano o cualquier material para que vaya cayendo poco a poco.

- **Tiempo de Apoyo.-** Es el tiempo que transcurre entre el final de una inyección y la apertura del molde. Este tiempo se utiliza para la refrigeración del material dentro del molde

- **Tiempo de Inyección.-** Es el tiempo que transcurre desde el momento en que el pistón de paso de inyección se abre dejando pasar el material, hasta cuando se cierra.

- **Tiempo de Plastificación.-** Es el tiempo que transcurre desde el momento en que gira el tornillo para la plastificación hasta cuando alcanza el volumen seleccionado para una inyección. Este tiempo se utiliza como seguridad en caso de que no haya material en tolva y el tornillo gire sin lograr alcanzar el volumen deseado.

- **Tiempo de Rotación.-** Es el tiempo que transcurre entre el posicionamiento de una estación frente al inyector y la siguiente estación.

- **Transientes.-** Son voltajes de alta magnitud (cientos a miles de voltios), pero de muy corto tiempo de duración, del orden de los nano o microsegundos.

- **Varistor.-** Dispositivo que limita el voltaje aplicado a un circuito o componente cortocircuitándolo físicamente cuando el mismo es superior a un máximo especificado y absorbiendo la energía resultante.

- **Velocidad de carga.-** Son las *r.p.m.* que da el tornillo sin fin en el momento de la plastificación.

- **Velocidad de Inyección.-** Es cuán rápido o lento ingresa el material dentro del molde, esta velocidad depende también del valor de presión seleccionado.

PRESUPUESTO APROXIMADO PARA EL INVENTARIO DE E/S PROPUESTO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	P.TOTAL
SIMATIC S7-200 CPU 226: DC/DC/DC 24DI/16DO	1	\$ 690.00	\$ 690.00
Sensor inductivo: diámetro 12mm, 1NA, PNP	76	\$ 36.60	\$ 2,781.60
Relés Estado Sólido: Entrada 24VDC – Salida 220VAC, 50Amp.	6	\$39.29	\$235.74
Disipador de calor	2	\$7	\$14
Contactora: 7.5KW/220V 30Amp.	1	\$114.87	\$114.87
Luz piloto rojo emergencia 12-30 VDC	13	\$ 20.03	\$ 260.39
Pulsador rojo paro de emergencia, 1NA+1NC, en caja	13	\$ 96.93	\$ 1,260.09
Tarjeta Electrónica de salida digital PLC	13	\$ 30.00	\$ 390.00
Manguera anillada de PVC 1/2" diámetro interior	30MT	\$ 0.29	\$ 8.70
Riel para soporte tipo DIN	1MT	\$ 2.00	\$ 2.00
Cables varios	300MT	\$ 0.13	\$ 39.00
Numeradores de cable varios	3000	\$ 0.05	\$ 150.00
Terminales varios	100	\$ 0.60	\$ 60.00
Varios			\$ 1,000.00
			\$7006.39