



ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO
SEDE LATACUNGA

FACULTAD DE INGENIERIA EN ELECTROMECHANICA

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO DE EJECUCION EN ELECTROMECHANICA

REPOTENCIACION Y AUTOMATIZACION DE UN INYECTOR
DE PLASTICO
MARCA MATEU & SOLE S.L

VICTOR HUGO COBOS MASAQUIZA

LATACUNGA - ECUADOR

ABRIL 2002

DEDICATORIA

Al esfuerzo, sabiduría, y nobleza de mis padres, mis hermanos, y todas aquellas personas que forman parte de mi vida, aquellos que no están presentes, y a todos los que un día influyeron en mi ser.

CERTIFICACION

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. Víctor Hugo Cobos Masaquiza, bajo nuestra dirección

Ing. Wilson Sanchez
DIRECTOR

Ing Miguel Carvajal
COORDIRECTOR

INDICE

PREFACIO

1.	Inyectoras de termoplásticos	1
1.1	Generalidades.	1
1.2.	Proceso.	1
1.3.	Tipos de inyectoras.	2
1.3.1.	Tipos constructivos.	2
1.4.	Ventajas de un inyector de plástico.	4
1.5.	Especificaciones técnicas de un inyector de plástico.	4
1.5.1.	Especificaciones de la unidad de inyección:	4
1.5.2.	Especificaciones de la unidad de cierre de moldes	5
1.5.3.	Especificaciones generales	5
1.6.	Partes constitutivas de un inyector de plástico.	6
1.6.1.	Sistema de plastificación.	6
1.6.1.1.	Transporte de material	6
1.6.1.2.	Unidad inyectora:	7
1.6.1.3.	Zonas de calentamiento	7
1.6.2.	Unidad de cierre	12
1.5.2.1	Sistemas de cierre por arrastre de forma	12
1.5.2.2.	Sistemas de cierre por arrastre de fuerza	13
1.5.3.	Sistema de refrigeración.	14
1.5.4.	Sistema oleohidráulico.	14
1.5.4.2.	Bomba hidráulica	15
1.5.4.3.	Tipos de bombas oleohidráulicas	17
1.5.4.4.	Elementos de gobierno.	19
1.5.4.5.	Actuadores.	23
1.5.4.6.	Equipo auxiliar.	24
1.5.4.7.	Montaje	25
1.5.5.	Mando y control de un circuito.	26

1.5.6.	Representación de desarrollos secuenciales.	28
1.5.6.1	Representación gráfica en forma de diagramas	28
1.5.6.2	Representación simbólica de los desarrollos secuenciales	32
1.5.7	Diagramas de funcionamiento	32
1.5.7.1	Cuadros de función “Grafcet”	33
1.5.7.2	Redes petri	36
1.5.7.3	Automatismo	40
1.5.7.4	Áreas de aplicación	41
2	Inyector de plástico marca Mateu & Sole S. L.	43
2.1	Descripción del equipo.	43
2.1.1	Sistema de plastificación	43
2.1.1.1	Control de temperatura	44
2.1.1.2.	Unidad de inyección	46
2.1.2	Sistema de cierre- apertura de matriz	46
2.1.3	Sistema de descarga del producto	47
2.1.4	Sistema oleohidráulico	47
2.1.4.1	Bomba hidráulica	48
2.1.4.2	Válvula de distribución	50
2.1.4.3	Regulador de caudal	51
2.1.4.4	Reguladores de presión	52
2.1.4.5	Unidad de medida y almacenamiento	52
2.1.5	Sistema de enfriamiento	53
2.1.6	Sistema de tuberías.	54
2.2.	Especificaciones técnicas del inyector Mateu & Sole S. L.	54
2.2.1.	Unidad de inyección:	54
2.2.2.	Especificaciones de la unidad de cierre de moldes	55
2.2.3.	Especificaciones generales	55
2.3.	Modo operativo del equipo.	55
2.3.1.	Secuencia de trabajo	56
2.4.	Rendimiento del inyector	58
2.5.	Evaluación del equipo.	58
2.6.	Costo operativo del equipo.	59

3.	Metodología de la automatización	61
3.1.	Generalidades.	61
3.2.	Reestructuración del equipo.	64
3.2.1	Determinación del estado óptimo de funcionamiento del equipo	66
3.2.2	Secuencia de trabajo.	66
3.2.3	Determinación del circuito del inyector	67
3.3	Sistema de calentamiento del inyector	67
3.3.1	Selección del control de temperatura	68
3.3.2	Selección del sensor de temperatura	68
3.4	Selección del sistema hidráulico.	69
3.4.1.	Selección de bombas oleohidráulicas	70
3.4.2.	Selección de motores oleohidráulicas	70
3.4.3.	Selección de válvulas direccionales	70
3.4.4.	Selección de válvulas reguladoras de caudal	71
3.4.5.	Selección de válvulas reguladoras de presión	71
3.4.6.	Selección de válvulas anti-retorno	71
3.5	Selección del sistema de mando	74
3.5.1	Mando manual, sostenido y programado	74
3.6	Sistemas automáticos	76
3.7	Análisis financiero	78
3.7.1	Flujo de fondos puro	79
3.7.2	Valor presente neto (VPN)	81
3.7.3	La tasa interna de retorno (TIR)	81
3.7.4	La relación costo beneficio (RCB).	82
3.8	Factibilidad del proyecto.	83
3.8.1	Valor presente neto (VAN).	83
3.8.2	La tasa única de retorno (TUR).	83
3.8.3	La relación costo beneficio (RCB).	83
3.8.4	Flujo de fondos incremental	83
3.9	Período de recuperación.	84
4.	Repotenciación y automatización del equipo	85

4.1.	Análisis y determinación de los parámetros de funcionamiento del equipo.	85
4.1.1.	Polímeros de trabajo	85
4.2.	Selección de los elementos requeridos	87
4.2.1.	Control de temperatura.	87
4.2.2.	Sistema hidráulico	88
4.2.2.1.	Selección de los elementos hidráulicos	90
4.2.3.	Sistema de refrigeración	97
4.2.4.	Sistema de arranque del motor.	98
4.2.5.	Sistema de mando.	98
4.2.6.	Sistema de control	99
4.3.	Diseño del circuito de control.	99
4.3.1.	Determinación de la secuencia de trabajo.	99
4.3.2.	Autómata.	101
4.3.3.	Modo operativo del inyector	102
4.3.3.1.	Mando manual	103
4.3.3.2.	Mando automático – semiautomático	103
4.3.3.3.	Tiempo de trabajo	104
4.3.4.	Montaje.	104
4.3.5.	Implementación del sistema	105
4.4.	Análisis financiero.	105
4.4.1.	Inversión inicial del proyecto	105
4.4.2.	Costos del proyecto	107
4.4.3.	Rendimiento del inyector	108
4.4.4.	Ingresos del proyecto	109
4.4.5.	Factibilidad del proyecto	111
4.4.6.	Período de recuperación.	112
	Conclusiones	113
	Recomendaciones	115
	Bibliografía	

PREFACIO

El proyecto se baso en el interés por demostrar y desarrollar métodos que ayuden a la utilización de máquinas, y equipos, que puedan prestar un servicio acorde con las exigencias de calidad del mundo moderno, tras el reemplazo de sus elementos y eliminando la posibilidad de adquirir un nuevo equipo, así se reduce los costos de inversión, buscando la motivación del desarrollo de la pequeña industria.

Puede generar el interés del empresario en la inversión de la actualización de su maquinaria o equipo, sin dejar de competir en la calidad, ni en la velocidad de producción.

El proyecto es un extracto de la investigación dentro de la producción del plástico, sus métodos, limitaciones, y enfocado al diseño de un mando capaz de gobernarlo y operarlo eficientemente.

Capítulo I

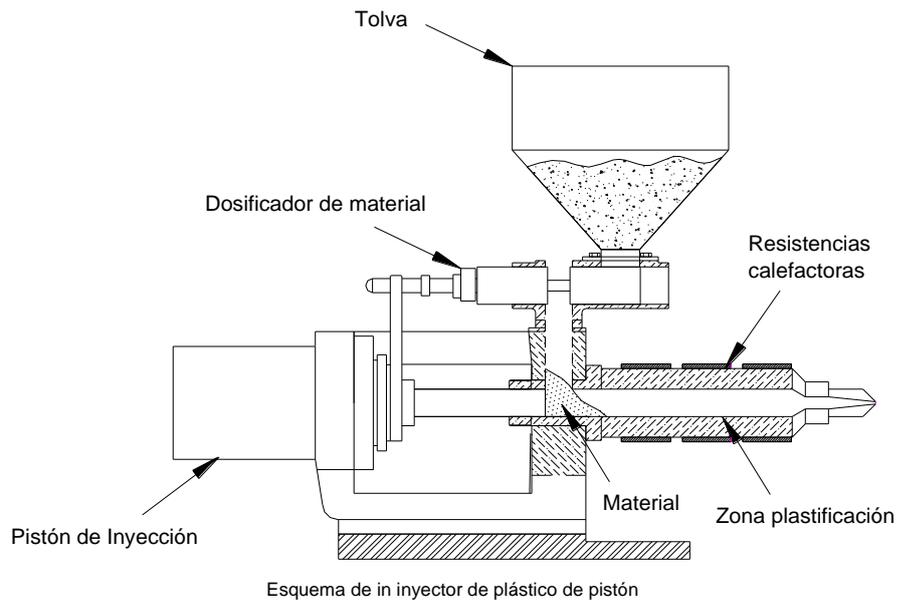
2. INYECTORAS DE TERMOPLÁSTICOS.

2.1. GENERALIDADES.

En la última década la industria del plástico ha desarrollado un notable crecimiento, el mismo que ha ido a la par de un desarrollo tecnológico bastante acelerado, y por consecuencia, reemplazando los equipos de operaciones manuales por equipos automáticos, en los cuales su proceso se lo realiza de manera altamente confiable, y sin la mayor participación del hombre, estas máquinas automáticas han desarrollado una industria en donde se ha podido establecer la creación de un producto de alta calidad, reduciendo al mínimo la generación de desperdicios durante su elaboración, además permitiendo su producción en un corto tiempo, y por tanto logrando una alta producción. Esto ha empujado a la industria al estudio de alternativas, a fin de poder repotenciar los equipos que a pesar de no contar con los últimos cambios tecnológicos generan un buen servicio, pues en la recuperación de éstos equipos con un perfil que posea la capacidad de competir con los actuales, permitirá un ahorro significativo, tanto en materia prima desperdiciada, y tiempo de fabricación, evitando la adquisición de nuevos equipos, puesto que la simple repotenciación de éstos, garantiza cubrir las necesidades de la industria.

1.7. PROCESO.

El material sólido (granulado) es vertido en una tolva, la misma que lo envía al dosificador, que provisto por un sistema mecánico de carga del material, determina la porción adecuada de materia prima, para la aplicación a la que va a ser efecto, a continuación el material es enviado hacia la zona de plastificación, en donde el material es transformado de su composición sólida, a una composición líquida, posteriormente este material es enviado hacia la zona de plastificación donde se homogeniza el material, de esta manera el material se encuentra listo a ser inyectado en la matriz.



La matriz será llenada en un solo paso de inyección por lo que la cantidad dosificada deberá ser regulada en función de la matriz a ser utilizada. La plastificación del material se debe a la fricción que existe entre este, y las paredes del cilindro las mismas que se encuentran a una elevada temperatura debido al calor añadido por un conjunto de resistencias calefactoras, la cantidad de calor que se debe añadir esta en función de las características físico-químicas del material a inyectarse.

1.8. TIPOS DE INYECTORAS.

Existe una gran variedad de máquinas inyectoras, las mismas que se las puede clasificar ya sean por su concepción constructiva, tipo de proceso, elementos de montaje (sistemas de accionamiento).

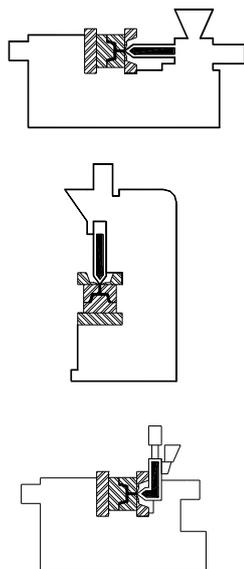
1.8.1. TIPOS CONSTRUCTIVOS.

Inyectoras horizontales, en donde las unidades de inyección y cierre trabajan en el eje horizontal, y su alineación es axial.

Inyectoras verticales, se caracterizan por tener las unidades de inyección y cierre, en el eje vertical, y alineadas axialmente. Sin embargo, es importante anotar que existen ciertas variantes en las máquinas de inyección, en algunos casos la unidad de inyección del material, esta dispuesta perpendicularmente a la unidad de cierre, por otro lado existen máquinas inyectoras denominadas especiales, el fin de su creación fue la de resolver casos particulares, y su variante consiste en el proceso de inyección del material a la matriz, tales como las máquinas de inyección Mono-sanduche, y el tipo multicomponetes (sándwich).

Mono-sanduche Le permite rellenar el núcleo o matriz de su producto con un material de segunda calidad mientras que la capa exterior (la que se ve de su producto) es de un material muy fino. Esto le permite usar un remolido con características inferiores o pigmentado de otro color. Otro beneficio puede ser el ahorro de pigmentos costosos, porque les permite colorear solamente la capa exterior. Hay un sinfín de aplicaciones y todo trabajando con sus moldes convencionales

Multi-componentes. El producto sale terminado de la máquina, y no requiere ningún post-proceso. Se pueden combinar varios colores o también materiales, con características diferentes. Todo se realiza en una sola inyección (o más bien en un solo golpe de la máquina).



Inyector horizontal, la inyección del material se efectúa en línea recta perpendicularmente al plano de separación del molde

1.9. VENTAJAS DE UN INYECTOR DE PLÁSTICO.

Entre las ventajas de un inyector de plástico podemos mencionar las siguientes:

- Un inyector de plástico esta diseñado para la elaboración de elementos, y dispositivos de plástico, basándose en una matriz prediseñada.
- El pigmento es inyectado a una elevada presión y temperatura adoptando la forma que posee la matriz.

Inyector vertical, la inyección del material adopta un curso rectilíneo y se efectúa verticalmente hacia abajo, perpendicularmente al plano de separación del molde

Inyector mixto, el cilindro de inyección esta desviado verticalmente. El cilindro se desvía en un ángulo de 90° a dirección horizontal, y penetra perpendicularmente al plano de separación en el molde

- Máxima exactitud de forma y dimensiones de las piezas inyectadas
- Posibilidad de formación de orificios, refuerzos, ajustes y marcas, así como la inserción de elementos de otros materiales, con lo que la producción se hace completa (las piezas quedan considerablemente listas para el montaje)
- Superficies lisas y limpias de las piezas inyectadas.
- Buenas propiedades de resistencia a pesar de espesores de paredes muy finas, con una configuración de las piezas adecuada al proceso y al material.
- Múltiple posibilidad en cuanto a un ennoblecimiento posterior de las superficies.
- Rápida producción de gran cantidad de piezas en moldes duraderos con una o varias cavidades.
- Aprovechamiento del material empleado.

1.10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE UN INYECTOR DE PLÁSTICO.

Las especificaciones o características técnicas proporcionadas por el fabricante son aquellas correspondientes al funcionamiento o prestaciones de la máquina, a continuación se nombra las características más importantes dadas por los fabricantes de inyectores de plástico:

1.10.1. ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD DE INYECCIÓN.

- *Diámetro del husillo (mm)*, es el diámetro externo del husillo que plastifica e inyecta el material en el molde
- *Relación L/D del husillo*, es la relación entre la longitud útil del husillo (L) y el diámetro externo (D).
- *Máxima presión de inyección (bar o kgf/cm²)*, que se aplica al termoplástico para ser inyectado en el molde.
- *Volumen teórico de inyección (cm³)*, generado por el husillo durante su fase de inyección.
- *Capacidad de inyección (gr)*, que la máquina puede inyectar en el molde.
- *Capacidad de inyección (cm³/seg)*, es el volumen que la máquina puede inyectar en un segundo.

- *Velocidad máxima de rotación del husillo (rpm)*, que se puede alcanzar durante la etapa de plastificación.
- *Potencia instalada del calentamiento del cilindro de plastificación (Kw)*, que es la potencia máxima de las resistencias instaladas sobre el cilindro de plastificación.
- *Potencia del motor hidráulico o eléctrico que acciona el husillo (HP)*, es la potencia disponible para hacer girar el husillo en su etapa de plastificación.
- *Par máximo del husillo (N-m o Kgf-m)* es el momento de torsión máximo disponible durante la rotación de la fase de plastificación.
- *Número de zonas de calentamiento del cilindro*, es el número de zonas de calentamiento con control independiente de temperatura.

1.10.2. ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD DE CIERRE DE MOLDES.

- *Fuerza de cierre en el molde (TN o KN)*, es la máxima fuerza con que se puede cerrar el molde.
- *Mínimo y máximo espesor (altura) del molde (mm)*, indica el espesor máximo, y mínimo del molde que se puede montar en las placas del sistema de cierre – apertura de la máquina.
- *Carrera de la platina móvil (mm)*, es la máxima carrera de apertura de la placa móvil.
- *Distancia entre columnas*, es la máxima distancia entre las columnas de deslizamiento de la placa móvil, sirve para definir el máximo ancho del molde.

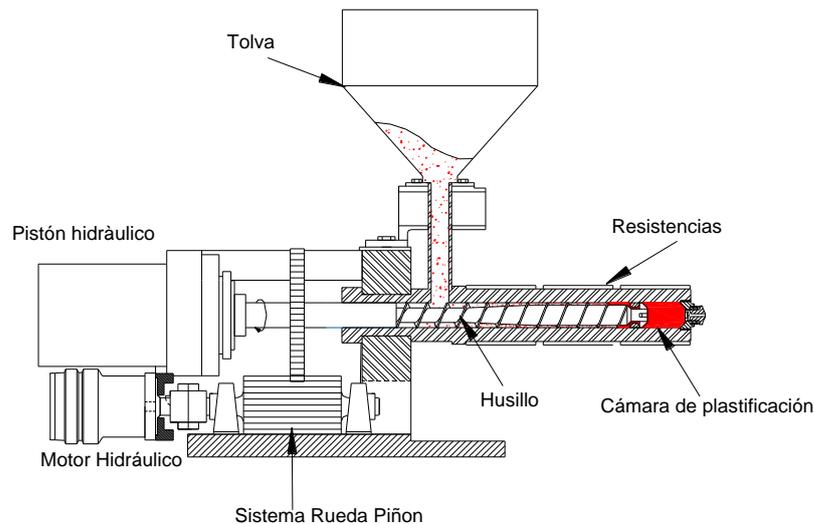
1.10.3. ESPECIFICACIONES GENERALES.

- *Potencia del motor eléctrico (HP)*, potencia del motor eléctrico que acciona el sistema hidráulico del inyector.
- *Potencia máxima instalada (Kw)*, sobre la máquina y corresponde a la suma de la potencia del motor eléctrico y la potencia de las resistencias eléctricas utilizadas en el cilindro de plastificación.

1.11. PARTES CONSTITUTIVAS DE UN INYECTOR DE PLÁSTICO.

1.11.1. SISTEMA DE PLASTIFICACIÓN.

Es el sistema encargado de la disgregación del material, a fin de ser inyectado en la matriz, y esta conformado por varios elementos, tales como la unidad inyectora, y sus controles de temperatura.



Sistema de plastificación, inyector horizontal de tornillo – pistón.

1.11.1.1. TRANSPORTE DE MATERIAL.

El material es enviado desde la tolva de carga del material, hacia la cámara de plastificación, a través de los filetes del husillo, a su eje es acoplado un motor hidráulico ya sea de forma directa, o por un sistema de transmisión (rueda-piñón), de tal modo que se crea un movimiento rotatorio, aprovechado junto con los filetes del husillo, para transportar el material desde la zona de carga hacia la cámara de plastificación, el material toma entonces una trayectoria helicoidal desde el inicio hacia el final del transporte.

1.11.1.2. UNIDAD INYECTORA.

Es la que se encarga de introducir el material en la matriz predeterminada, este sistema es el que produce la disgregación del material, el llenado del molde se realiza en un solo golpe de inyección, siendo este tiempo un parámetro importante, y determinado por el tipo de material que a trabajar, debiéndose hacer las siguientes consideraciones en la elección del tiempo de inyección:

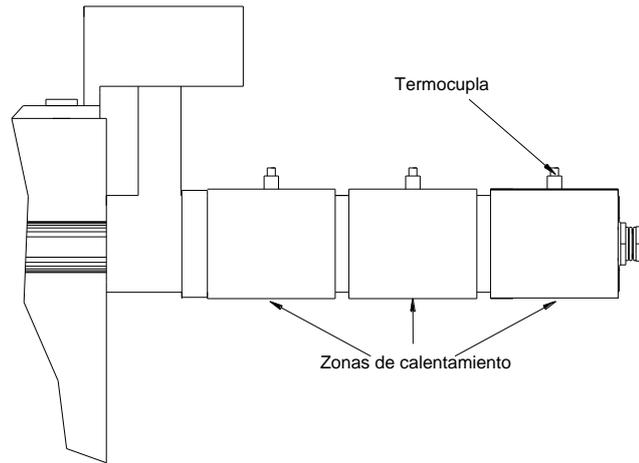
- La elaboración de materiales con estrechas tolerancias de fluidificación exige por lo general un rápido llenado del molde
- En piezas de grandes espesores, es necesario un tiempo de llenado corto.
- Piezas con paredes extremadamente finas, requieren un llenado del molde lento.
- Fabricación de piezas con varios espesores, el tiempo de llenado es corto.
- Si existe la inserción elementos metálicos dentro de las piezas requiere un tiempo de trabajo largo.

1.11.1.3. ZONAS DE CALENTAMIENTO.

La unidad inyectora debe ser calentada en diferentes zonas a fin de poder obtener una óptima disgregación del material, cada zona deberá poseer una temperatura propia, que será dependiente de su ubicación en el cilindro.

La primera zona tiene la misión de entregar el calor suficiente para que el polímero alcance la temperatura de ablandamiento, que es cuando el polímero inicia su cambio de estado sólido, en la segunda zona el polímero alcanza la temperatura de fusión, mientras que en la última zona se llega a la temperatura de inyección, esta última es crítica por lo que se requiere un excelente control de la temperatura, evitando una degradación del material.

Cada zona de calentamiento debe poseer un control de su temperatura que consiste de dispositivos de captación de la temperatura (termocuplas), y elementos comparadores de datos (controles).



Zonas de calentamiento del inyector, con sus respectivas termocuplas

1.11.1.3.1. TERMOCUPLAS.

Es un sensor de temperatura, su uso es muy común en la industria de plástico, fundiciones de metales, hornos; está compuesta por dos alambres de distinto material unidos en un extremo donde forma una junta, dicha unión al estar sometida a un cambio de temperatura genera en los extremos opuestos un voltaje en el orden de los milivoltios (efecto Seebeck). Para cada grado centígrado corresponde un valor de voltaje en el extremo de la junta (ANEXO A), siendo un medio efectivo al momento de verificar el funcionamiento de un termocupla, el voltaje es proporcional a la temperatura aplicada en la junta, y propio de cada elemento.

Existe una infinidad de termocuplas su diferencia radica en el tipo de material que está conformada, su configuración esta enfocada a brindar un amplio rango de medida, entre las termocuplas más comunes se puede encontrar las siguientes:

Termocupla tipo E, junta de cromel y constantán, puede usarse en vacío o en atmósfera inerte, medianamente oxidante o reductora. Se puede usar para temperaturas entre -200 a $+260^{\circ}\text{C}$

Termocupla tipo T, junta de cobre y constantán, presenta una elevada resistencia a la corrosión por humedad atmosférica, condensación, se utiliza en atmósferas oxidantes o reductoras. Su rango de medición comprende -200 a $+900^{\circ}\text{C}$.

Termocupla tipo J, junta de hierro y constantán, adecuado en atmósferas con escaso oxígeno libre, la corrosión del hilo se vuelve crítica por encima de los 550°C, siendo necesario un mayor diámetro del hilo hasta su temperatura límite de 750°C, es muy utilizada en la industria de plástico.

Termocupla tipo K, junta de cromel y constantán, son recomendables en temperaturas de trabajo de 550 a 1250°C, con atmósferas oxidantes no se debe utilizar en atmósferas reductoras, ni sulfurantes.

1.11.1.3.2. CONTROLADORES.

Es aquel que recoge la señal que desarrolla la termocupla, y la compara con el valor fijado, determina el error y emite una señal de control que actúa sobre la resistencia de calentamiento, según el algoritmo de control que tenga implementado, existen diferentes modos de control, entre los más difundidos están los siguientes:

El modo de **control ON/OFF** es lo más elemental y consiste en activar el mando de calentamiento cuando la temperatura está por debajo de la temperatura deseada SP (set point) y luego desactivarlo cuando la temperatura esté por arriba. Inevitablemente debido a la inercia térmica del elemento a controlar (cilindro de plastificación) la temperatura estará continuamente fluctuando alrededor del SP. La inercia térmica es consecuencia del retardo en la propagación del calor en el interior del cilindro desde la resistencia calentadora hasta el sensor de temperatura, dichas fluctuaciones aumentarán cuanto mayor sea la inercia térmica, evidentemente este algoritmo de control no es el más adecuado cuando se desea una temperatura constante y uniforme, ofreciendo la ventaja de provocar poco desgaste en los contactores electromecánicos, pues estos se activan y desactivan lo mínimo necesario, estas desventajas pueden ser eliminadas a través de acciones de control manejadas por ciertos controles, como son:

La acción proporcional, consiste en mantener dentro de un porcentaje de variación de la temperatura deseada (banda proporcional), los controladores que usan este tipo de acción se los conoce como controladores tipo P, tienen un control satisfactorio, sin embargo ocurre con frecuencia un error estacionario denominado offset, que en ciertos procesos se consideran intolerables; aparentemente este error puede ser eliminado con la disminución de la banda

proporcional, pero cuando esta se acerca a cero el sistema se vuelve inestable, asemejándose a un control ON/OFF. Por tal motivo es necesario introducir un error estacionario, que nos ayudaría a mantener constante la temperatura.

La acción integral, este presenta una gran ventaja, garantiza un error residual cero debido a la integración de dicha señal, logrando de esta manera que el valor fijado (set point) sea igual al valor presente (present value), sin embargo la desventaja de este tipo de control es que no existe una buena estabilidad y rapidez de respuesta.

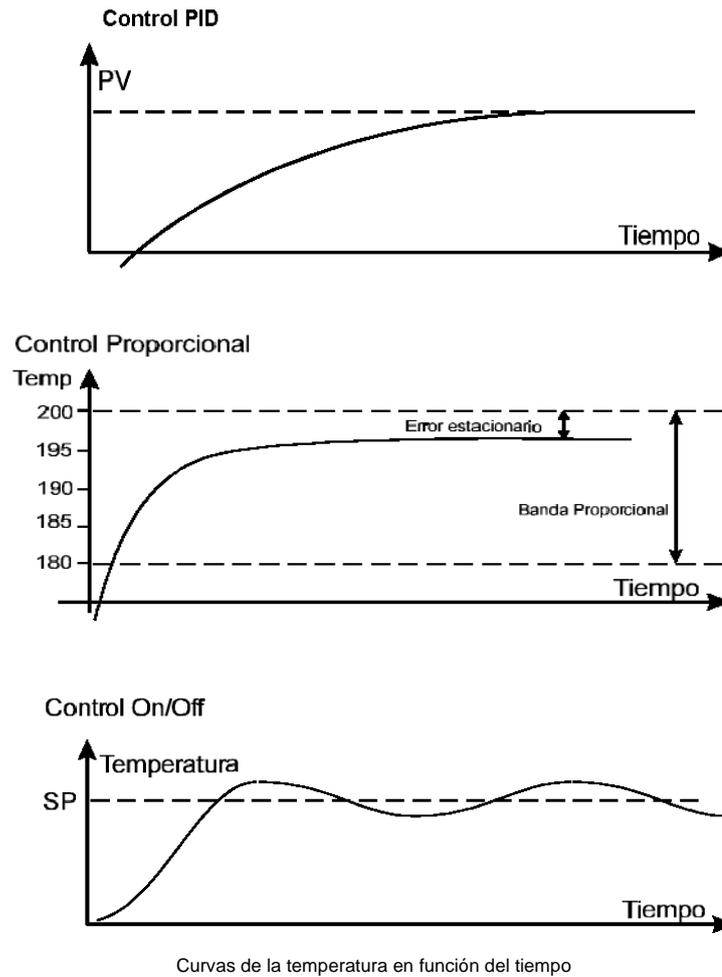
La acción derivativa, es un modo de control que se basa en la velocidad de la variación de la señal de error, lo cual es muy útil pues reduce el tiempo de estabilización del sistema, evitando oscilaciones continuas.

Existen controles pueden combinar las acciones de control antes mencionadas, con el fin de tomar las ventajas de cada uno, eliminando simultáneamente sus desventajas.

Modo de control proporcional – integral (PI), siendo un control que aprovecha las ventajas de un control proporcional y uno integral, eliminando de esta manera el error residual, pues se reduce el offset generado por la acción proporcional.

Modo de control proporcional – derivativo (PD), esta combinación mejora notablemente la velocidad de respuesta del control, no obstante, no se elimina el error residual manteniéndose un offset en el proceso.

Modo de control proporcional – integral – derivativo (PID), es el algoritmo de control mas utilizado, surge como resultado de la combinación de las tres acciones de control antes mencionadas, su ventaja es el reducir el error estacionario, y se mejora la velocidad de respuesta de acuerdo con el proceso, generándose por tanto un sistema y un controlador **estable**.

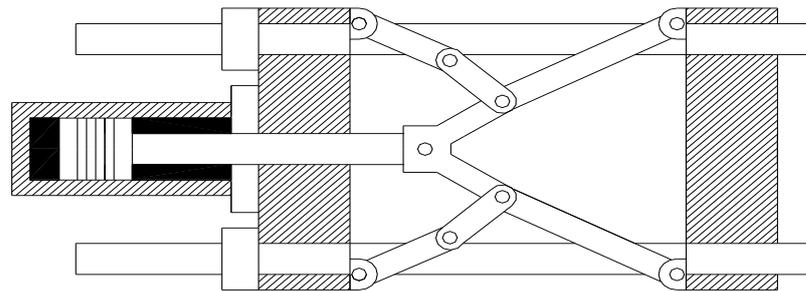


1.11.2. UNIDAD DE CIERRE.

Son mecanismos que tienen la finalidad de efectuar el movimiento hacia la posición de cierre y apertura del molde durante el ciclo de trabajo de la máquina, destacándose dos tipos de sistemas de cierre para las máquinas de inyección. El sistema por arrastre de la fuerza, donde el cierre del molde se realiza exclusivamente con ayuda de uno o varios cilindros hidráulicos, y el sistema de arrastre de forma, accionado hidráulica, o electromecánicamente, en donde el cierre del molde se lo realiza mediante elementos de cierre mecánicos autobloqueables. Ambos sistemas se encargan de mantener cerrada la matriz con una fuerza que se opone a la que se genera por causa de la presión interior del molde.

1.5.2.2 SISTEMAS DE CIERRE POR ARRASTRE DE FORMA.

Se emplean en general sistemas de palanca acodadas o extensoras sencillas o dobles. El bloqueo de este sistema es eficiente siempre y cuando menos elementos rígidos contenga la construcción, el sistema debe presentar una construcción sin oscilaciones y con precisión, a fin de cumplir las altas exigencias que se impone en el sistema de cierre.



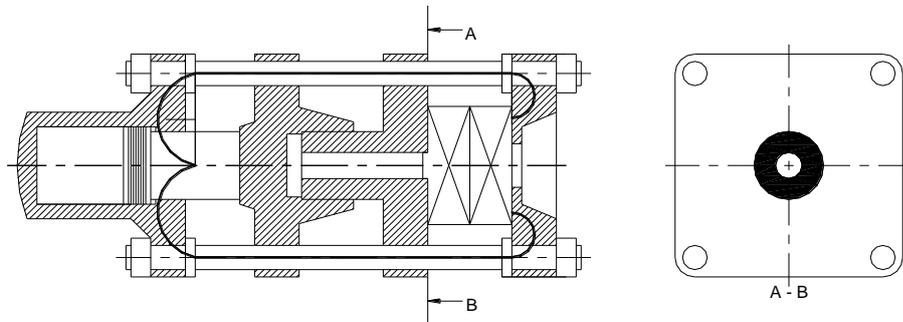
Esquema de un sistema de cierre por arrastre de forma

Se debe tener en cuenta que la posición extendida de la placa articulada determina la posición final del plato porta-molde lado extractor, y por lo tanto la fuerza de accionamiento es efectiva solo hasta alcanzar la posición extendida de la palanca articulada. La fuerza de cierre del molde propiamente dicha de esta unidad articulada, consiste en una fuerza de resorte producida por la deformación elástica de los elementos constitutivos que producen el cierre del molde. Esta deformación es producida en general por el correspondiente ajuste de las tuercas de los vástagos, que limitan el camino de la placa porta-molde lado boquilla. La unidad de cierre se ajusta de tal modo que, estando el molde cerrado, las citadas tuercas mantengan firme al plato porta-molde.

El sistema de cierre por arrastre de forma presenta una ventaja en la posibilidad de regulación de la velocidad de cierre y apertura del molde, a través de válvulas reguladoras de caudal, conectadas al pistón de accionamiento del sistema.

1.5.6.2. SISTEMAS DE CIERRE POR ARRASTRE DE FUERZA.

Consiste en el cierre de la matriz a través de una fuerza de sostenimiento hidráulica, esta fuerza se puede determinar por medio de la lectura del manómetro la carga hidráulica que actúa sobre el pistón de cierre y multiplicando este valor por la superficie de impulsión. Este tipo de sistemas requiere, en su funcionamiento, una cantidad de aceite mucho mayor que en el sistema analizado anteriormente, por tanto este tipo de sistemas es utilizado en equipos donde se tiene elevadas presiones de inyección, las que serían difícilmente controlables por los sistemas por arrastre de forma.



Esquema de un sistema de cierre por arrastre de fuerza

1.5.7. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.

La zona de carga de un inyector permanece en contacto con las zonas de calentamiento, por tal motivo tiende a la absorción de temperatura, creando un serio problema durante el trabajo del sistema de inyección, y de no existir este sistema se podría obtener una plastificación en la etapa de carga del material, taponando la entrada del mismo y evitando el funcionamiento del equipo.

La matriz debe poseer una temperatura baja a fin de que el material ingresado en el molde pueda adquirir las características requeridas para el desmoldeo, a más de la matriz, y zona de carga del tornillo, el aceite debe poseer una temperatura máxima de calentamiento durante su funcionamiento, de esta manera se podrá mantener las características necesarias durante el trabajo.

Por estas razones es necesario establecer un sistema que sea el encargado de evitar el calentamiento de parte del equipo el cual debe mantener una temperatura relativamente baja en comparación a la temperatura del sistema de inyección.

Estos sistemas de refrigeración están basados en la transferencia de calor por convección, es decir, es un proceso de transferencia de energía ya sea entre una superficie y un fluido que se mueve sobre esta, siendo el proceso de transferencia influenciado por el movimiento de las partículas del fluido, esta convección es del tipo forzada, ya que el movimiento del fluido es accionado por una bomba hidráulica.

1.5.8. SISTEMA OLEOHIDRÁULICO.

Las máquinas de inyección utilizan para su funcionamiento, sistemas de hidrotensión, estos se destacan por su larga vida, seguridad de operación, así como también de la posibilidad de regular el trabajo; esto se refleja en un funcionamiento libre de sacudidas, y escalonamientos este tipo de sistemas tiene la posibilidad de trabajar a grandes presiones durante un largo período de tiempo, manteniendo una prevención automática ya sea en caso de sobrecargas en el sistema. Los sistemas de hidrotensión, utilizan fluidos tales como el agua, y ciertos aceites minerales, como medio de transmisión de energía. El uso de aceites minerales en inyectores generan una serie de ventajas tales como:

- Actúan como un medio lubricante, para todos los elementos que están sometidos a fricción.
- Evitan la corrosión de los elementos que pertenecen al circuito del inyector.
- Tienen mayor estabilidad en su composición química.

Los sistemas de hidrotensión utilizan agua como medio de transmisión de energía solamente en el caso de existir grandes máquinas, separadas, e

instalaciones de acumuladores que alimentan simultáneamente a grupos de máquinas, la principal ventaja del agua como medio de transmisión es su viscosidad constante, entre sus desventajas tenemos:

- El agua no es lubricante, por tal motivo las bombas no deberán girar a velocidades elevadas.
- El agua favorece a la corrosión de los elementos que pertenecen al sistema de transmisión.
- El agua posee una baja viscosidad, lo que explica el uso de válvulas de gran voluminosidad.
- Su temperatura de trabajo no podrá ser inferior a 0° C.
- El agua en su composición natural posee ciertos minerales, los mismos que tienden a adherirse a las paredes internas de las cañerías, reduciendo su capacidad de transmisión.

1.5.8.2. BOMBA HIDRÁULICA.

La bomba hidráulica es el mecanismo capaz de convertir la fuerza mecánica en hidráulica, es el componente que se encarga de generar el movimiento del fluido requerido para la transmisión de energía en la máquina de inyección. Las bombas hidráulicas utilizadas en las máquinas de inyección son de desplazamiento positivo, llamadas así por que además de producir el caudal para el líquido, lo sostiene contra la resistencia opuesta a la circulación. La potencia teórica en CV, absorbida por una bomba, esta expresada por la fórmula:

$$P_{teor.} = \frac{p \cdot Q_t}{450} \quad (1.1)$$

en donde:

P_{teor} = potencia de salida (CV)
 p = presión de salida (kg/cm^2)
 Q_t = caudal teórico (lt/min.)

Caudal, es el volumen de aceite que entrega la bomba en una unidad de tiempo, a una velocidad establecida, existen bombas que generan un caudal constante entregando siempre el mismo volumen de aceite al variar la velocidad de giro de la bomba, en este caso variando la presión del circuito, mientras que las bombas de caudal variable actúan en función del volumen de aceite, a pesar de no variar la velocidad de giro de la bomba, manteniendo así constante la presión.

PRESIÓN, ES LA PRESIÓN MÁXIMA QUE PUEDE GENERAR UNA BOMBA, A UN CAUDAL ESPECIFICADO.

Velocidad de giro, de éste se partirá para calcular el tipo de mecanismo que proveerá el movimiento.

Rendimiento, es el determinante en la elección de una bomba, en general las bombas poseen tres tipos de rendimientos:

- *Rendimiento volumétrico* μ_V , es debido a fugas internas de las bombas

$$\mu_V = \frac{\text{Caudal efectivo que entrega la bomba}}{\text{Caudal teórico en condiciones ideales}} \quad (1.2)$$

- *Rendimiento mecánico* μ_C , este rendimiento se debe a la fricción de las piezas en movimiento.

$$\mu_C = \frac{\text{Presión efectiva}}{\text{Presión teórica}} \quad (1.3)$$

- *Rendimiento total* μ_T , es el producto del rendimiento volumétrico, y el rendimiento mecánico.

$$\mu_T = \frac{\text{Potencia efectiva que entrega la bomba}}{\text{Potencia mecánica que absorbe}} \quad (1.4)$$

1.5.8.3. TIPOS DE BOMBAS OLEOHIDRÁULICAS.

Existen varios tipos de bombas tales como:

1. Bombas de caudal constante

a. Engranajes

- Externos
- Internos
- Lobulares

b. Paletas

- Rotor
- Equilibradas

c. Tornillo sin fin manuales

2. Bombas de caudal variable:

a. Paletas sin equilibrar

b. Pistones

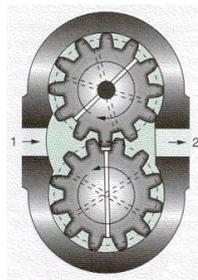
- Axiales
- Radiales
- Ejes inclinados o barriletes

BOMBAS DE ENGRANAJES.

Son de caudal constante, estas bombas trabajan con aceites que poseen una viscosidad de 21, a 61 Engler, su margen de trabajo según su tamaño comprende, entre 1 a 600 l/min, con una presión de trabajo que va desde los 15 a 175 kg/cm², y su velocidad de trabajo va desde los 500 a 3000 rpm. Estas bombas se dividen en bombas de engranaje externo, e interno.

BOMBAS DE ENGRANAJE EXTERNO.

Constan de dos engranajes acoplados dentro de una caja, el eje de la bomba hace girar uno de los engranajes el mismo que arrastra al otro, el continuo movimiento de los engranajes conduce al aceite desde la succión entre las cavidades de los dientes, y las paredes internas de la carcasa de la bomba, hacia el extremo final de la misma, ya aquí el fluido es obligado a la salida, los dientes en el centro hacen el cierre hermético. La siguiente fórmula nos da la posibilidad de calcular el caudal generado por una bomba de engranajes partiendo de sus dimensiones constructivas:



$$Q = 2.22 \cdot \pi \cdot a \cdot m \cdot b \cdot n \cdot \mu_v \quad (1.5)$$

$$Q = [\text{mm}^3/\text{min}]$$

en donde:

a = distancia entre centros (mm)

m = módulo del diente (mm)

b = ancho de la rueda (mm)

n = rpm (rev/min)

μ_v = rendimiento volumétrico (0.8 - 0.9)

1.5.8.4. ELEMENTOS DE GOBIERNO.

Los elementos de gobierno son aquellos que permiten el control de una instalación oleohidráulica, su control abarca la regulación de caudal, presión, distribución del aceite.

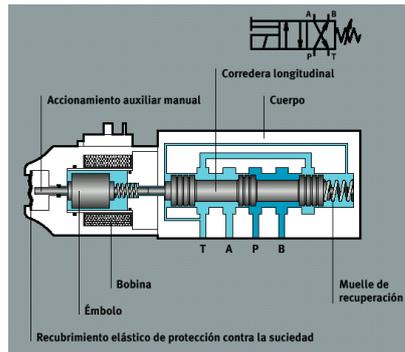
Existe una infinidad de válvulas, que serán seleccionadas según los requerimientos del sistema a diseñar, las principales características a ser analizadas previa selección son:

- Rango de regulación
- Precisión
- Presión de pilotaje (máxima, y mínimo)
- Rango de viscosidad admisible en condiciones de trabajo
- Rapidez a la respuesta, este es el tiempo comprendido entre el accionamiento, y la respuesta.
- Rapidez de retorno a su posición inicial, es el tiempo de respuesta de la válvula después de su accionamiento.
- Mantenimiento de la posición, esta características debe ser constante e independiente del caudal que circula.
- Sensibilidad a los contaminantes

1.5.8.4.1. TIPOS DE VÁLVULAS.

VÁLVULAS DISTRIBUIDORAS.

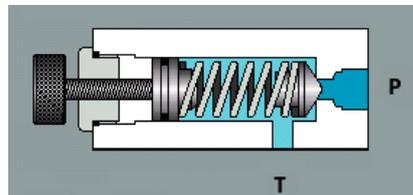
Son las encargadas de establecer el destino del fluido, en un circuito. Existe una variedad de válvulas distribuidoras, diferenciadas por el número de vías y posiciones que pueden presentar, además debemos conocer su forma de accionamiento, que puede ser mecánica, eléctrica, entre otras. Las vías son los caminos que el aceite puede tomar dentro de la válvula, mientras que las posiciones representan los diversos estados que puede adoptar la válvula dentro del circuito.



Válvula direccional 4/2 de accionamiento eléctrico y retorno por resorte

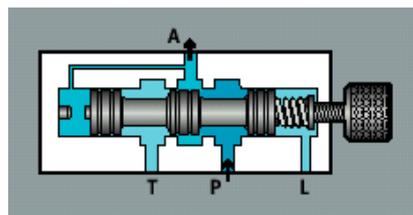
VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN.

Válvulas de seguridad, su misión es la de proteger a los elementos de una instalación hidráulica, ya que limita la **presión máxima** del circuito, se la debe ubicar de manera que esté lo más cerca posible de la bomba, son válvulas normalmente cerradas llegando a funcionar solamente en el caso de llegar a la presión preestablecida, estas válvulas se encuentran en el circuito, en derivación.



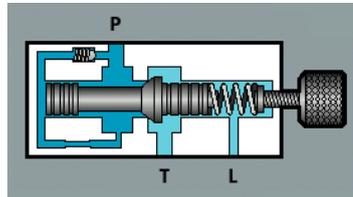
Válvula de seguridad

Válvulas de alivio, tienen la misión de limitar la **presión** del circuito, a diferencia de las válvulas de seguridad son válvulas normalmente abiertas, que mantienen una presión fija durante el funcionamiento del circuito, son colocadas en serie de la línea de presión.



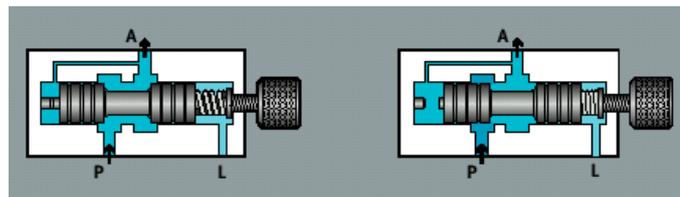
Válvula de alivio de presión

Válvulas limitadoras de presión, son válvulas que entran en funcionamiento cuando el circuito alcanza la presión fijada, se las coloca en derivación y su misión es la de limitar la presión de pistones, o motores.



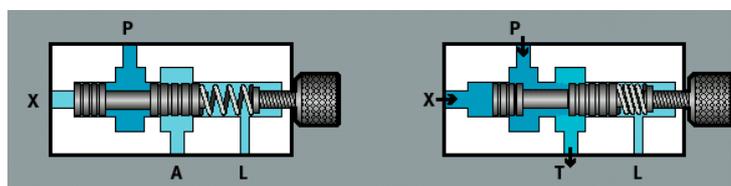
Válvula limitadora de presión

Válvulas reductoras de presión, ubicadas en serie, son válvulas NORMALMENTE ABIERTAS, utilizadas para alimentar subcircuitos que deben trabajar a presiones menores a las establecidas en las válvulas de seguridad, estas válvulas mantienen la presión constante circule, o no circule aceite.



Válvula reductora de presión

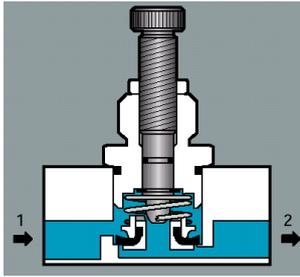
Válvulas de secuencia, permiten la apertura o cierre de un paso cuando se ha llegado a una presión preestablecida.



Válvula de secuencia

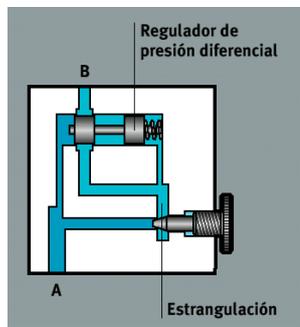
VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL.

Válvulas reguladoras de caudal no compensadas, regulan el caudal de paso a través de la línea dependiendo de las diferencias de presión antes y después del estrangulamiento, a más de la viscosidad del aceite.



Válvula reguladora de caudal no compensada

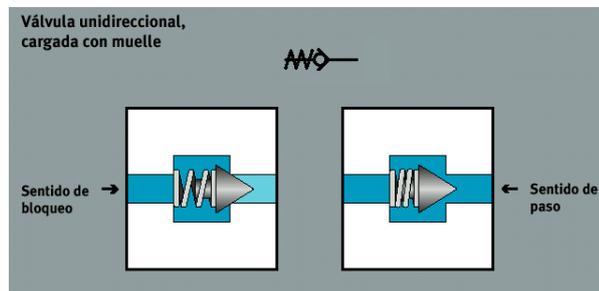
Válvulas reguladoras de caudal compensadas, regulan el caudal de paso a través de la línea, manteniendo la caída de presión constante.



Válvula reguladora de caudal compensada

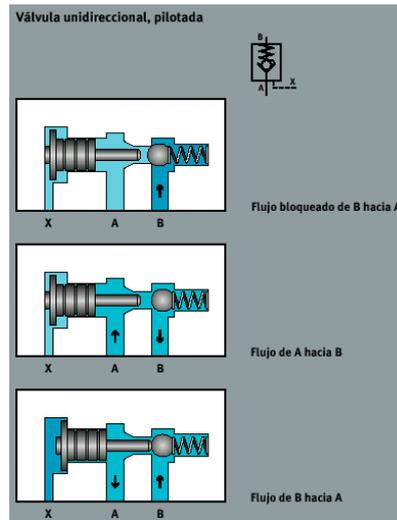
VÁLVULAS UNIDIRECCIONALES.

Válvulas unidireccionales, están diseñadas para permitir la circulación del fluido en un solo sentido.



Válvula anti-retorno

Válvulas unidireccionales pilotadas, están diseñadas para permitir la libre circulación del fluido en un sentido, y obstruya el flujo de regreso, hasta que se abra por medio de una señal de presión (piloto)



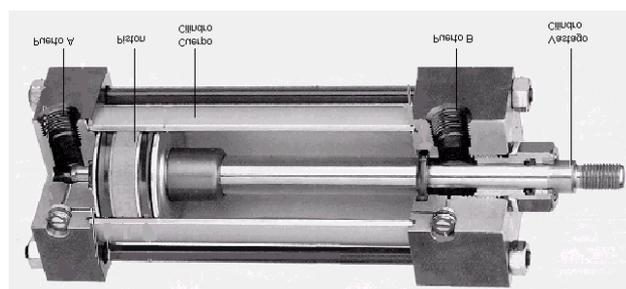
Funcionamiento de una válvula anti-retorno pilotada

1.5.8.5. ACTUADORES.

Los actuadores hidráulicos son los dispositivos finales de un circuito, son aquellos que realizaran las funciones de actuación dentro de la máquina bajo el mando de las válvulas ya mencionadas, los actuadores hidráulicos son:

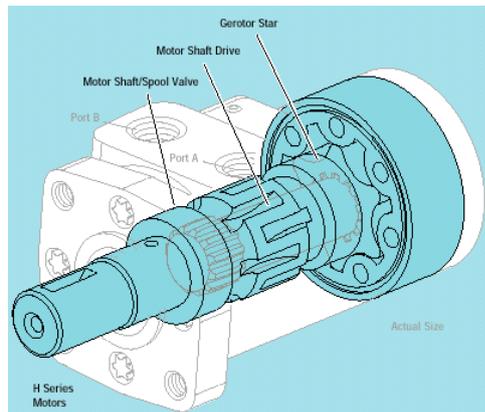
- Pistones
- Motores

Los pistones son utilizados cuando la energía hidráulica debe convertirse en un desplazamiento lineal de una fuerza, existe una variedad de pistones (de simple efecto, de doble efecto, diferenciales entre otros) y su diferencia radica en el trabajo para el cual están destinados, sin embargo, su principio de funcionamiento es común para todos.



Esquema de un pistón oleohidráulico, muestra sus partes constructivas

Los *motores hidráulicos* son aquellos que están encargados de convertir la energía hidráulica en mecánica, esta se refleja en el movimiento rotacional en un eje, tiene muchas ventajas ya que se puede regular fácilmente su velocidad, y poseen un alto torque de trabajo.



Esquema de un motor oleohidráulico, muestra sus partes constructivas

1.5.8.6. EQUIPO AUXILIAR.

Filtros son los encargados de evitar que cualquier impureza ingrese a la bomba, es muy importante para la duración de los elementos hidráulicos ya que garantiza un aceite limpio, no contaminado.

Presóstatos, están encargados de abrir o cerrar circuitos eléctricos cuando se alcanza cierto valor de presión preseleccionada de antemano, esta señal eléctrica manda bombas, electroválvulas o cualquier otro elemento de mando eléctrico.

Termostato, su funcionamiento esta basado según los cambios de temperatura, y es capaz de abrir o cerrar un circuito eléctrico cuando este alcanza una temperatura preseleccionada.

Manómetros, es el instrumento que sirve para medir la presión del sistema,

Vacuómetro, son instrumentos que miden presiones menores a la atmosférica, se utiliza para medir la presión existente a la entrada de la bomba

Medidor de caudal (caudalímetro), son diseñados con el fin de medir el caudal del aceite circulante en los circuitos oleohidráulicos, generalmente son unidireccionales

1.5.8.7. MONTAJE.

El montaje de un sistema hidráulico puede ser realizado de dos formas, a través de un sistema de tuberías, o por medio de los sistemas modulares. El término tuberías abarca las varias clases de líneas conductoras que llevan el fluido hidráulico entre los componentes, existe tres tipos de tuberías que son las tuberías de acero, tubing de acero y la manguera flexible. Este tipo de montaje presenta varias desventajas entre las que podemos mencionar el gran espacio que se requiere para el montaje total del circuito.

Los montajes modulares, se caracterizan por eliminar sustancialmente el uso de tuberías para la comunicación del fluido entre los elementos de un sistema hidráulico, siendo montados en placas bases, especialmente diseñadas, que están encargadas de distribuir el fluido hacia la válvula distribuidora, e incluso permite el uso de elementos tales como reguladores de presión, válvulas direccionales, entre la placa y la válvula distribuidora. Otra variante del montaje modular es el uso de un colector común, que consiste en una placa base donde se puede montar varias válvulas distribuidoras, el fluido hidráulico se suministra a menudo al colector mediante una conexión de presión, y se devuelve por medio de una conexión de retorno al tanque.

Los montajes por colector común pueden ser horizontales o verticales, y ayudan a compactar el circuito hidráulico, cabe mencionar que este tipo de montaje no elimina las líneas de presión hacia los actuadores.

Estas bases de colector común son empleadas para un funcionamiento paralelo de las válvulas, generando una serie de ventajas significativas, tales como:

- Ahorro de espacio
- Disminución de fugas
- Reducido tiempo en el montaje y desmontaje de los elementos
- Fácil detección de averías.

Un sistema de tuberías presta varias desventajas frente al montaje de un sistema modular, entre las que podemos destacar las siguientes:

- Un sistema de tuberías que posee tomas roscadas son fuentes potenciales de fugas.
- El reemplazo y mantenimiento de accesorios son tediosos, y por tanto, su realización toma mucho tiempo.
- El acceso a las unidades puede llegar a ser muy difícil, y su desmontaje puede obligar al desmontaje obligatorio de otros elementos, o tuberías.
- El espacio utilizado, para una construcción de un sistema de tuberías, es bastante grande.



Montaje modular, muestra los bloques de acoplamiento usado por este método

1.5.9. MANDO Y CONTROL DE UN CIRCUITO.

“Mando o control, es el fenómeno engendrado en el interior de un sistema, durante el cual uno o varios parámetros considerados a la entrada, actúan según

leyes propias del sistema, sobre otros parámetros, considerados de salida, este fenómeno origina una acción a través de un órgano de transferencia, como tal o a través de la cadena de mando¹.

Una cadena de mando es un conjunto de acciones que se realizan a fin de obtener la ejecución de la orden, estas etapas pueden diferenciarse en función de los elementos existentes en un circuito.

La electrónica, electricidad, hidráulica, neumática a baja y alta presión, y la mecánica son las energías que son utilizadas en los mandos de un circuito, cada una de estas energías presentan ventajas propias, y su elección deberá partir del tipo de trabajo que se desea realizar, a continuación se descompone una cadena de mando:



¹ Según norma DIN 19226

1.5.10. REPRESENTACIÓN DE DESARROLLOS SECUENCIALES.

La representación de los desarrollos secuenciales es de gran importancia, éstos ayudan a clarificar el problema a resolver, así como facilita la localización de fallas en el circuito, son varias las representaciones que se suele utilizar, teniendo cada una de ellas ventajas propias en el desarrollo de un proyecto.

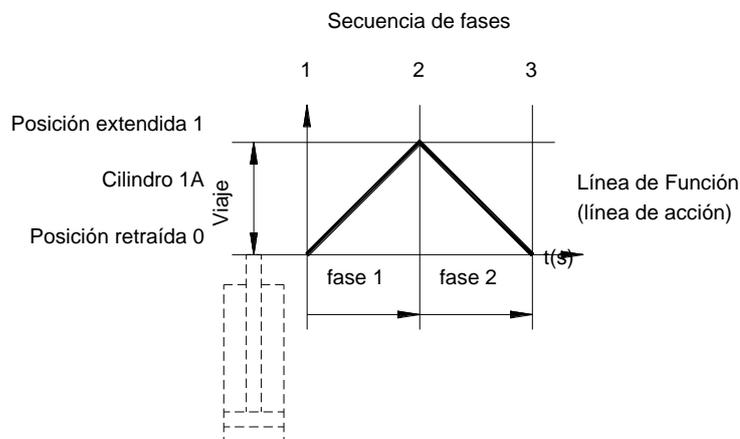
2.5.6.1 REPRESENTACIÓN GRÁFICA EN FORMA DE DIAGRAMAS.

Son la parte esencial en el desarrollo de los diagramas de funcionamiento, en la representación gráfica se puede distinguir dos tipos de representaciones, tales como:

2.5.6.1.1 DIAGRAMAS DE MOVIMIENTO.

DIAGRAMA ESPACIO-FASE.

En este diagrama se representa el ciclo de un elemento de trabajo, quedando en función de las fases respectivas, anotado el espacio de recorrido. Si existe un mando con varios elementos de trabajo, estos se los representa de la misma manera, y ubicándolos uno bajo el otro, siendo relacionados por las fases. En la siguiente figura esta representado el funcionamiento de un pistón A+, A-.

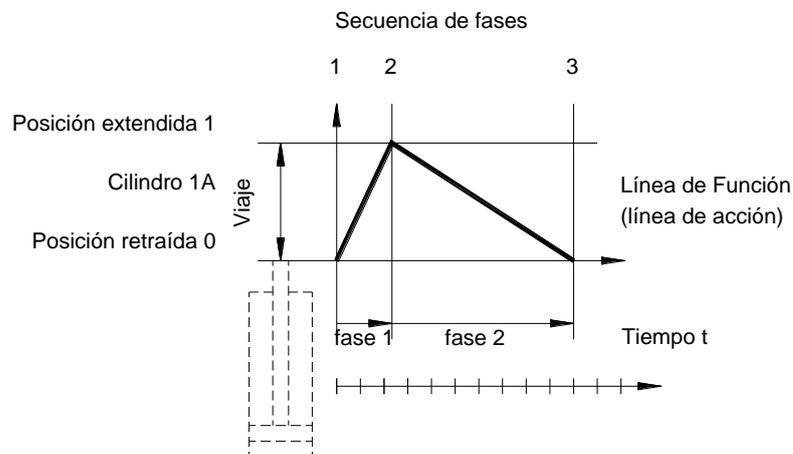


Para el trazo de diagramas de espacio–fase debe tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- Las fases deben quedar representadas horizontalmente y con distancias idénticas.
- El espacio no se representará en escala, sino en magnitud idéntica para todas las unidades operatorias
- Con varias unidades, no es conveniente elegir demasiado pequeña la distancia vertical entre los recorridos.
- Cuando durante el movimiento se modifica el estado, pueden quedar introducidas fases intermedias.
- No es necesario enumerar las fases.
- La designación del estado es libre.
- La designación de la unidad respectiva se apuntará a la izquierda del diagrama.

DIAGRAMAS ESPACIO-TIEMPO.

El funcionamiento de un elemento estará representada en función de tiempo. A diferencia de los diagramas espacio-fase, se aplica aquí el tiempo t a escala, representado la unión entre las distintas unidades. En la siguiente figura esta representado el funcionamiento de un pistón A+, A-.



La representación gráfica de los diagramas sigue los mismos criterios que los diagramas de espacio-fase, a diferencia que en el eje horizontal, deberá tener una escala graduada que corresponderá al tiempo de trabajo de los elementos.

Los diagramas de espacio-fase ofrece una orientación más fácil, mientras que en los diagramas de espacio tiempo se puede representar con mayor claridad las interferencias y las velocidades de trabajo.

El uso de uno u otro diagrama esta en función del siguiente criterio:

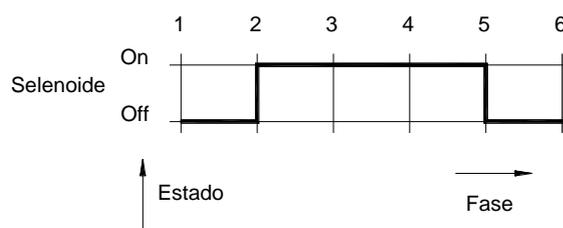
Los diagramas espacio–fase es conveniente emplearlos preferentemente para el diseño y la representación de mando por programa de movimiento, pues en este caso el tiempo es un parámetro secundario.

Los diagramas espacio–tiempo serán utilizados en el diseño y la representación de mandos programados, ya que en éste diagrama está claramente representada la dependencia temporal de las secuencias del programa.

Si ha de hacerse diagramas para elementos rotativos de trabajo, se deberá emplear las mismas normas básicas, con la diferencia que no se tomará en cuenta el desarrollo cronológico de las modificaciones de estado.

DIAGRAMAS DE MANDO.

En el diagrama de mando no queda representado el estado de conmutación de un elemento de control en función de la fase o tiempo, no considerándose su tiempo de conmutación.



- Los diagramas de mando se trazan en lo posible en combinación con el diagrama de movimiento.
- Las fases o los tiempos se aplicarán fácilmente
- La distancia vertical de las líneas de movimientos es a voluntad, siendo necesario mantenerla clara y legible.

Para la representación de las señales de elementos, líneas de aplicación, ramales, y asociaciones lógicas, dentro de los diagramas de movimiento se aplica una serie de símbolos mostrados en la tabla 1.1, cada uno indica las condiciones actuales del circuito.

SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	Marcha		Presostato
	Paro		Temporizador
	Marcha/Paro		Función O (signo ^)
	Marcha automática		Función Y (signo v)
	Pulsador (conectado mientras es pulsado el botón)		Función NO (signo ¢)
	Paro de emergencia (color rojo)		Derivación
	Nodo		Entrada de otra máquina
	Final de carrera		Salida hacia otra máquina

Tabla 1.1 Símbolos según la norma VDI 3260

2.5.6.2 REPRESENTACIÓN SIMBOLICA DE LOS DESARROLLOS SECUENCIALES.

Representación de las fases por orden cronológico, consiste en describir el proceso según los pasos a seguir para completar la tarea a realizar.

Representación en forma de tabla, se crea una tabla en donde se describe los pasos secuenciales que realizara el circuito.

Representación en forma vectorial, se utiliza vectores para representar la ejecución de un elemento, es una representación muy simplificada.

La salida de un vástago se representa por 

La entrada de un vástago se representa por 

Representación en escritura abreviada, al igual que la representación en forma vectorial, esta forma de representación es simplificada, utiliza símbolos para indicar la acción de un elemento.

La salida de un vástago se representa por +

La entrada de un vástago se representa por -

2.5.7 DIAGRAMAS DE FUNCIONAMIENTO.

Los diagramas de funcionamiento son la representación del proceso de un problema de mando, independientemente de su realización, este esquema es un complemento a la descripción verbal del cometido de mando. Utiliza una serie de reglas y símbolos los cuales se encuentran estandarizados por las normas DIN 40719 (Tabla 1.2). Los diagramas de funcionamiento se emplean para la representación de las secuencias funcionales de mandos mecánicos, neumáticos, hidráulicos, eléctricos, y electrónicos, así como para las combinaciones de éstos tipos de mando, por ejemplo, electro-neumático, electro-hidráulicos, etc.

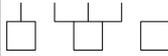
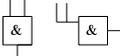
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	Línea de acción en general		Punto de interrupción de una línea de acción
	Resumen gráfico de líneas de acción Representación detallada		Entradas: La entrada está dispuesta preferentemente arriba o en el lado de la izquierda. Por disposición se puede prolongar en el lado de entrada, rebasando una o ambas esquinas
	Resumen gráfico de líneas de acción Representación simplificada		Salidas: Están dispuestas preferentemente abajo o en el lado derecho
	Denominación de variables (señales de entrada y salida)		Función Y Variable en la salida adopta el valor de 1 solamente, cuando tienen las variables en todas las entradas el valor de 1
	La denominación señala al estado, en el cual tiene una variable (señal) el valor 1		Función O Variable en la salida adopta el valor de 1 solamente, cuando tiene la variable en por lo menos una entrada el valor de 1
	Inversión de una denominación		Fase En el campo A figura el número de la fase. Es elegible a voluntad. En el campo B puede figurar un texto correspondiente

Tabla 1.2. Reglas y símbolos gráficos para diagramas de funcionamiento, (según DIN 40719, 6ª parte)

2.5.7.1 CUADROS DE FUNCIÓN GRAFCET.

Los cuadros de función representan procesos que toman lugar en una serie de pasos claramente definidos. La progresión de un paso al siguiente depende de los pasos disponibles. Una característica importante es que alguno, o varios pasos, pueden ser activados, siempre y cuando éstos sean explícitamente programados como pasos a ser simultáneamente ejecutados. Los cuadros de función describen en general dos aspectos del control en acuerdo con las reglas definidas:

- La acción a ser ejecutada
- La secuencia de ejecución

Un cuadro de función es entonces dividido en dos partes, la una representa la secuencia del tiempo relacionado en la ejecución de los procesos, mientras que la

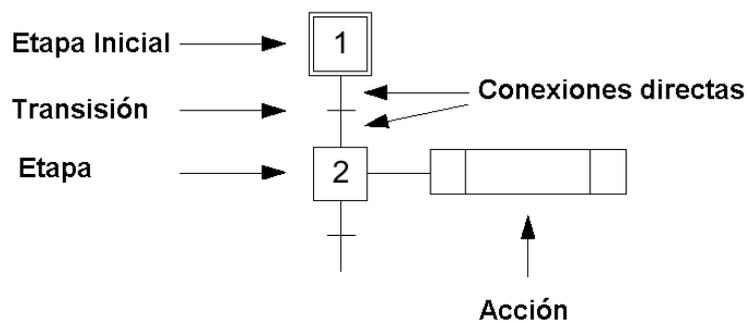
otra describe la acción a ser ejecutada individualmente, estos son contenidos en la parte de la acción del cuadro de función, que consiste en bloques ubicados a la derecha de los pasos.

2.5.7.1.1 ETAPAS.

La etapa es una situación del ciclo de funcionamiento durante el cual el comportamiento del automatismo de mando permanece constante, y por tanto todo cambio de comportamiento provoca obligatoriamente el paso de una a otra etapa. Cada etapa es representada por un bloque e identificado numéricamente, y puede ser adicionado un nombre simbólico representativo de la etapa.

2.5.7.1.2 TRANSICIÓN.

Una transición es el enlace entre una y otra etapa, y en conjunto con los enlaces orientados, indican las posibilidades de evolución de una etapa, son representadas por barras. La condición lógica asociada con la transición es representada a continuación por una línea horizontal.



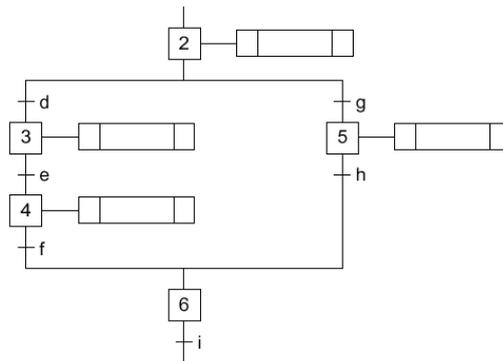
2.5.7.1.3 ESTRUCTURA DE SECUENCIAS.

Las combinaciones entre las etapas y transiciones, dan como resultado tres formas básicas de secuencias estructuradas:

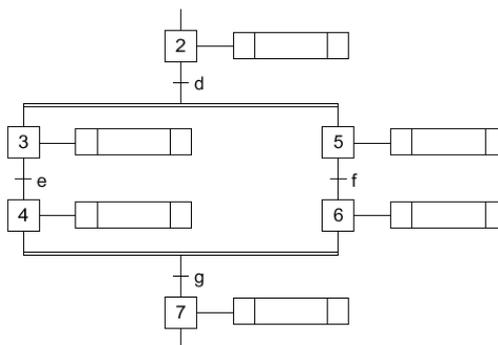
- Secuencia lineal
- Secuencia alternativa
- Secuencia dividida (ramal en paralelo)

En una secuencia lineal la evolución está dada de etapa, en etapa por cada paso de transición.

Una secuencia alternativa es aquella en la que dos o varias transiciones suceden a una etapa, pudiendo ser ejecutada indiferentemente una de otra.



En el caso de los ramales en paralelo, la activación de las etapas parciales es simultánea.



2.5.7.1.4 ACCIONES.

Una etapa puede tener acciones asociadas y se describen de forma literal o simbólica (Tabla 1.3), en el interior del recuadro dividido en tres partes. Las acciones asociadas están ubicadas a la derecha de la etapa.

a	b	c
---	---	---

a: Características de la acción a ser ejecutada

b: Descripción de la acción

c: Información de las retro alimentaciones asociadas al comando

S	Memorizada
N	No memorizada
D	Retardado
F	Habilitado
L	Limitado
P	Configuración de pulso
C	Condicionado

Tabla 1.3 Símbolos definidos por las normas DIN 40719, o IEC 848 usadas para describir el orden de ejecución de las ordenes.

2.5.7.2 REDES PETRI.

Los procesos técnicos pueden ser definidos como sistemas con un número finito de estados y transiciones. Los métodos que contienen estados y transiciones, son capaces de representar interdependencia entre estos objetos, siendo bien vistos para ilustrar procesos técnicos. Las Redes Petri son gráficos, que consiste en un conjunto de nodos y bordes (conexiones).

Un nodo tiene dos significados:

- Representación de un estado de posición
- Representación de un estado de transición.

Una representación gráfica:

- Los estados son simbolizados por círculos.
- Las transiciones son simbolizadas por rectángulos.

La representación explícita de un estado de transición tiene dos ventajas significativas:

- El estado de transición puede ser formulado independientemente del evento. Esto es muy importante en la tecnología de la automatización. Como un sistema automático debe específicamente afectar el estado de transiciones.
- Una transición no necesariamente envuelve un estado, pero puede cambiar varios estados sobre sus subsecuentes, esto puede resultar en sincronización.

Elementos de las redes Petri.

- Posiciones, simbolizan sistemas de estados o situaciones
- Transiciones, marcan el intercambio de un estado al siguiente
- Marcas, indican el estado corriente de un sistema
- Bordes, enlazan posiciones y transiciones en una red.

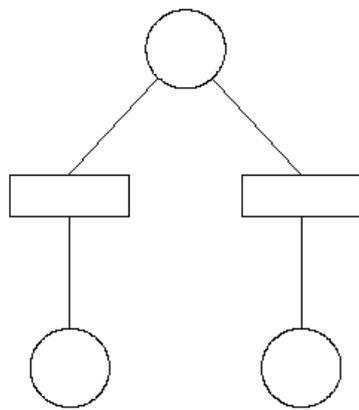
2.5.7.2.1 CARACTERÍSTICAS LAS REDES PETRI.

ESTRUCTURA JERÁRQUICA, MODIFICACIÓN EN ESTADOS Y MODULARIZACIÓN.

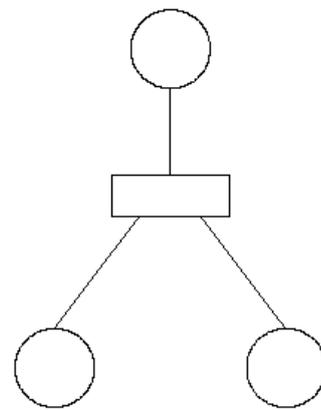
La estructura aplicable a las redes petri tienen una normalización que va, ya sea desde arriba hacia abajo, o de abajo hacia arriba. Una ventaja especial de las redes Petri es que otros métodos de modelado pueden ser utilizados para definir los módulos que son secundarios a una posición individual.

REPRESENTACIÓN Y SINCRONIZACIÓN DE SECUENCIAS EN PARALELO.

Las redes pueden ser divididas después de alguna posición y transición. Esto permite la representación de ramales alternativos y paralelos.



Ramal Alternativo



Ramal Paralelo

REPRESENTACIÓN DE SECUENCIAS Y REPETICIÓN DEL EVENTO.

La secuencia consiste en una sucesión de posiciones y transiciones. Las Redes Petri son por tanto ideales para la representación de secuencias

REPRESENTACIÓN DE PROBLEMAS PERIÓDICOS.

La correcta operación de sistemas de tiempo real no solamente depende de una propia implementación de funciones, sino también de la habilidad del sistema para garantizar una respuesta al evento sin requerimientos de tiempo.

Requerimientos específicos, considerando el tiempo de los sistemas que pueden ser incluidos:

- Tiempo de respuesta en sistemas garantizado dentro de cambios en el tiempo
- Cambio de tareas garantizada en sistemas de tiempo real de multitareas.
- Monitoreo periódico de etapas

Los modelos de sistemas de tiempo real son usados para diseñar y analizar las funciones de los sistemas, los requerimientos de tiempo real están siempre asociados con las funciones lógicas de un sistema, por esta razón, el concepto de tiempo es incluido en modelos de función orientados tales como las redes Petri

cuando modelan en sistemas de tiempo real. Esto resulta en “funciones orientadas de modelos desarrollados”

APLICANDO EL CONCEPTO DE TIEMPO A LAS REDES DE PETRI.

El concepto del tiempo es introducido dentro de las redes Petri permitiendo la representación no solamente de secuencias de eventos, sino también la duración entre ellos. Este resultado es una nueva clase de redes de Petri, llamadas “Redes Petri Periódicas”. El tiempo puede ser asignado a la posición y transición. Dando como resultado los siguientes conceptos:

Posición periódica, cuando una marca alcanza una posición con un valor del tiempo, la marca no estará disponible para indicar el tiempo. Esto determina la mínima duración del estado o situación descrita por la posición. La siguiente transición no puede ser iniciada hasta que toda la posición previa haya sido concluida.

Transición periódica, esta no inicia hasta que su condición de activación no haya sido ejecutada y el retraso especificado se haya enlazado. Todos los recursos necesitados por el análisis de tiempo están por tanto también disponibles en el mundo de las redes Petri.

ANÁLISIS DEL MODELO DE SISTEMA.

Las redes Petri pueden ser representadas matemáticamente usando matrices. La matriz red es una representación estructurada, el vector marca el inicio del estado de transiciones. Esto permite el análisis matemático del modelo la disponibilidad de cada estado poder ser calculado.

La simulación computarizada de los modelos basados en redes Petri es más comúnmente analizado con modelos matemáticos, pudiendo ser usada para descubrir fallas lógicas, problemas en el tiempo, y analizar estados excepcionales.

2.5.7.3 AUTOMATISMO.

La constante evolución en la industria, así como las exigencias en la calidad de los productos, ha inducido al hombre la necesidad de generar mecanismos, que liberen su participación, ya sea total o parcial, el desarrollo de un proceso, creando sistemas automáticos, o semiautomáticos, permiten procesos altamente confiables, eliminando los errores que generalmente se presentan por fallas involuntarias, debido a descuidos, o cansancio mental que puede ofrecer un operador durante su trabajo con el equipo.

Un sistema que esta gobernado por un automatismo, debe trabajar a sistema cerrado, es decir, debe tener la posibilidad de cuantificar los parámetros a controlar a través de sensores, y sobre las bases de estos valores hacer las correcciones requeridas.

Entre las principales ventajas encontradas en los sistemas automáticos son:

- Genera procesos constantes y precisos, obteniendo productos de alta calidad.
- Aumento de la producción.
- Disminución de pérdidas
- Reducción de personal

2.5.7.3.1 CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE.

El primer *controlador lógico programable* (PLC) tubo su aparición en 1968, y fue el resultado de una constante investigación encaminada a reemplazar los complejo sistemas de control de relés electromecánicos. Este nuevo sistema de control tiene las siguientes características:

- Simple programación
- Cambios de programación sin la intervención en el sistema (sin recableados internos)

- Son pequeños, baratos, y más confiable que los sistemas de control por relés.
- Simple y bajo costo de mantenimiento.

Posterior al desarrollo resultó un sistema apto para una conexión simple de señales binarias. Este control fue realizado en un principio, a través de señales impresas en tarjetas, tres décadas después el desarrollo de este sistema alcanzó un enorme progreso, con un incremento de las funciones de programación, y un consumo de memoria reducido, además de una alta fiabilidad en el sistema a controlar.

“Un controlador lógico programable (PLC), es un sistema digital operador electrónico, diseñado para ser usado en el medio industrial, el cual usa una memoria programable con tareas internas de instrucciones de implementación de funciones específicas tales como lógicas de secuencia, temporizadas, contadores, y aritméticas, para controlar a través de señales de entradas y salidas analógicas y/o digitales, de varios tipos de máquinas o procesos. Ambos, el PLC y su perímetro asociado esta diseñado para poder ser fácilmente integrados dentro de un sistema de control y fácilmente usadas en todas las funciones pretendidas.”

2.5.7.4 ÁREAS DE APLICACIÓN.

Cada sistema o máquina tiene un control. Dependiendo del tipo de tecnología utilizada, los compensadores pueden ser divididos en neumáticos, hidráulicos, eléctricos, y electrónicos, además una combinación entre estas tecnologías es frecuentemente usada. Debemos diferenciar entre la programación cableada, y programación de controladores lógicos. El primer caso es utilizado cuando alguna reprogramación del usuario se halla descartada, mientras que con el PLC, esta abierta la reprogramación en función de aplicaciones futuras del sistema. Un autómatas programable suele emplearse en procesos industriales que tengan una o varias de las siguientes necesidades:

- Espacio reducido.

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

Aplicaciones generales:

- Maniobra de máquinas.
- Maniobra de instalaciones.
- Señalización y control.

Entre las ventajas tenemos:

- Menor tiempo de elaboración de proyectos.
- Posibilidad de añadir modificaciones sin costo añadido en otros componentes.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo autómatas.
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento.
- Si el autómatas queda pequeño para el proceso industrial puede seguir siendo de utilidad en otras máquinas o sistemas de producción.

Y entre los inconvenientes:

- Adiestramiento de técnicos.
- Variedad de protocolos de programación.

CAPÍTULO II

3. INYECTOR DE PLASTICO MARCA MATEU & SOLE S. L.



3.1. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO.

El tipo de equipo considerado para el estudio es de inyección por husillo – pistón, tiene una tecnología perteneciente a la década de los 70s, y el estado de conservación del equipo es bueno, siendo el control de temperatura el único sistema modificado, y reemplazado por elementos actuales, utilizando la hidráulica, como medio de energía para su funcionamiento, consta de los siguientes sistemas:

- Sistema de plastificación
- Control de temperatura
- Sistema de cierre de la matriz
- Sistema oleohidráulico
- Sistema de refrigeración

2.1.7 SISTEMA DE PLASTIFICACIÓN.

La carga del material se realiza desde una tolva hacia la cámara de plastificación, el material es vertido en el interior de la tolva la cual se encuentra ubicada sobre

el tornillo de plastificación, un conducto vertical comunica la tolva con el tornillo, el cual se encarga de transportarlo hacia la cámara de plastificación, este se realiza por medio de los filetes del tornillo, cuando este mantiene un movimiento rotacional, generado a través de un mecanismo de rueda-piñón que esta acoplado a un motor oleohidráulico, la velocidad de giro esta controlada a través de un regulador de caudal y presión.

TOLVA	
Capacidad	0.862 m ³

2.1.7.1 CONTROL DE TEMPERATURA.

Durante el transporte del material, este tiende a cambiar su estructura molecular, produciéndose la plastificación del material, esto se debe al calor que se produce por el rozamiento que existe entre el tornillo y las paredes del cilindro de plastificación, el cilindro a su vez esta envuelto por tres calefactores eléctricos de transmisión directa, generando así un calor adicional y cuyo aporte ayuda al material transportado a plastificarse, a fin de ser enviado hacia la cámara de plastificación, estos calefactores eléctricos dividen al cilindro en tres zonas de calentamiento, las mismas que son completamente independientes una de otra, y cuya cantidad de energía calorífica que entregue es regulable, a fin de poder adaptarse con las condiciones requeridas para la inyección de cada tipo de material, esta regulación se realiza a través de controles analógicos de temperatura. Posee tres calefactores eléctricos que son los que generan las tres zonas de calentamiento del inyector



Unidad de inyección, posee tres zonas de calentamiento

ZONAS DE CALENTAMIENTO	
1 ^{ra} zona	550 W - 220 V
2 ^{da} zona	2 x 800 W - 220 V
3 ^{ra} zona	120 W - 220 V
Contactores	3 x AC3

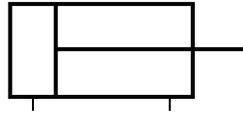
COMPENSADOR "HANYOUNG", admite la entrada de **TERMOCUPLAS TIPO J**, y tiene un control de salida a través de relé, posee un algoritmo de control ON/OFF, la exactitud del control es de ± 4.0 °C. El compensador posee las siguientes características:

COMPENSADOR "HANYOUNG"

Modelo	HY 48
Tipo	Analógico
Alimentación	110/220 VCA (50/60 Hz)
Potencia de consumo	2 VA
Tolerancia	± 1.0 % de 500° C
Control de salida	ON/OFF
Relé de Control	AC 250 V (carga resistiva)
Rango de medida	0-400 °C
Señal de entrada	Termocupla tipo J < 100 Ω RTDs < 10 Ω

La termocupla es de **Tipo J**. El tiempo de arranque del equipo es de 1 hora. El mando de los controladores de temperatura es completamente manual, y comandado por medio de interruptores, independientes para cada zona de calentamiento.

2.6.1.2. UNIDAD DE INYECCIÓN.

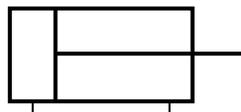


La inyección al igual que el cierre de la matriz utiliza un pistón oleohidráulico de doble efecto en su funcionamiento, este se encarga de empujar el material acumulado en la cámara de plastificación a través de la boquilla de inyección hacia la matriz, el mando de este sistema es manual, a través de una válvula de tres posiciones con palanca de accionamiento, por tanto los tiempos de inyección y sujeción de la matriz no son iguales para cada ciclo de inyección, siendo estos estimados por el operador del equipo, la potencia de inyección es de 20 TN, con una capacidad de inyección de 85 gr.



Sistema de inyección por pistón, se puede apreciar el sistema de tuberías del circuito oleohidráulico anterior

2.1.8 SISTEMA DE CIERRE- APERTURA DE MATRIZ.



Consiste en un mecanismo encargado de evitar la apertura de la matriz durante la inyección, este mecanismo es un multiplicador de fuerza, y su accionamiento está dado por un pistón oleohidráulico de doble efecto, el mecanismo que es utilizado para el cierre y apertura de la matriz es del tipo **arrastré de forma**, el mando de

este sistema es manual, a través de una válvula de tres posiciones con palanca de accionamiento, la capacidad de cierre de la matriz es de 50 TN.



Sistema de cierre – apertura de la matriz, por de arrastre de forma

2.1.9 SISTEMA DE DESCARGA DEL PRODUCTO.

Este es realizado por un mecanismo mecánico que consiste en una leva montada al interior del mecanismo de apertura – cierre de la matriz, la misma que empuja un vástago cuando la matriz es abierta, empujando a la matriz en sentido contrario al movimiento, desprendiendo el producto que se encuentra adherido en el lado de la placa móvil de la matriz, haciendo que este salga, este mecanismo puede en ocasiones destruir el producto, siempre y cuando el mismo no se halle con las características finales de producción, determinadas por el sistema de enfriamiento de la matriz.

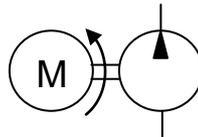
2.1.10 SISTEMA OLEOHIDRÁULICO.

El sistema oleohidráulico es un sistema constituido por tuberías de acero, el esquema oleohidráulico (ANEXO D, Lámina N° 1), consta de los siguientes elementos:

CANT	DESCRIPCIÓN
1	Bomba hidráulica
1	Válvulas distribuidora

1	Reguladores de caudal
2	Reguladores de presión
1	Filtro oleohidráulico
2	Manómetros
1	Tanque

2.1.10.1 BOMBA HIDRÁULICA.



La bomba que se utiliza en el sistema oleohidráulico del inyector es de tipo de engranajes externos, siendo sus dimensiones constructivas las siguientes:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD
Modulo	0.9
Paso	9 mm
Número de dientes	11
Ancho del diente	25 mm
Distancia entre centros	116.84 cm

CAUDAL:

Según la fórmula (1.5):

$$Q = 2.22 \cdot \pi \cdot a \cdot m \cdot b \cdot n \cdot \mu_V$$

$$Q = 2.22 \cdot 3.1416 \cdot 116.84 \cdot 0.9 \cdot 25 \cdot 1750 \cdot 0.8$$

$$Q = 25.66 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{min}$$

$$Q = 25.66 \text{ l/min}$$

$$Q \approx 25 \text{ l/min}$$

PRESION:

Según la fórmula (1.1)

$$P_{teor.} = \frac{p \cdot Q_t}{450}$$

En donde:

$$p = \frac{P_{teor.} \cdot 450}{Q_t}$$

$$p = \frac{4 \cdot 450}{25}$$

$$p = 72 \text{ kg/cm}^2$$



Bomba del sistema oleohidráulico del inyector, la sección superior izquierda se muestra la campana de acoplamiento

Además el medio de accionamiento de la bomba es un motor eléctrico trifásico de marca **ASEA/CES**, posee un aislamiento CLASE E, y está regido bajo las normas IEC, el mismo que es acoplado a la bomba a través de un acople del tipo flexible, el montaje del motor es vertical, y su conexión de operación es la configuración delta, presentando las siguientes características:

MOTOR ASEA/CES (Y/Δ)

CARACTERISTICAS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
Potencia	2.95 (4)	KW (CV)

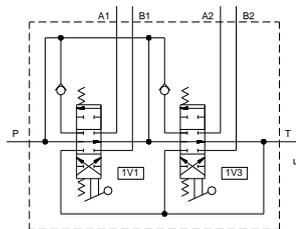
Voltaje de Alimentación	380/220	V
Amperaje	7/12	A
Frecuencia	50	Hz
Cos ϕ	0.84	
Velocidad de giro	1750	RPM

El arranque del motor es directo a través de un contactor eléctrico, no posee sistemas de protección de sobrecarga, y de cortocircuito, el contactor utilizado es de tipo AC3, (ANEXO D, Lámina N° 2).

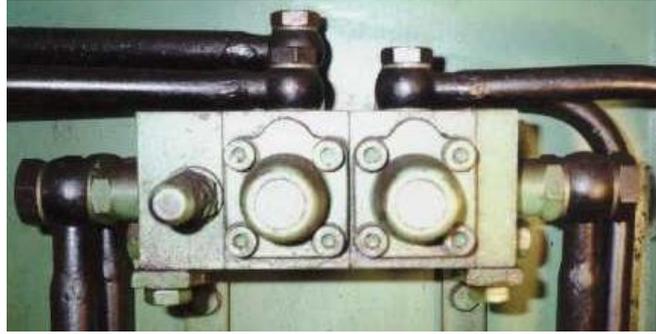


Motor eléctrico de la bomba del sistema oleohidráulico

2.1.10.2 VÁLVULA DE DISTRIBUCIÓN.

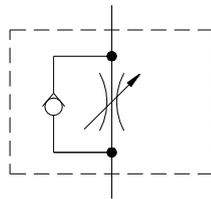


Es robusta y sólida, el tipo de válvula utilizada es de monobloque, es decir que tiene en su estructura la función de dos válvulas, que se encargarán del control de los pistones de inyección, y de cierre de la matriz, el mando de esta válvula es manual a través de dos palancas de accionamiento y retorno por resorte, independientes para cada pistón.



Válvula direccional vista posterior

2.1.10.3 REGULADOR DE CAUDAL.

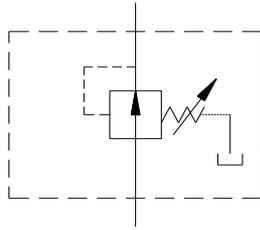


Esta conectado en la línea de entrada del pistón y sirve para regular la velocidad de inyección del equipo, la regulación es únicamente en un sentido debido a que posee un **by pass**, dado por una válvula anti-retorno, evitando de esta manera la regulación de la velocidad al retorno del pistón, su conexión usa tuberías, y su control es manual, a través de una perilla ubicada en la parte frontal del regulador, es robusto y de gran tamaño, la marca de este regulador es **ROQUET**.



Regulador de caudal del sistema oleohidráulico

2.1.10.4 REGULADORES DE PRESIÓN.



Están conectados a las líneas de entrada de los pistones de inyección, y cierre de matriz, son robustos y su conexión es en línea. La regulación del caudal es manual a través de una perilla que posee los reguladores.



Reguladores de presión, del cierre apertura de molde, y de la unidad de inyección

2.1.10.5 UNIDAD DE MEDIDA Y ALMACENAMIENTO.

Manómetros, Son analógicos y la escala graduada esta sumergida en glicerina con el fin de eliminar las pulsaciones, están conectados a las líneas de descarga de los pistones de inyección y cierre de matriz tienen un rango de medida de 0-200 bar, la marca de los manómetros es *Benoit – Paris - Brevete*

El aceite utilizado en el sistema oleohidráulico es el **MOBILUBE HD 46**, que es un aceite usado en este tipo de aplicaciones, tiene una temperatura de trabajo de 50°C.

Tanque de almacenamiento, está ubicado debajo de los sistemas de inyección y cierre de la matriz, y dentro de la bancada del inyector, sus dimensiones son: 200 x 40 x 30 cm.

2.1.11 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.

Es usado para evitar el calentamiento del aceite durante el funcionamiento del equipo, su medio de enfriamiento es por convección, a través de un radiador sumergido en el aceite y en cuyo interior circula agua a baja temperatura, con el fin de capturar el calor absorbido por el aceite durante su funcionamiento. El agua es impulsada por una bomba que es accionada por un motor monofásico con arranque por condensador, las características del motor son:

MOTOR MONOFASICO

CARACTERISTICAS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
Potencia	¼	HP
Voltaje de Alimentación	220	V
Amperaje	0.9	A
Frecuencia	60	Hz
Cos ϕ	0.9	

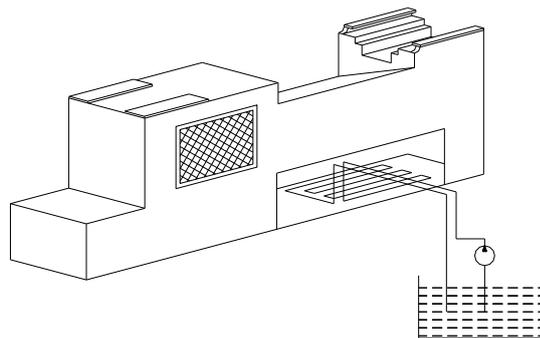


Diagrama esquemático indica la ubicación del radiador utilizado en el enfriamiento del aceite hidráulico

2.1.12 SISTEMA DE TUBERÍAS.

Se encarga de la transmisión del aceite entre los diferentes elementos hidráulicos del circuito, el circuito oleohidráulico es del tipo de tuberías de acero.

DESCRIPCIÓN	DIAMETRO ϕ (plg)
Transmisión por elementos hidráulicos	11/16
Succión del aceite	7/8
Conexión de la válvula pilotada	1 ½
Piloto	¼

Para la transmisión hacia el medio de accionamiento del cierre y apertura de la matriz, esta dado por medio de mangueras de alta presión.

DESCRIPCIÓN	CODIGO	MARCA
Ingreso del pistón ϕ 13/32"	R2A – 06 – 0195 – 1	PIRELLI
Salida del pistón ϕ 13/32"	Y908 SAE 100R5 DOT 730020698	DAYCO EASTMAN

2.7. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL INYECTOR MATEU & SOLE.

2.7.1. UNIDAD DE INYECCIÓN.

- Diámetro del husillo 36 mm
- Relación L/D del husillo 9.2
- Máxima presión de inyección 140 bar
- Volumen teórico de inyección 106 cm³
- Capacidad de inyección 85 gr.
- Velocidad máxima de rotación del husillo 50 rpm
- Potencia instalada del calentamiento 3 Kw
- Potencia del motor hidráulico 1.5 HP
- Par máximo del husillo 125 N-m
- Número de zonas de calentamiento del cilindro, 3 zonas

2.7.2. ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD DE CIERRE DE MOLDES.

- Fuerza de cierre en el molde 50 TN
- Mínimo y máximo espesor del molde 300 mm - 500 mm

- Carrera de la platina móvil	800 mm
- Distancia entre columnas	500 mm

2.7.3. ESPECIFICACIONES GENERALES.

- Potencia del motor eléctrico	4 CV
- Potencia máxima instalada	6 Kw

2.8. MODO OPERATIVO DEL EQUIPO.

La operación del equipo es de mando enteramente manual, siendo este uno de sus principales desventajas, durante el proceso de trabajo, esta accionado por un operador, quién se encarga de establecer el tiempo correcto durante la inyección del material, así como la velocidad de cierre y apertura de la matriz.

La operación del equipo podemos dividirlo en tres etapas, que son necesariamente utilizadas por el operador, y son cumplidas durante el funcionamiento del equipo.

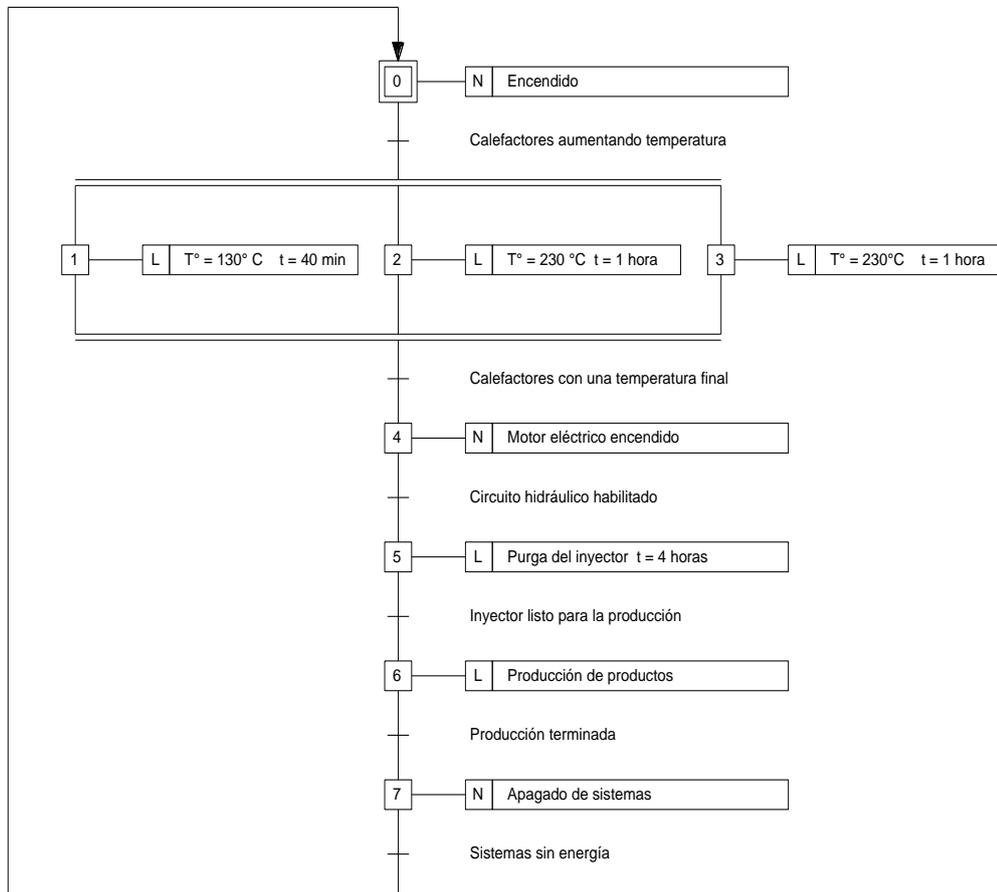
Etapa de arranque del equipo, esta etapa es la inicial, y se desarrolla antes de la producción, tiene una secuencia establecida de esta manera se puede garantizar la buena conservación de las partes del inyector, el arranque del equipo demora de 1 – 1:30 horas aproximadamente, tiempo que demora el cilindro de plastificación en estabilizar su temperatura, esto se debe a un deficiente control de temperatura utilizado en el inyector.

Etapa de purga del equipo, esta etapa es la posterior al arranque del equipo y se la realiza cuando se desea que el inyector funcione con otro tipo materia prima a la que se ha estado utilizando en un inicio, este cambio se realiza cuando la empresa desea entrar a la producción de productos diferentes, la purga del equipo demora 4 horas.

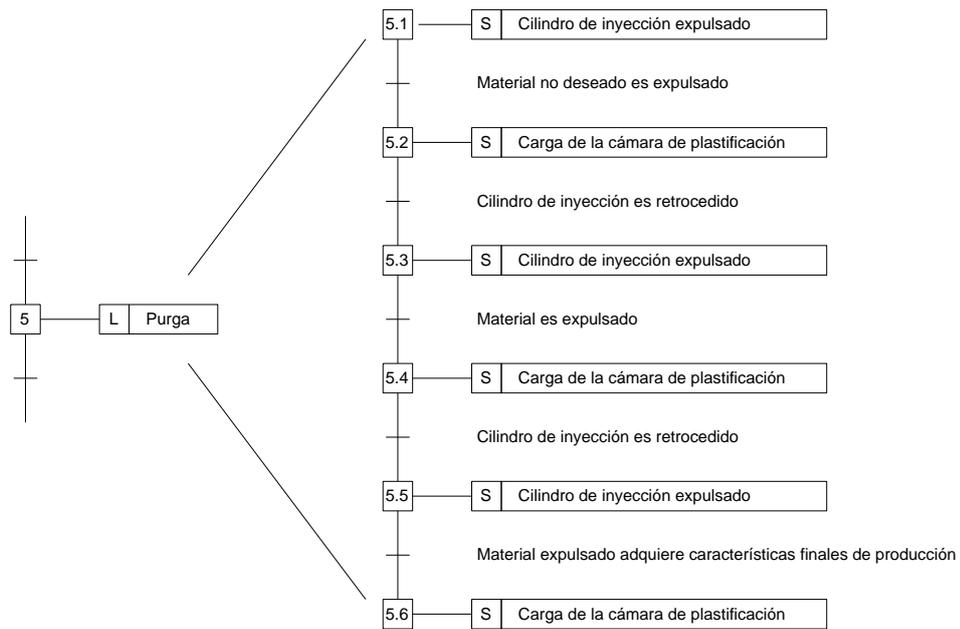
Etapa de producción del equipo esta etapa es donde el equipo esta funcionando de manera continua y con una producción relativamente normal, en esta etapa funcionan todos los sistemas.

2.8.1. SECUENCIA DE TRABAJO.

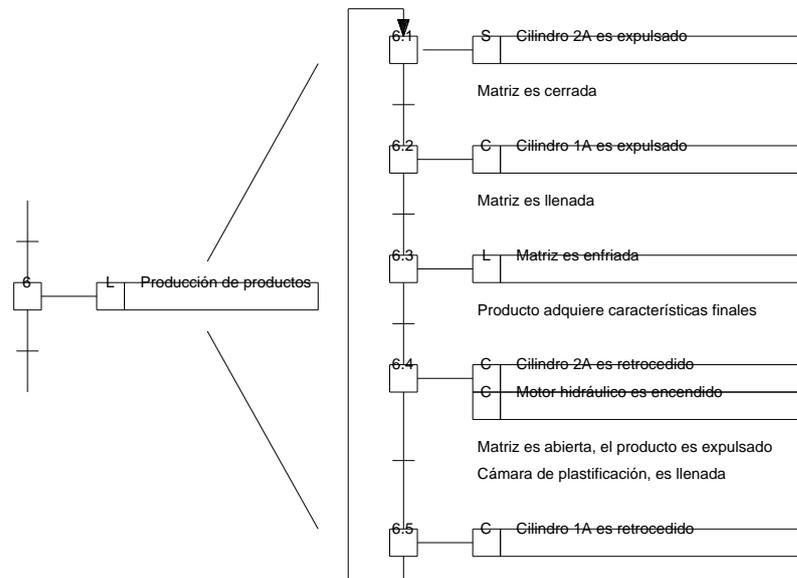
En el diagrama funcional se indica la secuencia que posee el equipo desde su etapa de encendido, incluyéndose las etapas de purga y producción, el equipo posee esta secuencia de trabajo, siendo todo el proceso conducido de manera manual, por lo que el tiempo empleado en cada etapa nunca es constante, lo que no permite explotar de forma real la capacidad total del equipo.



Las etapas de purga y producción, tiene a su vez una serie de pasos a cumplir, por lo que son tomados como subprocesos siendo necesario el detalle de su secuencia de trabajo de una manera separada consiguiendo así un mayor entendimiento del proceso.



Hay que notar que la cantidad promedio de plástico utilizado en la purga es 1kg aproximadamente variando según las condiciones de la máquina.



2.9. RENDIMIENTO DEL INYECTOR.

El rendimiento del inyector es estimado a partir de sus características técnicas tales como la velocidad, y masa de inyección, tiempo del ciclo de inyección, de esta manera se estima la frecuencia o número de golpes existentes por minuto, se considera también un tiempo y masa requerido para purgar el cilindro, la tabla 2.1 resume el cálculo del rendimiento del inyector.

MANDO MANUAL			
DETALLE	UNIDAD	FORMULA	VALOR
Velocidad inyección	Kg/seg	A	0,002
Tiempo inyección	seg	B	5,50
Masa ciclo	(Kg)	C	0,011
Tiempo ciclo	seg	D	28,00
Frecuencia	ciclos/hora	$E=3600/D$	128,57
Masa	(Kg/día)	$F=C*E$	11,31
Tiempo purgas	Horas / día	G	1,00
Masa Purga	(Kg/día)	H	1,41
Masa útil	(Kg/día)	$I=F-H$	9,90
Rendimiento	%	$R=I/F$	87,5
T Uso	Horas / año	J	1920
COST POLIPROPILENO	(USD/Kg)	K	1,20
COST DIAR	(USD)	$COST=K*I$	13,58

Tabla 2.1 Cálculo del rendimiento del inyector

El rendimiento del inyector con el mando manual es de 87,5 %, esto se debe al desperdicio del material en la purga del inyector. Se estima el costo diario en función de la materia prima utilizada por el inyector, en un día de operación

2.10. EVALUACIÓN DEL EQUIPO.

Existe un desperdicio de material, debido a la lenta estabilización de la temperatura provocada por la inercia térmica que se posee en el cilindro de inyección, se ve reflejada en el arranque operativo de la máquina, una masa plastificada de color muy opaco tiende a ser la masa inicial de inyección, siendo necesario el trabajo de la máquina en vacío, es decir, el empuje del material estará dado sin la intervención de ninguna matriz, este empuje es realizado hasta que este material adquiera las características ideales para la inyección. El motivo

fundamental de esta se debe al deficiente control de temperatura que posee el equipo. A más del gran espesor en la estructura del cilindro de inyección, este proceso demora una hora aproximadamente, previo el funcionamiento del equipo.

Otra circunstancia que ocasiona el desperdicio del material es el llenado incompleto de la matriz, esto se debe generalmente a la incorrecta velocidad de inyección, notada generalmente en casi todo el proceso ya que el mando o control de este sistema es completamente manual generándose velocidades de inyección diferentes para la elaboración individual de un producto, reflejándose en productos mal elaborados.

El proceso operativo del inyector es deficiente siendo su principal desventaja el mando manual de todos sus sistemas, este mando es el principal obstáculo en el tiempo global de funcionamiento del equipo, no pudiéndose explotar eficientemente el funcionamiento de la máquina. El mantenimiento de la máquina es demorado, ya que posee un sistema oleohidráulico no modular, lo que explica que los elementos hidráulicos sean montados en línea, y a través de una red de tuberías haciendo imposible un mantenimiento o reemplazo de elementos de manera rápida y segura. El sistema oleohidráulico está en buenas condiciones, siendo el filtro el único elemento que se encuentra en pésimas condiciones operativas, debido a la ausencia de mantenimiento, teniendo un filtro lleno de impurezas, sin desempeñar la función para la que fue ubicado.

2.11. COSTO OPERATIVO DEL EQUIPO.

El costo operativo del equipo asciende a **27971,96 USD** (veintisiete mil novecientos setenta y uno con 96/100 dólares americanos) anuales, el cual está detallado en la tabla 2.2, el funcionamiento del equipo está considerado a un uso anual de 1920 horas de trabajo, que es el equivalente a 8 horas de trabajo al día, 5 días a la semana, y por 48 semanas al año.

EQUIPO					
DETALLE	POTENCIA (KW)	USO/DIARIO (HORAS)	CARG. UTIL. (kWh)	COS. UNIT. (USD/kWh)	COST ANUAL (USD)
Bomba Hidráulica	2,95	8	23,6	0,05	283,20
Bomba Refrigeración	0,373	8	2,984	0,05	35,81
Calentador 1 zona	0,55	10	5,5	0,05	46,20
Calentador 2 zona	1,6	10	16	0,05	134,40
Calentador 3 zona	0,12	10	1,2	0,05	10,08
Control de Temperatura	0,002	10	0,02	0,05	0,24
SUBTOTAL					509,93

MANO DE OBRA					
DETALLE	CANT (HOMBRE)	TIEMPO (MES)	HOMB. TOT (H*MES)	COS. UNIT. (USD/H*MES)	COST ANUAL (USD)
Gerente	1	12	12	666,67	8000,00
Jefe de Mantenimiento	1	12	12	533,33	6400,00
Ventas	1	12	12	400,00	4800,00
Contabilidad	1	12	12	266,67	3200,00
Operador	1	12	12	400,00	4800,00
SUBTOTAL					27200,00

MANTENIMIENTO					
DETALLE	CANT (GAL)	TIEMPO HORAS/AÑO	VIDA UTIL HORAS/GAL	COS. UNIT. (USD/GAL)	COST ANUAL (USD)
Aceite	35	1920	5000	12,80	172,03
SUBTOTAL					172,03

DETALLE	CANT (U)	TIEMPO (AÑO)	VIDA UTIL (AÑO)	COS. UNIT. (USD/U)	COST ANUAL (USD)
Niquelina	3	1	1	30	90
SUBTOTAL					90

TOTAL¹	27971,96
--------------------------	-----------------

Tabla 2.2 Detalle del cálculo de los costos operativos del inyector

Capítulo III

4. METODOLOGÍA DE LA AUTOMATIZACIÓN.

4.1. GENERALIDADES.

El uso de una metodología es de real importancia en el desarrollo de un sistema, esta nos ayudará a encaminar de una manera óptima nuestro proyecto, acorta la duración del mismo, y sintetiza una serie de pasos que pueden ser innecesarios y en ciertos casos inconvenientes, el uso de una metodología apropiada nos asegura éxito en nuestro proyecto.

La metodología que cada persona puede adoptar está diseñada en función de la necesidad, así como de experiencias obtenidas a través de años de trabajo en la rama, por tanto una metodología se la puede ir mejorando y simplificando, obteniendo cada vez un avance en la creación de proyectos, no obstante, la evolución de una metodología puede tener un límite, este tope de la evolución nos indica que se ha encontrado la base real, y por tanto, los proyectos posteriores serán los beneficiados, ya que éstos se manejarán con un alto grado de eficiencia, y eficacia; este nivel alcanzado en el desarrollo del proyecto se ve reflejado en los costos que la empresa tendrá que manejar, ya que se reducirá el tiempo y el riesgo durante la elaboración del mismo, por lo que se podrá manejar de buena manera los recursos destinados al proyecto, elevado la calidad final del mismo.

El desarrollo de un proyecto se lo puede dividir en una serie de etapas, cada una tiene su importancia, y finalidad.

1. La planificación del proyecto.
 - a. Alcance del proyecto
2. Observación y evaluación del equipo
3. Establecimiento del alcance real del proyecto

4. Evaluación del sistema
 - a. Se determina los posibles sistemas a utilizarse en el proyecto
5. Diseño del sistema y automatismo requerido

¹ Es el resultado de la suma de todos los subtotaes de la tabla.

- a. Descripción detallada del sistema y método a utilizarse en el proyecto
 - b. Evaluación del sistema diseñado
6. Evaluación y aprobación del proyecto
 7. Puesta en marcha del proyecto
 8. Estado de pruebas y ajuste del equipo
 9. Capacitación del personal que manejará el equipo
 10. Entrega de la documentación actualizada del equipo

LA PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO.

Es la primera acción que se deberá tomar, su objetivo es el establecer un correcto programa, horarios de trabajo, así como el determinar el objetivo al que se desea llegar, el cual se establece a través de reuniones con el interesado, en donde se definirán las expectativas que se espera del proyecto, sus posibles soluciones, y dificultades de así existirlas.

LA OBSERVACIÓN Y EVALUACIÓN.

Es la parte determinante del desarrollo del proyecto, se realiza una serie de observaciones y se valora el estado real del equipo, por tanto, se puede definir un alcance real del mismo. En definitiva a partir de aquí se conocerá si se puede o no cumplir las expectativas deseadas.

ESTABLECIMIENTO DEL ALCANCE REAL DEL PROYECTO.

Con la recopilación de toda la información de la máquina, se establece ***el alcance real*** que se puede dar al proyecto, así se busca soluciones con las cuales se pueda cubrir las expectativas, de poder lograrse, caso contrario se puede establecer un sin número de posibles soluciones, con las que se puede cubrir gran parte de lo esperado.

EVALUACIÓN DEL SISTEMA.

Una vez que se establece las posibles soluciones, se realiza un **estudio de los sistemas que se podrán implementar** para la consecución de los objetivos reales de la máquina, todos los posibles sistemas que se deseen implementar, deberán ser analizados minuciosamente, ya que cada uno tendrá ventajas propias, y la decisión de utilizar alguno, estará enfocada en el mayor número de ventajas que preste el sistema, costos de implementación, etc.

Se debe tomar en cuenta que no siempre el sistema más costoso es el más conveniente, ya que existen factores propios de la máquina, para los cuales no se necesita implementar algún sistema de elevado costo, pues sistemas convencionales de costo accesible, pueden cubrir las necesidades de la máquina, y de esta manera se podrán reducir los costos del proyecto. Una vez que el sistema a utilizarse está definido, se deberá justificar su implementación, desde un punto de vista costo-beneficio, es decir, que la inversión tienda a recuperarse en un tiempo prudencial, encontrándose de esta manera razón primordial para poner en marcha el proyecto.

DISEÑO DEL SISTEMA Y AUTOMATISMO REQUERIDO.

Se realiza el **diseño del sistema** que se determinó va a ser el más adecuado para el proyecto, y se lo hace en función de las necesidades y requerimientos del equipo, a fin de que los cubra en su totalidad, este diseño tendrá que ser hecho minuciosamente, y responsablemente, así como deberán ser cuidadosamente evaluado con herramientas muy útiles tales como emuladores, los que permitirán simular el proceso antes de ser implementado, siendo este paso muy importante, ya que podremos darnos cuenta de posibles fallas involuntarias que se puedan dar en el sistema, o de posibles alternativas que se puedan adoptar para mejorarlo.

LA EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DEL PROYECTO.

Paso en el cual se decidirá si se lo pondrá o no en marcha, se lo efectúa en una reunión entre los diseñadores del sistema y el dueño del equipo, aquí se expondrá el estudio que se realizó a la máquina, así como las soluciones analizadas, justificando de esta manera el proyecto, se expondrá los pasos a seguir para poner en marcha el proyecto, y un calendario de tareas que se llevaran a cabo, para la consecución del proyecto.

La puesta en marcha del proyecto se realiza una vez aprobado el proyecto, y se basa en la planificación previa, posterior a la implementación del proyecto es vital realizar una etapa de prueba, a fin de garantizar el funcionamiento del equipo.

3.2. REESTRUCTURACIÓN DEL EQUIPO.

Uno de los pasos importantes es la reestructuración del equipo consiste en la estimación de los alcances de la máquina, aquí se deberá estimar sus características operativas, resultando una evaluación comparativa entre las funciones actuales de la máquina con las funciones que si bien pueden ser las mismas, serán funciones operativas mejoradas, que darán como resultado una máquina operativamente mejorada.

3.9.1 DETERMINACIÓN DEL ESTADO ÓPTIMO DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.

El determinar el estado de funcionamiento apropiado de un equipo inyector, radica en la determinación del tipo de trabajo al cual va estar sometido, pues de este dependerá el número de características, o propiedades que el equipo deberá reunir.

Para la determinación del número de características que el equipo deberá reunir, se debe establecer:

- Las aplicaciones a la cual el equipo estará enfocado.
- El tipo o tipos de polímeros, que serán utilizados en dichas aplicaciones.

- Proyección de la demanda de productos, en un futuro no muy lejano.
- Masa total de inyección.

Para la aplicación a la que el equipo estará enfocado, se requiere conocer cuales son los requerimientos finales del producto en función del mercado al que este va a ser distribuido, de este dependerá la selección de los elementos a ser utilizados en el equipo. Cada polímero posee diferentes propiedades químicas, siendo diferente su comportamiento a una misma temperatura, presión, y velocidad de inyección, siendo por tanto, un factor muy determinante la fluctuación de estos parámetros, ya que polímeros tales como el polipropileno es en cierta manera tolerante a la variación de la temperatura, mientras que polímeros como el nylon presenta una tolerancia muy reducida al dicho cambio.

La presión y la velocidad de inyección son determinantes, pues estas varían en función de las características del molde a llenar, tanto su espesor, su capacidad de llenado, la refrigeración del mismo, determinarán que la magnitud de dichos parámetros, por tanto estos deberán ser maniobrables.

Las expectativas que el equipo deberá reunir a un futuro cercano, es también un factor determinante para la estimación de las características operativas del equipo, pues una proyección a futuro, podrá preparar a la empresa para que pueda afrontar con los retos que el mundo moderno presenta. Siendo una muy buena inversión ya que una re-actualización del equipo el momento de la necesidad de contar con mejoras en tal o cual sistema, podrá tener un costo adicional, a más que el estudio que se deberá utilizar para el efecto lleva tiempo, en resumen, la empresa podría perder tiempo y dinero de no analizar su proyección en la demanda de ciertos productos.

3.9.2 SECUENCIA DE TRABAJO.

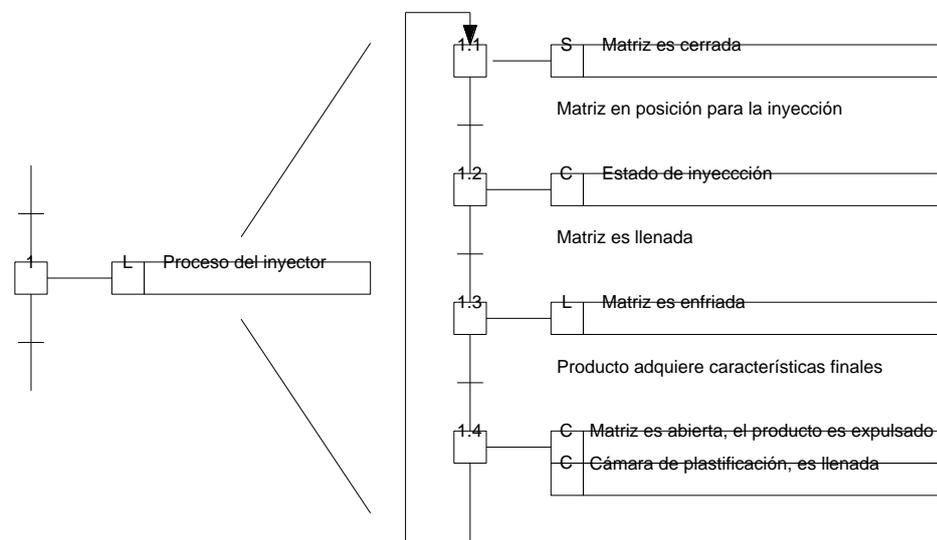
La secuencia de trabajo de un inyector esta basada en el proceso que el inyector debe cumplir a fin de lograr la transformación del polímero sólido a un polímero plastificado, ya que es el único estado, con el cual el polímero será inyectado en

la matriz, este proceso es en cierto modo estándar, existiendo ciertas variantes, poco significativas del funcionamiento entre uno u otro equipo de inyección, no obstante, este proceso de inyección varía entre tipos de inyectoras, pues sus sistemas generalmente, no son semejantes.

El proceso que un inyector de plástico debe presentar esta dividido en las siguientes etapas:

- Etapa de cierre y sujeción de la matriz.
- Etapa de carga del material.
- Etapa de inyección.
- Etapa de refrigeración.
- Etapa de apertura y descarga del material.

Las etapas son simultaneas, y su conjunto da como resultado el proceso operativo del cualquier inyector de plástico, siendo el modo operativo variable según el tipo de inyector que este sea.



3.9.3 DETERMINACIÓN DEL CIRCUITO DEL INYECTOR.

El trabajo que realizará un inyector de plástico esta basado en la masa total de inyección, es decir, el esfuerzo total que le tomará el llenar una matriz; por tanto, el medio de energía que un inyector puede utilizar para su trabajo puede ser la

neumática o la hidráulica, siendo la neumática utilizada en máquinas de baja potencia, donde la masa de inyección es pequeña, mientras que, la hidráulica es un medio de energía que se utiliza con inyectoras de masa de inyección muy grandes. El uso de cualquiera de estos dos medios de energía, proporciona distintos circuitos de fuerza y control.

El circuito que estará encargado de comandar se basa en el tipo de inyector a su mando, ya sea este del tipo de inyección, por pistón ó tornillo, el circuito de inyección de tornillo esta compuesto de dos pistones, el uno es utilizado para el movimiento del cierre – apertura de la matriz, mientras que el otro es necesario en la inyección del material, cabe mencionar que el retroceso del pistón se lo realiza por carga del material de inyección inducido por el movimiento rotacional, generado por un motor hidráulico, este movimiento causa el desplazamiento del material desde la zona de carga, hacia la cámara de plastificación, donde la poliamida es almacenada hasta el momento de la inyección. Para la estimación de un circuito de control que cumpla con los requerimientos del proceso, se establece un diagrama secuencial de todos los pasos que deberá cumplir el inyector, este nos mostrará todos los elementos adicionales que serán requeridos a fin de cumplir con las necesidades del inyector.

3.10 SISTEMA DE CALENTAMIENTO DEL INYECTOR.

3.10.1 SELECCIÓN DEL CONTROL DE TEMPERATURA.

La selección del sistema de control es usualmente un compromiso entre la calidad de control que se desea y el coste del sistema de control. Por tanto este debe satisfacer la tolerancia requerida en el proceso, no debiendo poseer excesivos refinamientos que lo encarezcan, la tabla 3.1 servirá como una guía en la selección del tipo de controlador requerido en el proceso.

CONTROL	PROPOSITO	APLICACIONES	DESVENTAJAS
Todo o nada	Control de la variable de proceso	Control de nivel y temperatura en procesos de gran temperatura	No existe precisión, es un control muy inestable

Proporcional	Control aproximado de la variable de proceso	Presión, nivel, y temperatura donde el offset no es inconveniente.	Offset produce oscilaciones en el proceso al aumentar la ganancia
Proporcional + integral	Minimizar el offset	Flujo y presión en líquidos	Introduce lentitud e inestabilidad en determinar los valores del proceso
Proporcional + derivada	Respuesta rápida	Cuando es necesaria una gran estabilidad con un offset mínimo y un cambio integral	Amplifica la señal de ruido
Proporcional + integral + derivada	Unión de los tres en un solo controlador	Proceso con cambios rápidos y retardos apreciables.	Elimina los anteriores al reunir las características de los tres

Tabla 3.1 Guía para la selección del controlador de temperatura

La tabla anterior sirve como una orientación con la cual podemos aproximar al control requerido en el sistema, siendo necesario un análisis posterior de los requerimientos del sistema a fin de conocer cual de los controladores puede cubrir dichos requerimientos.

3.10.2 SELECCIÓN DEL SENSOR DE TEMPERATURA.

La selección del sensor de temperatura que se utilizará se lleva a cabo, en función de parámetros como:

- La corrosión
- La oxidación
- La reducción y la cristalización que desarrolle la f.e.m. relativamente alta
- Estabilidad
- Bajo coste
- Baja resistencia eléctrica
- La relación entre la temperatura y la f.e.m. sea de tal que el aumento de esta sea paralelo al aumento de la temperatura.

La tabla 3.2 puede servir como una guía para la selección de las termocuplas.

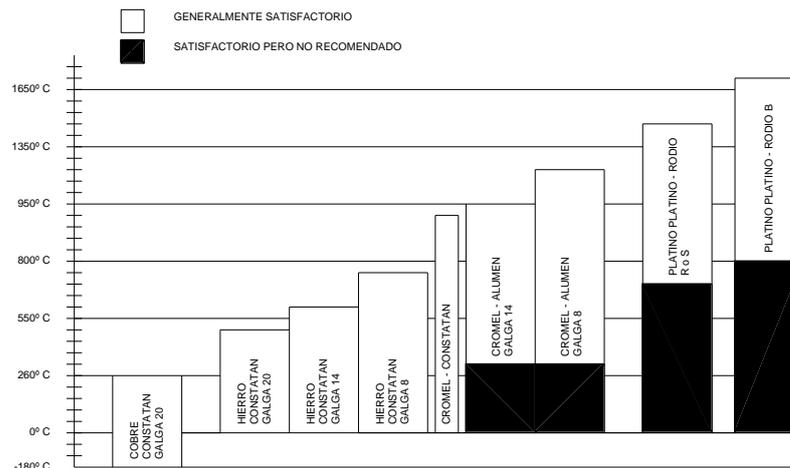


Tabla 3.2 Guía para la selección de los termopares

3.11 SELECCIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO.

La generación del circuito hidráulico, da como resultado la utilización de una serie de elementos, la determinación de las características de cada elemento es importante, la selección del sistema hidráulico, por tanto, se basa en los siguientes parámetros:

- Caudal
- Presión

Otro parámetro a ser analizado es el montaje que se desea realizar, ya sea este modular, o por una simple conexión en línea, por tanto deberá analizarse las ventajas y desventajas que presenta cada una de las alternativas.

La selección de las válvulas esta en función de la norma europea CETOP (Comité Europeo de Transmisiones Oleohidráulicas y Neumáticas), y cada casa comercial esta dedicada a la construcción de las mismas están obligadas a cubrir con los requerimientos de esta norma, el **CETOP** norma la selección en función del caudal, y la presión.

Una vez que se estableció los alcances del circuito, es necesario, determinar si estos objetivos son realizables a través del análisis de los elementos existentes

en el mercado, recurriendo a catálogos de las casas comerciales encargadas de la construcción y distribución de estos elementos, dándose el caso de encontrar elementos no existentes en stock, se deberá buscar una serie de posibilidades a fin de lograr la conformación del circuito hidráulico ya diseñado.

3.4.7. SELECCIÓN DE BOMBAS OLEOHIDRAULICAS.

- Presión requerida en el sistema
- Caudal requerido en el sistema
- Motor eléctrico de accionamiento de la bomba
- Montaje de la bomba
- Eficiencia de la bomba

3.4.8. SELECCIÓN DE MOTORES OLEOHIDRAULICAS.

- Velocidad de salida
- Torque de salida
- Presión del sistema
- Caudal del sistema
- Eficiencia del motor

3.4.9. SELECCIÓN DE VÁLVULAS DIRECCIONALES.

- Presión máxima del sistema
- Caudal máximo del sistema
- Tipo de mando (manual, eléctrico)
- Tipo de montaje
- Número de vías y posiciones requeridas para el mando del actuador

3.4.10. SELECCIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL.

- Presión máxima del sistema

- Caudal máximo del sistema
- Precisión de regulación
- Rango de regulación del caudal
- Regulación del caudal requerido en un o ambos sentidos
- Tipo de montaje

3.4.11. SELECCIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESION.

- Presión máxima del sistema
- Caudal máximo del sistema
- Precisión de regulación
- Rango de regulación de la presión
- Regulación de presión en uno o ambos sentidos
- Tipo de montaje
- Función del regulador (válvula de alivio, reductora de presión, limitadora, etc.)

3.4.12. SELECCIÓN DE VÁLVULAS ANTIRETORNO.

- Presión máxima del sistema
- Caudal máximo del sistema
- Presión de apertura
- Tipo de montaje
- Función a desempeñar en el circuito

En la selección del sistema hidráulico hay que establecer una serie de elementos adicionales tales como:

Volumen de aceite, requerido por el circuito para su normal funcionamiento, este se calculará en base del caudal máximo que circulará por circuito, y que es el máximo generado por la bomba, el volumen requerido para el circuito no deberá ser menor a, cinco caudales nominales del circuito.

$$V_{ace} = 5Q \quad (3.1)$$

donde:

V_{ace} Volumen del aceite

Q_{max} Caudal máximo del sistema

Tamaño del tanque de almacenamiento, se calcula en función del aceite que se deberá albergar, este deberá ser un 30 por ciento mayor al volumen de aceite utilizado en el sistema oleohidráulico.

$$V_{tan} = 1.3 \times V_{ace} \quad (3.2)$$

donde:

V_{tan} Volumen del tanque

V_{ace} Volumen del aceite

La forma del tanque estará aplicable a la disponibilidad de espacio existente para el equipo, no tiene una forma predeterminada pero deberá ser capaz de alojar los elementos de mantenimiento del aceite, tales como filtros, intercambiadores de calor.

Filtros, garantizan un aceite libre de partículas extrañas, que podrían causar el deterioro de los elementos de circuito oleohidráulico, tales como bomba, válvulas, etc. El dimensionamiento del filtro se lo hace en función del máximo caudal que circula por circuito, con un incremento del 20%, la selección del filtro apropiado se remitirá a los catálogos existentes en el mercado, estarán en función del caudal. La selección del filtro adecuado deberá ser mayor o igual al caudal calculado.

$$Filtro \geq 1.20 \times Q \quad (3.3)$$

siendo:

Q caudal generado por bomba

Tuberías y acoples, existen tres puntos importantes a fin de realizar una correcta selección, el material, espesor, y el diámetro interior más conveniente para el

241/20 – 1/4 BR2	1/4	6.3	14.5	400	585.	1600	23500	0.32
241/20 – 5/16 BR2	5/16	8.0	15.5	375	5500	1500	22050	0.35
241/20 – 3/8 BR2	3/8	9.5	17.8	350	5150	1400	20550	0.45
241/20 – 1/2 BR2	1/2	12.7	21.3	300	4400	1200	17600	0.57
241/20 – 5/8 BR2	5/8	16.0	24.0	275	4050	1100	16150	0.67
241/20 – 3/4 BR2	3/4	19.0	28.3	235	3450	950	13950	0.80
241/20 – 1 BR2	1	25.4	36.5	185	2700	750	11000	1.20

Tabla 3.4 Características técnicas manguera DIESSE MASTER – BR2 (Fuente: Norsales Hydraulic Components)

3.12 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE MANDO.

Los sistemas hidráulicos requieren de un mando, dirigido a las señales que determinan las secuencias de movimiento de sus actuadores (cilindros, motores) y por medio de los cuales se pueda controlar a voluntad el funcionamiento de la máquina, los sistemas de mando pueden ser:

- Mando manual
- Mando sostenido
- Mando programado:
 - Dependiendo del desplazamiento
 - Dependiendo del tiempo
- Otros tipos de mando
 - Mando paso a paso o secuencial

3.5.1 MANDO MANUAL, SOSTENIDO Y PROGRAMADO.

En todo caso los tipos de mando no son siempre independientes, en casi todos los circuitos se presentan como una combinación de los tres primeros tipos de control.

El mando **manual** se caracteriza por que el elemento de mando y el de posición forman una unidad, existiendo entre la magnitud (señal) de entrada y salida del mando hay una relación permanente.

El mando **sostenido** se caracteriza por que la magnitud de salida permanece después de retirar la magnitud piloto de entrada. A través de la señal de salida u otro tipo de señal contraria se restituye la situación inicial. Esto se logra con válvulas que memorizan su posición o son enclavadas en una posición por efecto de un impulso.

El mando **dependiente del desplazamiento** las magnitudes pilotos son proporcionadas por un programa cuyas magnitudes de salida son dependientes del desplazamiento recorrido.

Los impulsos del mando se originan en válvulas 3/2, o fines de carrera, que dan una señal de aviso de haber cumplido con el desplazamiento. Toda salida es iniciada por un impulso de mando, el cual puede ser dado en forma manual o automática. Las ventajas del mando por desplazamiento radican en la seguridad del proceso, éste es garantizado por las magnitudes de salida que son dependientes del desplazamiento.

El mando **dependiente del tiempo** se entiende como un mando cuyo desarrollo esta en función de magnitudes pilotos íntimamente relacionadas con el tiempo. La ventaja de este tipo de mando es que se puede centralizar, presentándose en forma compacta, y es fácil de programar los impulsos. La desventaja es que el mando transcurre independiente del proceso de la máquina, es decir, depende solo del tiempo y de esta manera no se puede garantizar la seguridad del proceso.

Cada mando tiene sus limitaciones, por tanto, la elección de uno u otro mando estará en función de los beneficios que este genere al proceso, siendo analizado desde dos puntos de vista:

- Técnico
- Económico

Los mandos en si podrán cubrir con los requerimientos del sistema, el mando manual, es el menos recomendado si de un proceso complejo se requiere, debido a que este, no presta la velocidad de respuesta recomendada, siendo un proceso que si bien funciona, se verá afectado por tiempo que se requiera en la ejecución del proceso. Por tanto no se podrá explotar las cualidades reales de la máquina.

El mando manual es un medio barato de ejecución, no obstante, es un medio costoso a la hora evaluar la operación del equipo, en función de su tiempo de operación.

Un mando programado es requerido en procesos complejos, ya que este ayuda a reducir el tiempo de operación por ciclo en la máquina, el proceso programado se logra a través de circuitos electromecánicos diseñados para poder cumplir con las secuencias requeridas en el equipo, este mando utiliza relés y contactores para su funcionamiento, siendo su instalación tanto difícil por la cantidad de conductores requeridos, así como un gran número de contactores o relés.

3.13 SISTEMAS AUTOMÁTICOS.

Las máquinas de inyección poseen un sistema automático, el mismo que esta encargado de gobernar el funcionamiento del inyector, cada uno posee un sistema automático acorde con las funciones que desarrollará, este gobierno del sistema se lo realiza a través de elementos electromecánicos, o electrónicos, cada uno presente sus propios beneficios, siendo la utilización de elementos electrónicos aquel que presenta mayores beneficios. Este método utiliza Controladores Lógicos Programables (PLC), en donde a través de una programación adecuada se logra ejecutar las operaciones del inyector por secuencias, existen un sin número de PLC, pudiendo ser netamente digitales, los cuales hacen un control de encendido y apagado, y/o los de control analógico, es decir que admiten la entrada de señales que varían proporcionalmente en función de variables, tales como el tiempo, la temperatura, etc.

Un Controlador Lógico Programable, se lo debe seleccionar en función de:

- El tipo de entradas requeridas, ya sean estas analógicas y/o digitales.
- El número de entradas y salidas requeridas, es decir, en función de los elementos a los cuales va a gobernar el PLC
- Las funciones que el inyector debe realizar, deben ser cubierto por las funciones existentes en el PLC.
- La memoria del PLC debe cubrir la memoria requerida en la programación de las secuencias de trabajo del inyector de plástico.

Otro de los puntos a ser analizados para determinar el tipo de PLC, que debe ser utilizado, es el análisis de las características propias del lugar donde el equipo va a ser instalado, estas deberán ser cubiertas por los datos técnicos de cada uno, siendo las características a ser analizadas:

- Voltaje de alimentación
- Grados de protección, etc.

Por tanto, un PLC ideal para el funcionamiento del inyector, será aquel que pueda cubrir con todas y cada una de las exigencias del sistema, así como del medio donde este va a ser instalado, esto garantizará un buen funcionamiento del sistema.

La selección de todos los elementos requeridos en el sistema, ya sean controles de temperatura, elementos hidráulicos, mandos, y automatismo deben realizarse bajo consideraciones adicionales como son

- Costo y beneficio
- Calidad del equipo
- Costos de mantenimiento e instalación
- Disponibilidad en el mercado

3.14 ANÁLISIS FINANCIERO.

El análisis financiero es una herramienta que nos permitirá evaluar la inversión en el proyecto desde el punto de vista del inversionista, los ingresos, y egresos que se generará en el desarrollo del proyecto, a fin de conocer su rentabilidad, y así decidir si el proyecto es, o no realizable. Por tanto las funciones bien definidas de un análisis financiero son:

1. Determinar hasta que punto el costo puede ser cubiertos oportunamente y así contribuir a diseñar el plan de financiamiento.
2. Medir la rentabilidad de la inversión.
3. Generar la información necesaria para realizar una comparación del proyecto con otras alternativas o con otras oportunidades de inversión.

Un análisis financiero se lo realiza en dos etapas, *la primera etapa* será la sistematización y presentación de los costos - beneficios de un flujo de fondos, y *la segunda etapa* será un resumen de la primera etapa en un indicador que permita la comparación con otros proyectos, considerando el valor del dinero en el tiempo reflejado la rentabilidad del proyecto.

La primera etapa es generalmente construida en períodos anuales donde se presentará los ingresos y egresos en forma detallada, estos se establecen mediante estudios realizados en la etapa de formulación del proyecto.

El momento de registrar los ingresos así como los egresos de efectivo, el registro se lo realiza según la contabilidad en caja.

- El período de tiempo en que se van a dar los flujos, dependerá de la naturaleza del proyecto, este podrá ser trimestral, semestral, anual, etc.
- Se supone que los ingresos tanto como los egresos se realizan al final del período, lo que implica que estos son realizados al final.
- El primer período de vida del proyecto se le asigna el nombre de cero.

Un flujo de fondos es la resta de los ingresos menos los egresos que representan salida en efectivo en el momento en que se realiza, cuando un flujo de fondos se establece en un proyecto que debe pagar impuestos se lo construirá a partir de los estados de pérdidas y ganancias del proyecto.

La segunda etapa esta basada a determinar el costo oportunidad del dinero, que es la tasa mínima que representa la rentabilidad a la que se renuncia al invertir en un determinado proyecto en lugar de invertir en proyectos alternativos. La estimación de esta tasa nos ayudará a determinar la rentabilidad de un proyecto, por medio de criterios tales como el valor presente neto (VPN), tasa interna de retorno (TIR), la relación costo beneficio (RCB), etc.

Para tomar decisiones sobre la rentabilidad de un proyecto hay que comparar los beneficios el proyecto con los costos de oportunidad del dinero invertido.

3.14.1 FLUJO DE FONDOS PURO.

Los rubros que conforman un flujo de fondos pueden llegar a ser numerosos, debido a esto es importante seguir un criterio a fin de establecer un flujo de fondos libre de errores por defecto u omisión, a continuación se presenta una estructura recomendable para la conformación de un flujo de fondos:

Ingresos de operación

Costo de operación (incluye impuestos indirectos)

Depreciación

Amortización de activos diferidos

Utilidad antes de participación e impuestos

Participación de trabajadores (15% de utilidad)

Utilidad antes de impuestos

Impuesto a la circulación de capitales

Utilidad antes del impuesto a la renta

Impuesto a la renta (25%)
 Utilidad neta
 Utilidad en venta de activos
 Impuestos a la utilidad de venta de activos
 Ingresos no gravables
 Costos de operación de deducibles
 Valor en libros de los activos vendidos
 Depreciación
 Amortización de activos diferidos
 Costos de inversión
 Capital de trabajo
 Recuperación de capital de trabajo

A partir de los valores mencionados anteriormente construimos una tabla que se la realizara en periodos anuales en donde encontraremos el flujo de fondos de cada período, los valores enunciados podrán ser ingresos (positivos) o egresos (negativos), el flujo de fondos será la sumatoria de todos los valores.

INGRESOS DE OPERACIÓN	AÑO 1
Ingresos	+ A
Costos de Operación y Mantenimiento	- B
Materia Prima	- C
Depreciación	- D
Utilidad antes de la partición de impuestos e impuestos	+ E
Impuestos	- F
Utilidad neta	+ G
Valor residual	+ H
Inversión	- I
Flujo de fondos neto	SUMA TOTAL

No obstante, si el proyecto se lo realizará a través de algún tipo de financiamiento, se deberá considerar ciertas condiciones en el desarrollo del flujo neto, tales como pago de los intereses por los créditos recibidos, el crédito recibido, y el pago del capital que será la amortización principal.

3.14.2 VALOR PRESENTE NETO (VPN).

Representa la suma presente, que es equivalente a los ingresos netos futuros y presentes de proyecto, la conversión de sumas futuras de dinero a sumas presentes toma en cuenta el costo de oportunidad del dinero a través de la siguiente fórmula, la misma que nos dará una proyección a fin de determinar el valor presente del proyecto.

$$V.P.N. = + \sum_{n=0}^n \frac{FNC_n}{(1+i)^n} \quad (3.4)$$

donde:

- VPN = valor presente neto
- FNC_n = flujo de fondos al año n
- i = tasa de interés
- n = número de períodos

Cuando el VPN es positivo significa que después de cubrir todos los costos inversión y el costo de oportunidad, el proyecto generará recursos adicionales; si el VPN es cero significa los recursos generados permiten cubrir exactamente el costo de inversión, mientras que si el VPN es negativo implicará que los beneficios del proyecto no compensan los costos de oportunidad así como la inversión hecha en el proyecto.

3.14.3 LA TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).

Es otro criterio que ayudará a determinar la fiabilidad del proyecto, y se define como la tasa de interés que hace que el VPN sea igual a cero. Su cálculo es un proceso complicado si la vida útil del proyecto es mayor a 2 años, ya que la solución se encuentra despejando i de la ecuación:

$$0 = \sum_{k=0}^n \frac{BN_k}{(1+i)^k} \quad (3.5)$$

La TIR tiene la ventaja de no necesitar ningún valor específico de la tasa de interés de oportunidad. Una desventaja de utilizar este indicador es que el comportamiento está en función del flujo de fondos, por tanto se podrá encontrar casos en los cuales no existe una tasa definida, mientras que en otros casos generarán más de una solución, así es necesario en estos casos determinar la tasa única de retorno **TUR**, con la cual se podrá resolver los problemas de la inexistencia o existencia múltiple de la TIR.

Esta se calculará a partir de la siguiente fórmula,

$$T.U.R. = \left(\frac{F}{P} \right)^{\frac{1}{T}} - 1 \quad (3.6)$$

donde

F = valor equivalente de los ingresos

P = valor equivalente de los egresos

T = vida útil del proyecto

3.14.4 LA RELACIÓN COSTO BENEFICIO (RCB).

Al igual que el VPN, la TIR, y la TUR, este es un indicador que nos permite evaluar la rentabilidad de un proyecto, no existe un proceso definido para el cálculo de la Relación Costo Beneficio, no obstante, dos métodos son utilizados.

- El cociente del valor presente de los beneficios brutos para el valor presente de los costos brutos
- El cociente del valor presente de los beneficios netos para el valor presente de los costos netos

3.15 FACTIBILIDAD DEL PROYECTO.

La factibilidad del proyecto se determinará luego del análisis de indicadores (VAN, TIR, TUR, y RCB), siendo las conclusiones obtenidas las siguientes:

3.15.1 VALOR PRESENTE NETO (VAN).

- $VPN > 0$, el proyecto debe ser aceptado.
- $VPN = 0$, será indiferente entre la realización o no del proyecto en función de escoger otras alternativas de inversión.
- $VPN < 0$, el proyecto no vale la pena, existiendo alternativas de inversión que arrojan mayor beneficio.

3.15.2 LA TASA ÚNICA DE RETORNO (TUR).

- $TUR >$ tasa de oportunidad, el proyecto debe ser aceptado.
- $TUR =$ tasa de oportunidad, será indiferente entre la realización o no del proyecto en función de escoger otras alternativas de inversión.
- $TUR <$ tasa de oportunidad, el proyecto no vale la pena.

3.15.3 LA RELACIÓN COSTO BENEFICIO (RCB).

- $RCB > 1$, el proyecto es aceptado.
- $RCB = 1$, es indiferente la realización del proyecto, los beneficios netos compensan el costo de oportunidad.
- $RCB < 1$, el proyecto debe ser rechazado, pues el valor neto de los beneficios es menor que el valor presente de los costos.

3.15.4 FLUJO DE FONDOS INCREMENTAL.

El flujo neto de fondos incremental, consiste en encontrar la diferencia de los flujos netos generados antes y después de la ejecución del proyecto, este representa la contribución del proyecto a la generación de fondos, pudiéndose realizar el análisis de factibilidad del proyecto a partir de este flujo.

3.16 PERÍODO DE RECUPERACIÓN.

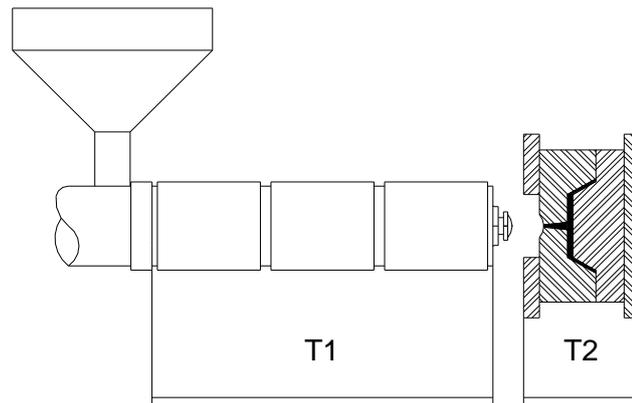
Capítulo IV

5. REPOTENCIACION Y AUTOMATIZACION DEL EQUIPO

5.1. ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.

La determinación de los parámetros de funcionamiento del equipo, se basa en el fin aplicable al equipo, su disponibilidad de inyectar materiales que son sensibles a los cambios de temperatura obliga la utilización de controles de temperatura tales como los PID, garantizando de esta manera una temperatura de trabajo estable, regresando en el caso de haber perturbaciones al punto de calibración en el menor tiempo posible, eliminando el error característico del offset. Un sistema hidráulico que controle efectivamente a los actuadores existentes en el inyector, pudiendo variarse parámetros tales como velocidad de inyección, velocidades de apertura, cierre de molde, generando presiones de sostenimiento, y contrapresión al husillo, eliminando los gases en el cañón o cilindro de plastificación, mandos que permitan la ejecución del ciclo de inyección de forma manual, etapa calibración donde el operador ajusta todos los parámetros para un normal trabajo del inyector, y un mando programado, en donde el equipo tendrá la disponibilidad de trabajar en un ciclo único, o en ciclos continuos, obteniendo productos de buena calidad, libre de desperdicios, por maniobrar erróneas provocados por el operador.

5.1.1. POLÍMEROS DE TRABAJO



POLÍMERO	PARAMETROS DE INYECCION						
	SÍMBOLO	P1	P2	P3	T1	T2	SEN
	NOR. ISO	Bar	Bar	Bar	° C	° C	°C
Poliestireno de Impacto	SB	80 – 120	40 – 60	8 – 12	200 – 220	30 – 50	± 3
Acrilonitrilo – Butadieno – Estireno	ABS	80 – 120	40 – 60	8 – 12	220 – 240	60 – 80	± 3
Polietileno Baja Presión	PE _{HD}	50 – 100	25 – 50	5 – 10	180 – 200	30 – 50	± 5
Polietileno Alta Presión	PE _{LD}	80 – 120	40 – 60	8 – 12	220 – 240	30 – 50	± 5
Polipropileno	PP	80 – 120	40 – 60	8 – 12	270 – 250	30 – 50	± 3
Grilon	A28 GM	80 – 120	40 – 60	8 – 12	170 – 220	60 – 80	± 1

La tabla anterior enumera los polímeros con los que usualmente trabaja la empresa, y los parámetros teóricos de inyección recomendados, cada uno de los cuales están detallados a continuación:

Presión de trabajo (P1), es la presión de inyección que se debe generar en el inyector a fin de garantizar el llenado completo del molde, esta presión es variable según el tipo de material a inyectar.

Presión de sostenimiento (P2), es la que existe una vez que el molde ha sido llenado, y su presencia es la de mantener una presión de sostenimiento del material que llena el molde, garantizando las dimensiones finales producto, evitando así la contracción de sus dimensiones por efecto del enfriamiento del material en el molde, cabe indicar que esta es la mínima presión que debería existir en el husillo, siendo su limite máximo la presión de trabajo (P1).

Contra presión (P3), es la existente en el husillo durante su etapa de carga de material, su función es crear una fuerza de oposición al regreso del husillo durante

el desplazamiento del polímero a la cámara de plastificación, evitando la acumulación de gases dentro del cilindro de plastificación, siendo perjudicial pues se obtendría rugosidades o burbujas de aire en el producto final, disminuyendo su calidad, esta contra presión garantiza que estos gases se acumulen en la punta de inyección, así en el llenado del molde estos gases serán inyectados inicialmente, escapando a la atmósfera por entre las placas del molde, conjuntamente con el aire existente en el interior del mismo.

Cabe indicar que las presiones mencionadas anteriormente son las existentes en la etapa de inyección, mientras que en la etapa de apertura y cierre de molde se la realiza con una presión totalmente independiente a las mencionadas, y estas dependen del tipo de molde montado en el inyector.

Temperatura de inyección (T_1), es la temperatura promedio que el cilindro de plastificación debe poseer a fin de entregar el calor suficiente para que el polímero pueda cambiar a su estado de inyección, cabe señalar que el inyector posee tres zonas de calentamiento las mismas que no necesariamente deberán estar a la misma temperatura, cada zona debe controlarse independientemente, y sus temperaturas de trabajo recomendadas dependen del tipo de material a ser inyectado.

Sensibilidad (SEN), es el grado de reacción que tiene cada polímero a la variación de la temperatura, es propia de cada uno y de no garantizar la temperatura del cilindro de plastificación dentro de la sensibilidad de cada material, este podría presentar dificultades en el proceso, ya que su viscosidad es afectada en función de la temperatura, por tanto el material puede presentar problemas durante el llenado del molde, si la variación de la temperatura es crítica, se pueden presentar hechos tales como la degradación del material, por tanto se debe buscar un control de temperatura que brinde una buena precisión, y esta debe estar en función del material que permita una menor variación en su temperatura.

5.2. SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS REQUERIDOS.

5.2.1. CONTROL DE TEMPERATURA.

El control de temperatura de las zonas de calentamiento del inyector deberá ser muy preciso y estable, esto se debe a la sensibilidad de ciertos polímeros al cambio de temperatura admisible, por tanto un control PID es el ideal para el inyector, garantizando un control con mejor exactitud, muy estable pues se elimina variaciones de temperatura, abriendo un mayor tratamiento de productos a ser inyectados por la máquina.

Luego de un análisis de los controles de temperatura existentes en el mercado, uno que nos brindo tanto los requerimientos técnicos, como económico fue el control de temperatura **Micro-controller X** modelo PXV4 (ANEXO C), de la **Compañía Fuji Electric**, de patente japonesa, éste tipo de control es flexible al tipo de señal de entrada, admitiendo cualquier tipo de transductor (termocupla, RTD's, Termistor), no obstante y debido al rango de temperatura máxima de 300°C, se opto por la termocupla **Tipo J** (Tabla 3.2), que posee un rango de medición de temperatura que va desde los -180°C hasta los 750°C, siendo un margen que engloba los niveles de temperatura mencionado anteriormente

5.2.2. SISTEMA HIDRÁULICO.

El diseño del circuito hidráulico, ayuda a determinar los elementos que se requieren para cubrir los objetivos del inyector, este circuito debe cumplir las siguientes condiciones operativas:

CONDICIONES DE SEGURIDAD

Proteger el sistema de fallas que podrían causar su destrucción total o parcial de los elementos existentes en el sistema

CONDICIONES DE TRABAJO

- Generar las presiones necesarias para la operación del inyector.
 - Presión de inyección
 - Contra presión
 - Presión de apertura y cierre de molde
- Regulación en la velocidad de inyección
- Regulación en la velocidad de cierre y apertura de la matriz
- Regulación de la velocidad de carga de material a la cámara de plastificación

Se debe enfocar al diseño de un circuito que fácilmente cumpla las características enunciadas anteriormente, debiéndose considerar la posibilidad que el diseño permita un control automático del inyector, por tanto los elementos de gobierno que posea el circuito hidráulico deberán poseer accionamiento eléctrico, debido a que este tipo de elementos permite la implementación de un sistema automático. El circuito hidráulico diseñado para el trabajo del inyector esta adjunto en el ANEXO D, Lámina N° 3.

FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO HIDRÁULICO.

El circuito hidráulico presenta dos reguladoras de presión, y son las que permiten generar las presiones de trabajo, tanto para la inyección, como para el cierre – apertura de la matriz, la fijación de una u otra presión se lo realiza a través de la válvula 4/2 de accionamiento eléctrico **1V3**, que es la encargada de enviar el fluido por una u otra reguladora de presión, a la salida de las reguladoras de presión existen válvulas anti-retorno (**1V6 - 1V7**), y permiten mantener el flujo del fluido en una sola dirección, el circuito presenta una válvula direccional 4/3 de accionamiento eléctrico **1V8**, que gobierna al pistón **1A1** permitiendo la apertura o cierre de la matriz, posee regulación de la velocidad a través de las reguladoras de caudal **1V10 – 2V10**. La línea de presión de cierre de matriz posee una válvula anti-retorno pilotada **1V9** a través de la cual se protege a la electroválvula **1V8** de esfuerzos creados en la línea hidráulica durante la inyección del material, existe un pistón de inyección **1A2**, y un motor hidráulico **1A3**, que es gobernado a

través de la válvula direccional **1V11**, que es una válvula 4/3 de accionamiento eléctrico, y tanto el pistón como el motor hidráulico tienen regulación de sus caudales a través de las válvulas **1V12 – 2V12** respectivamente, el pistón de inyección posee a su vez una válvula de contrapresión con válvula anti-retorno **1V13**, y su intervención en la operación del equipo se la realiza únicamente durante la etapa de carga de material, el motor hidráulico posee regulación de la presión de trabajo por medio de una válvula reductora de presión **1V14**. El circuito presenta una válvula 4/2, de accionamiento eléctrico **1V1**, y su función es la de permitir un arranque de la bomba sin carga, pues esta encargada de enviar el aceite directamente al tanque realizando un venteo de la unidad. Además posee una válvula de alivio de presión **1V2**, que protege al circuito de sobre presiones que puedan destruir los elementos hidráulicos que conforman el circuito.

5.2.2.1. SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS HIDRÁULICOS.

BOMBA HIDRAULICA

La bomba hidráulica existente en el inyector es del tipo de engranajes, sus características técnicas son:

CARACTERISTICA	CAPACIDAD	UNIDAD
Caudal	25	L/min.
Presión	72	Bar

VOLUMEN DE ACEITE DEL SISTEMA HIDRÁULICO

EL volumen de aceite requerido por el sistema y deducido a través de la fórmula 3.1

$$V_{ace} = 5Q$$

$$V_{ace} = 5 \times 25l$$

$$V_{ace} = 125l$$

tamaño del tanque

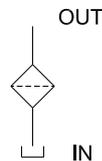
El tamaño mínimo del tanque es calculado a través de la fórmula 3.2

$$V_{\text{tan}} = 1.3 \times V_{\text{ace}}$$

$$V_{\text{tan}} = 1.3 \times 125 \text{ l}$$

$$V_{\text{tan}} = 162.5 \text{ l}$$

FILTRO (1Z1)



El dimensionamiento del filtro de succión deberá estar en función del valor alcanzado la siguiente fórmula 3.3:

$$Filtro = 1.20 \times Q$$

$$Filtro = 1.20 \times 25 \text{ LPM}$$

$$Filtro = 29.7 \text{ LPM}$$

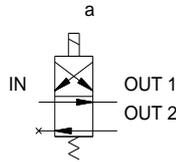
No. DE SERIE	DIAM. (in)	CAUDAL (LPM)	MARCA
FEI – 100 / 125 V /10	¾	45	ATOS
MF – 04	¾	33	NORTHMAN
SFN-06	¾	46	KOMPASS

Debido a que se trata de un sistema automático, las válvulas direccionales a ser utilizadas en el circuito deberán ser de accionamiento eléctrico, las características eléctricas de las bobinas de las electroválvulas se indican a continuación:

CARACTERISTICA	CAPACIDAD	UNIDAD
Voltaje	220	V
Frecuencia	60	Hz

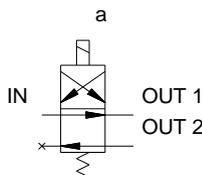
La selección de los elementos esta basado en el circuito hidráulico del ANEXO D, Lámina N° 7, y referidos a los catálogos de varias casas fabricantes como son: ATOS marca Italiana, NORTHMAN marca Taiwanesa, y KOMPASS marca Japonesa. Cada una presenta la misma función siendo cada una de ellas equivalentes entre sí para la función prestada en el circuito. Todas las casas fabricantes son mundialmente reconocidas, y poseen reconocimiento ISO 9002.

VÁLVULA DE ALIVIO (1V2)



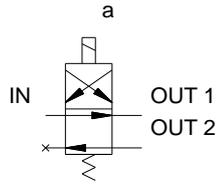
No. DE SERIE	DIAM. (in)	CAUDAL (LPM)	P (bar)	MARCA
ARE – 15 / 250 – 30	½	45	1	ATOS
RF – T04 – 3 – 30	½	100	1	NORTHMAN
BHT-04-H	½	70	1	KOMPASS

VÁLVULA DIRECCIONAL (1V1)



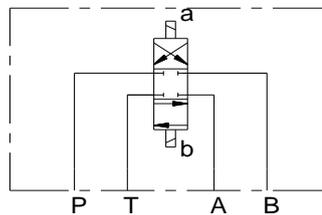
No. DE SERIE	CAUDAL (LPM)	P (bar)	MARCA
DHI – 0630/2 – A – N 230 AC	50	350	ATOS
SWH – G02 – C9B – R220 – 20 – M	40	210	NORTHMAN
D5-02-2B2-A26-L	40	350	KOMPASS

VÁLVULA DIRECCIONAL (1V3)



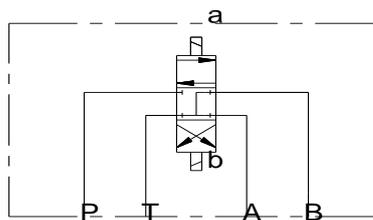
No. DE SERIE	CAUDAL (LPM)	P (Bar)	MARCA
DHI – 0630/2 – A – N 230 AC	50	350	ATOS
SWH – G02 – C9B – R220 – 20 – M	40	210	NORTHMAN
D5-02-2B2-A26-L	40	350	KOMPASS

VÁLVULA DIRECCIONAL (1V8)



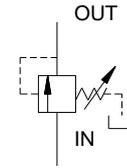
No. DE SERIE	DIAM. (in)	CAUDAL (LPM)	P MAX (bar)	MARCA
DHI – 0711/2-N 220AC/10	¼	50	320	ATOS
SWH – G02 – C2 – R220 – 20 – M	¼	40	210	NORTHMAN
D5 – 02 – 3C2 – A26 – L	¼	40	250	KOMPASS

VÁLVULA DIRECCIONAL (1V11)



No. DE SERIE	DIAM. (in)	CAUDAL (LPM)	P MAX (bar)	MARCA
DHI-0713 – N 220 AC / 10	¼	50	320	ATOS
SWH-G02-C4-R220-20-M	¼	40	210	NORTHMAN
D5-02-3C4-A26-L	¼	40	250	KOMPASS

VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN (1V4 – 1V5)



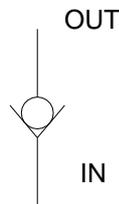
1V4 70-210T

No. DE SERIE	DIAM. (in)	CAUDAL (LPM)	P (bar)	MARCA
AGIR – 10 / 250 / V / 40	3/8	60	8 – 250	ATOS
PRCV – T03 – 3 – 10 - N	3/8	50	70 – 210	NORTHMAN
BHT-04-H	3/8	50	70 – 210	KOMPASS

1V5 35 – 140

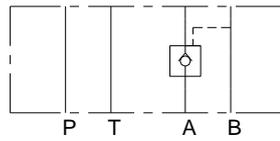
No. DE SERIE	DIAM. (in)	CAUDAL (LPM)	P (bar)	MARCA
AGIR – 10 / 250 / V / 40	3/8	60	8 – 250	ATOS
PRCV – T03 – 2 – 10 - N	3/8	50	35 – 140	NORTHMAN
BHT-04-H	3/8	50	70 – 210	KOMPASS

VÁLVULAS UNIDIRECCIONAL (1V6 – 1V7)



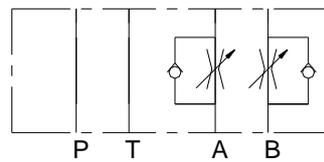
No. DE SERIE	DIAM. (in)	CAUDAL (LPM)	P (bar)	MARCA
ADR – 06 / 2 / 30	3/8	25	400	ATOS
CI – T03 – 05 – 10 – N	3/8	30	210	NORTHMAN
CIT – 03 – A1	3/8	30	250	KOMPASS

VÁLVULA PILOTADA UNIDIRECCIONAL (1V9)



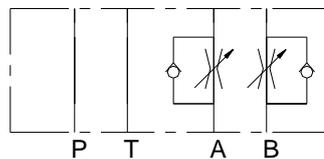
No. DE SERIE	DIAM. (in)	CAUDAL (LPM)	P (bar)	MARCA
HR-014 / 1 / 10	¼	50	350	ATOS
MPC – 02B – 30	¼	35	210	NORTHMAN
MPB-02-B	¼	40	250	KOMPASS

VÁLVULA REGULADORA DE CAUDAL



(1V10 – 2V10)

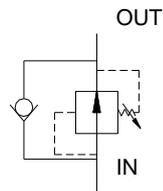
No. DE SERIE	DIAM. (in)	CAUDAL (LPM)	P (bar)	MARCA
HQ – 012 / G / 40	1/4	50	350	ATOS
MT – 02W – K - 30	¼	35	210	NORTHMAN
MSW-02-X	¼	40	250	KOMPASS



(1V12 – 2V12)

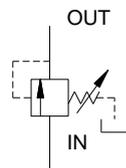
No. DE SERIE	DIAM. (in)	CAUDAL (LPM)	P (bar)	MARCA
HQ – 012 / G / 40	1/4	50	350	ATOS
MT – 02W – K - 30	¼	35	210	NORTHMAN
MSW-02-Y	¼	40	250	KOMPASS

VÁLVULA DE CONTRAPRESIÓN (1V13)



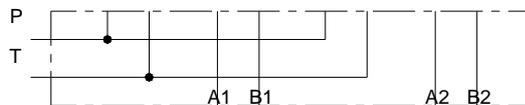
No. DE SERIE	DIAM. (in)	CAUDAL (LPM)	P (bar)	MARCA
SCV – T03 – 0 – 20 – N	¼	50	18 - 35	NORTHMAN
HCT-03-N-1	3/8	50	9 -18	KOMPASS

VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN (1V14)



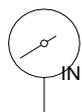
No. DE SERIE	DIAM. (in)	CAUDAL (LPM)	P (bar)	MARCA
AGIR – 10 / 32 / V / 40	3/8	50	3 - 32	ATOS
PRCV – T03 – 1 – 10 - N	3/8	50	7 – 70	NORTHMAN
RT-03-B	3/8	50	0 - 70	KOMPASS

MANIFOLD (1Z7)



No. DE SERIE	DIAM. (in)	CAUDAL (LPM)	P (bar)	MARCA
M02 – 2E – 2	¼	35	210	NORTHMAN
MMC-02-A-2	¼	35	250	KOMPASS

MANÓMETRO DE PRESIÓN (1Z8 – 1Z11)



No. DE SERIE	DIAM. (in)	TAMA (mm)	P (bar)	MARCA
X – MAN – 60 / 250	¼	60	0-250	ATOS
G 60 LM – 210 – B - 10 - N	¼	40	0- 210	NORTHMAN
213.53.63L/5000	¼	25	0-300	KOMPASS

Los elementos antes mencionados presentan características constructivas equivalentes y una calidad aceptable, no obstante, la marca Kompass (ANEXO C) fue la seleccionada por las siguientes características

- Bajo costo de inversión
- Disponibilidad en el mercado
- Información técnica del equipo
- Calidad de los elementos

ACOPLES Y ACCESORIOS

La selección de los acoples y accesorios utilizados en el sistema se lo realizó durante la etapa de montaje del inyector, ya que debiéndose adaptar los elementos hidráulicos al espacio físico existente en el interior del inyector se hace muy difícil el establecer el número exacto de elementos auxiliares, la selección de las mangueras requeridas para el circuito se basó en las tablas 3.3, 3.4 y adaptándose a los elementos existentes en el mercado nacional, los siguientes parámetros fueron los analizados en la selección de los acoples y accesorios:

No. DE SERIE	LONG. (M)	DIAM. (in)	P (bar)
Pistón de inyección	2	½	350

Pistón de matriz	1.5	½	350
Motor oleohidráulico	1.2	½	350

5.2.3. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.

El sistema de refrigeración es muy importante que se encarga de mantener un margen de temperatura necesario en el aceite hidráulico, de tal modo que éste mantenga su grado de viscosidad, reuniendo las características ideales para su trabajo dentro del circuito. El sistema de enfriamiento, consiste de un radiador, el cual es sumergido en el aceite, por cuyo interior circula agua a temperatura ambiente, absorbiendo el calor adquirido.

5.2.4. SISTEMA DE ARRANQUE DEL MOTOR.

El arranque del motor eléctrico es directo, debido a que es un motor de 4 HP, siendo este arranque el ideal en motores menores a 5 HP, la protección se la realiza a través de un arrancador de 4 HP, el cual posee los dos tipos de protección en un solo bloque, de esta manera se logra un montaje sencillo, y compacto. El circuito de arranque utilizado en el proyecto se muestra en el ANEXO D, Lámina N° 6.

5.2.5. SISTEMA DE MANDO.

El mando utilizado en el inyector es programado:

- Dependiente del desplazamiento.

Este mando es el indicado a efecto de conseguir un sistema automático, pues es el que genera la señal que permite el cambio de estado de los mecanismos durante el funcionamiento del inyector, brindado además un estado de protección a los elementos.

En el presente proyecto, se consideró un mando dependiente del desplazamiento, basado en micro elementos del tipo industrial, existentes en el mercado nacional,

dichos elementos presentaron características constructivas que se ajustaban a las necesidades del proyecto, dichos micros están ubicados en puntos donde se puede obtener una señal del recorrido de los elementos actuadores tales como cierre – apertura de matriz, y máxima inyección, así como el recorrido de husillo durante la carga del material, el tipo de micro elemento a utilizar esta sujeto al montaje previsto en la máquina, por tanto para nuestro proyecto se determino dos tipos de micro elementos, el **TIPO RODILLO** que se utilizo en el mecanismo de apertura – cierre de la matriz, y el **TIPO PALANCA** utilizado en el mecanismo de inyección, y mecanismo de carga de material.

Este mando fue seleccionado debido a que es un sistema que nos garantiza el movimiento y posicionamiento de los actuadores, lo que no ocurre con cualquier otro tipo de mando, permitiendo así un sistema fiable durante su operación.

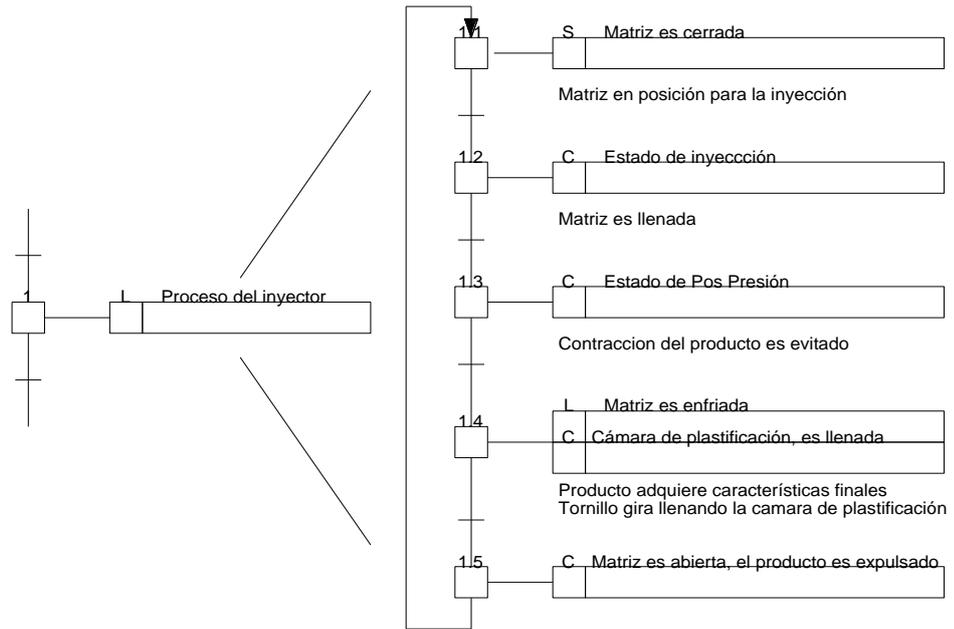
5.2.6. SISTEMA DE CONTROL

Es aquel que gobernará el Inyector, desde su arranque hasta su parada, el sistema de control que fue implementado en el proyecto abarca un automatismo, sistema de arranque y parada del motor, elementos de protecciones de la parte de potencia y de control. El circuito de control utilizado en el proyecto se muestra en el ANEXO D, Lámina N° 4.

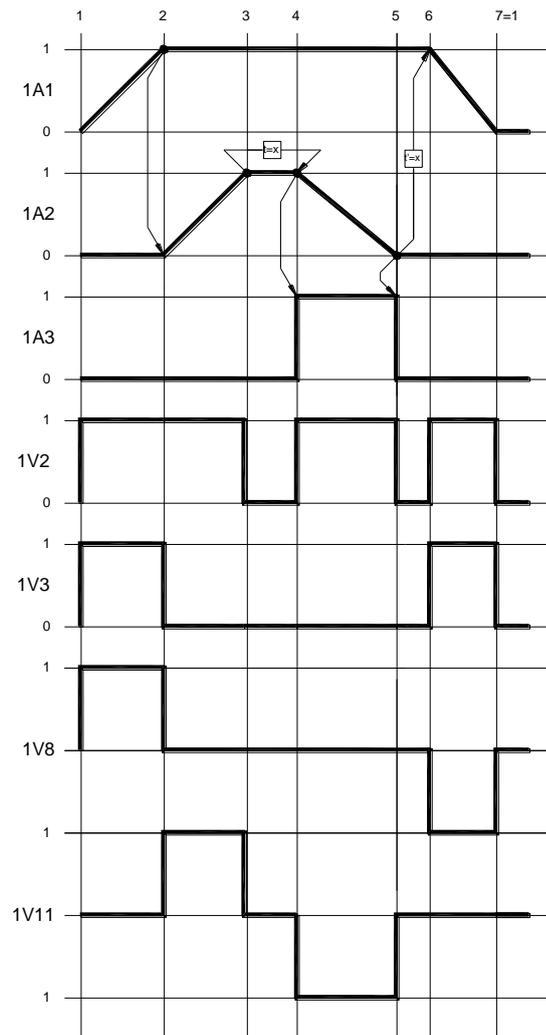
5.3. DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL.

5.3.1. DETERMINACIÓN DE LA SECUENCIA DE TRABAJO.

La secuencia de trabajo que debe cumplir el inyector de plástico del proyecto esta indicado a continuación, se enumera los pasos que el inyector requiere en su operación, cada secuencia deberá ser respetada y considerada en el diseño del programa de los secuenciadores.



El diagrama de Fase – Estado que deberá cumplir los elementos hidráulicos se lo estableció en función del diagrama descrito anteriormente, siendo el diagrama de Fase – Estado el siguiente:



En donde:

1A1

Pistón de cierre – apertura de matriz

1A2

Pistón de inyección

1A3

Motor hidráulica, carga de material

1V2

Válvula de venteo

1V3

Válvula direccional 4/2 (selección de presiones de trabajo)

1V8

Válvula direccional 4/3 (pistón de cierre -
apertura de molde)

1V11

Válvula direccional 4/3 (inyección - carga de material)

5.3.2. AUTOMATA.

Una vez establecido el diagrama de pasos que se debe cumplir, se diseñó el circuito del inyector, de esta manera se determinó el tipo de automatismo a ser utilizado, el mismo que debido al número de entradas y salidas requeridas en su funcionamiento se estableció dividir el proceso del inyector en dos etapas directamente relacionadas, siendo el sistema de cierre de matriz gobernado por un secuenciador, de 12 entradas/8 salidas, mientras que el sistema de inyección y carga de material esta gobernado por un secuenciador de 8 entradas/4 salidas (ANEXO D Lámina N° 5), dichos secuenciadores son conocidos como relés inteligentes.

Los relés inteligentes existentes en el mercado son el ZELIO LOGIC de la TELEMECHANIQUE, y el LOGO SOFT de la SIEMENS, a continuación se realiza una comparación entre las características de cada una de los secuenciadores.

Características	ZELIO	LOGO
Tensión nominal	100/240 V	115/230 V
Frecuencia	50-60 Hz	50-60 Hz
Corriente nominal	46/36 mA	10/30 mA
Tensión de salida	100/240 V	115/230 V
Corriente de ruptura	8 A	10 A
Temperatura ambiente	0 – 50 °C	0 - 55 °C
Entradas digitales	Si	Si
Salidas digitales	Si	Si
Reloj semanal	Si	Si

Los relés mencionados presentan características muy similares, además, se los puede encontrar fácilmente en el mercado nacional, siendo el secuenciador elegido, el Zelio Logic, por su facilidad de programación, el costo de este tipo de secuenciador es menor que el Logo Soft, los diagramas ladder de cada Zelio están adjuntados en el ANEXO B, es prescindible mencionar que las consideraciones hechas en el diseño del programa son:

- Permitir un funcionamiento manual

- Permitir un funcionamiento semiautomático
- Permitir un funcionamiento automático
- Ser flexible al cambio de tiempos, de enfriamiento, y pos presión.

Cada salida del relé inteligente, gobierna un relé electromecánico marca Camsco, este realiza la cierre de contactos, que enciende las bobinas de las electroválvulas del circuito hidráulico, de esta manera se logra proteger las salidas de relé de los secuenciadores.

Las protecciones de los elementos de control, se basan en un sistema de interruptores automáticos K32a (Multi 9 Merlin Gerin), cuya capacidad es de 2 A, y son protecciones contra corrientes de corto circuito y sobrecarga, este mecanismo reemplaza las protecciones tipo fusible.

5.3.3. MODO OPERATIVO DEL INYECTOR

El arranque del motor se maneja desde el panel frontal del tablero de control (ANEXO D, Lámina N° 8), aquí se encontrara los pulsadores de arranque y paro, además, los controles de temperatura con sus respectivos interruptores de encendido y apagado, su acceso será directo, permitiéndose fácilmente el acceso a la fijación de la temperatura de trabajo del inyector, constará de una botonera que será montada en la bancada del inyector con los pulsadores de mando total del inyector.

La botonera del inyector poseerá un pulsante de paro de emergencia, es del tipo hongo, y su función es la de bloquear al inyector, en su ciclo de operación, su accionamiento queda a criterio del operador, al momento de alguna acción que pudiera afectar el normal desarrollo del ciclo operativo de este, es un pulsante de retención, y para su reseteo, se deberá girar la cabeza del pulsante hasta que este regrese a su posición de inicio. Una vez que el paro de emergencia haya sido accionado, el motor de la bomba será apagado, debiéndose elegir el mando manual antes de ser arrancado nuevamente.

Los cambios de los tiempos de operación serán manipulados desde el interior del tablero (ANEXO D, Lámina N° 8), en el panel eléctrico del tablero, aquí se

encuentran montados los relés inteligentes del inyector, su acceso es fácil y seguro, permitiendo el acceso a cualquier tipo de persona que con un aceptable nivel de conocimientos pudiera manejar este cambio en los parámetros de operación, sin mayor dificultad.

5.3.3.1. MANDO MANUAL

El mando manual nos ayudará a encontrar y fijar los parámetros operativos ideales del inyector, este mando será fijado por medio de un selector de tres posiciones, que será el encargado de fijar el tipo de funcionamiento del inyector, en este mando es accionado 4 pulsadores, dos de los cuales serán los encargados del mando de apertura, y cierre de la matriz, mientras que los otros pulsadores estarán encargados de la inyección y carga del material, cada mando será accionado por el pulsador, y de ninguna manera se manejara algún tipo de operación programada, cabe señalar que este modo operativo es requerido no solo por motivos de calibración de los parámetros, sino que también es ideal durante la producción con algún tipo de molde complejo, y cuya configuración haga imposible la operación del inyector en la modalidad automática, o semiautomática.

5.3.3.2. MANDO AUTOMÁTICO – SEMIAUTOMÁTICO.

Una vez que los parámetros han sido fijados el inyector podrá prestar un modo operativo semiautomático (ciclo único), o un modo automático (ciclo continuo), su arranque y parada serán comandados a través de dos pulsadores específicos existentes en la botonera del inyector(dichos pulsadores son independientes de los pulsadores mencionados en el mando manual del inyector), la selección de uno u otro modo se lo realiza a través de un selector de tres posiciones existente en la botonera, es importante señalar que el ciclo operativo del inyector se indica en el diagrama fase – estado ya antes mencionado. Para el ciclo continuo la señal que permita el inicio de un nuevo ciclo será la enviada por un sensor ubicado en la zona de descarga de material, este acciona un contacto el momento que un

cuerpo se mueva por su área de cobertura, es un sensor eléctrico del tipo reflectivo. El pulsante de paro del ciclo funcionará únicamente en el modo automático, es importante indicar que el paro del ciclo continuo se efectuará al cabo del ultimo ciclo de operación del inyector.

5.3.3.3. TIEMPO DE TRABAJO

El régimen de trabajo del inyector se basa en fijar de 2 tiempos de trabajo, el tiempo de postpresión, y su parametrización es por medio del relé inteligente **RI2**, mientras que el tiempo de enfriamiento de molde se lo realiza a través del relé inteligente **RI1**, ambos ubicados en el panel eléctrico del tablero de control, su programación es sencilla, y no existe peligro de un cambio en la programación dada pues ésta es asegurada a través de una clave de acceso al dicho modo.

5.3.4. MONTAJE.

El montaje de los elementos de control se lo realizará en un armario metálico cuyas dimensiones permitan una buena organización de los elementos en su interior, además se utilizarán accesorios, tales como, canaletas, marquillas, terminales, borneras, entre otros que son un complemento en el montaje y cableado de un circuito de control.

El tamaño del armario que se utilizará, se establece en función de los elementos que se deben alojar en su interior, es decir, que la suma de las áreas de todos los elementos que se alojan en el tablero es menor al área del mismo, y la altura interna del tablero es mayor a la altura de cualquiera de los elementos a ser montados. De esta manera se logra una distribución adecuada de los elementos en su interior.

El montaje hidráulico se realizará de acuerdo de los elementos, los cuales fueron distribuidos en el interior del inyector su montaje se facilita debido a la utilización de un montaje modular (ANEXO D, Lámina N° 7)

5.3.5. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

El montaje de los elementos fue realizado cumpliendo las consideraciones prescritas en este documento, el mismo que fue dividido en cuatro etapas:

- El desmontaje de todos los elementos existentes en el inyector
- El montaje de todos los elementos hidráulicos, considerados en la planificación del proyecto.
- El montaje del sistema de control
- El período de pruebas

5.4. ANÁLISIS FINANCIERO.

El objetivo de un análisis financiero es el determinar el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto en términos de inversión fija y circulante, además de otros indicadores que sirvan como base para una evaluación económica del proyecto, determinando su conveniencia o no.

5.4.1. INVERSIÓN INICIAL DEL PROYECTO

Del estudio técnico realizado anteriormente se definió la utilización varios elementos, con los cuales los objetivos operativos del inyector pueden ser alcanzados; a continuación se presenta el monto requerido para cubrir dicha inversión. Los elementos hidráulicos requeridos en el circuito son:

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	P UNIT	TOTAL
1	D5-02-2B2-A26-L	Electroválvula, 2/2 NA, 220V, CETOP 3	1	94,80	94,80
2	D5-02-2B2-A26-L	Electroválvula, 4/2 NA, 220V, CETOP 3	1	94,80	94,80
3	D5-02-3C2-A26-L	Electroválvula, 4/3 NA, 220V, CETOP 3	1	97,50	97,50
4	D5-02-3C4-A26-L	Electroválvula, 4/3 NA, 220V, CETOP 3	1	97,50	97,50
5	BHT-04-H	Válvula de alivio, 1/2", 70 - 250 bar	1	68,76	68,76
6	RT-03-B	Reductor de Presión, 3/8", 5 a 70 bar,	1	106,26	106,26
7	HCT-03-N-1	Válvula Contrabalance, 3/8", 9-18 bar	1	106,26	106,26
8	MSW-02-X	Válvula Modular, doble regulador	1	71,25	71,25

9	MSW-02-Y	Válvula Modular, doble regulador	1	71,25	71,25
10	MPB-02-B	Válvula Modular, check pilotada	1	62,49	62,49
11	CIT-03-A1	Válvula check de línea 3/8"	2	6,24	12,48
12	MMC-02-A-2	Base Manifold 3/8", 2 estaciones	1	62,49	62,49
				SUMA	945,84
				IMPUESTO	113,50
				TOTAL	\$ 1059,34

Los elementos utilizados en el control del equipo son:

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	P UNIT	TOTAL
1		Switch vasto 2p	3	2,50	7,50
2		Micro switch tipo palanca	6	7,50	45,00
3		Micro switch tipo rodillo	2	5,00	10,00
4		Pulsador verde 22mm	9	3,50	31,50
5		Pulsador tipo hongo	1	7,20	7,20
6		Selector 3 pos. 22mm	1	5,40	5,40
7		Selector 2 pos. 22mm	1	3,60	3,60
8		Relés auxiliares 8 pines	6	8,50	51,00
9		Luz piloto 220 v 22mm	3	3,60	10,80
10		Interruptor de potencia tres polos 32a	1	28,00	28,00
11		Tablero modular 60 x 60	1	67,00	67,00
12		Caja para pulsadores	1	8,00	8,00
13		Caja de conexiones	1	5,00	5,00
14	3RT10 15-1AN21	Contactador 1 HP SIEMENS	3	15,00	45,00
15	3RT10 24-1AN21	Contactador 4 HP SIEMENS	1	18,50	18,50
16		Bloque de contactos	1	10,50	10,50
17		Disyuntor 2 A.	4	18,00	72,00
18		Guardamotor 8-13 a	1	51,00	51,00
19		Relé inteligente Zelio 12/8 220v	1	142,00	142,00
20		Relé inteligente Zelio 6/4 220v	1	96,00	96,00
21	HY - 48D	Control de temperatura 0-400°C	2	120,00	240,00
22		Control PID	1	155,00	155,00
23		Termocuplas tipo J	3	23,00	69,00
24	GRUPO	Accesorios eléctricos	1	112,49	112,49
				SUMA	1291,49
				IMPUESTO	154,98
				TOTAL	\$ 1446,46

El grupo de accesorios requeridos en el montaje hidráulico del equipo es:

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	P UNIT	TOTAL
1	GRUPO	Manguera	1	212,33	212,83
2	GRUPO	Neplos	1	64,60	68,85
3	GRUPO	Adaptadores	1	36,50	36,20
				SUBTOTAL	317,88
				IMPUESTO	38,14

TOTAL \$ 355,97

Activos Diferidos, montos de instalación e implementación:

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	HORAS	P UNIT	TOTAL
1	GRUPO	Estudio de factibilidad	40	18,75	750,00
2	GRUPO	Instalación	50	13,57	678,58
SUBTOTAL					1428,50
IMPUESTO					171,42
TOTAL					\$ 1600,00

ITEM	DESCRIPCION	TOTAL
1	Elementos de control	1446,46
2	Elementos hidráulicos	1059,34
3	Accesorios hidráulicos	355,97
4	Activos diferidos	1600,00
TOTAL		\$ 4461,77

Por tanto la inversión inicial requerida para la consecución del proyecto es, de 4461,77 USD (cuatro mil cuatrocientos sesenta y un con 77/100 dólares americanos), y resulta de la suma del costo de los elementos de control, del montaje eléctrico, y los activos diferidos, detallados anteriormente.

5.4.2. COSTOS DEL PROYECTO

Los costos proyectados con la ejecución ascienden a 27.899,46 USD (veintisiete mil ochocientos noventa y nueve con 46/100 dólares americanos), los mismos que son detallados en el siguiente cuadro:

EQUIPO					
DETALLE	POTENCIA (KW)	USO/DIARIO (HORAS)	CONSUMO (kWh)	COS. UNIT. (USD/kWh)	COST ANUAL (USD)
Bomba Hidráulica	2,95	8	23,6	0,05	283,20
Bomba Refrigeración	0,373	8	2,98	0,05	35,81
Calentador 1 zona	1	9	9	0,05	59,40

Calentador 2 zona	1	9	9	0,05	59,40
Calentador 3 zona	1	9	9	0,05	59,40
Control de Temperatura	0,002	9	0,018	0,05	0,22
SUBTOTAL					497,42

MANO DE OBRA

DETALLE	CANT (HOMBRE)	TIEMPO (MES)	HOMB. TOT (H*MES)	COS. UNIT. (USD/H*ME S)	COST ANUAL (USD)
Gerente	1	12	12	666,67	8000,00
Jefe de Mantenimiento	1	12	12	533,33	6400,00
Ventas	1	12	12	400,00	4800,00
Contabilidad	1	12	12	266,67	3200,00
Operador	1	12	12	400,00	4800,00
SUBTOTAL					27200,00

MANTENIMIENTO

DETALLE	CANT (GAL)	TIEMPO HORA/AÑO	VIDA UTIL HORAS/GAL	COS. UNIT. (USD/GAL)	COST ANUAL (USD/AÑO)
Operador	35	1920	5000	12,80	172,03
SUBTOTAL					172,03

DETALLE	CANT (U)	TIEMPO (AÑO)	VIDA UTIL (AÑO)	COS. UNIT. (USD/UNI)	COST ANUAL (USD)
Niquelina	3	1	3	30	30,00
SUBTOTAL					30,00

TOTAL¹	27899,46
--------------------------	-----------------

4.4.7. RENDIMIENTO DEL INYECTOR

El rendimiento del inyector es estimado a partir de sus características técnicas tales como la velocidad, masa de inyección, tiempo del ciclo de inyección, de esta manera se estima la frecuencia o número de golpes existentes por minuto, se considera también un tiempo y masa requerido para purgar el cilindro, la siguiente tabla resume el calculo del rendimiento del inyector.

MANDO AUTOMATICO			
DETALLE	UNIDAD	FORMULA	VALOR

¹ Es el resultado de la suma de todos los subtotaes de la tabla

Velocidad inyección	Kg/seg	A	0,002
Tiempo inyección	seg	B	5,50
Masa ciclo	(Kg)	C	0,011
Tiempo ciclo	seg	D	20,00
Frecuencia	ciclos/hora	$E=3600/D$	180,00
Masa	(Kg/día)	$F=C*E$	15,84
Tiempo purgas	horas / día	G	0,25
Masa Purga	(Kg/día)	H	0,50
Masa útil	(Kg/día)	$I=F-H$	15,35
Rendimiento	%	$R=I/F$	0,969
T Uso	horas / año	J	1920
COST POLIPROPILENO	(USD/Kg)	K	1,20
COST DIAR	(USD)	$COST=K*I$	19,01

A partir de los cálculos realizados en la tabla encontramos un rendimiento del inyector del mando automático de un 96.9 %. También se estima el costo diario que genera el inyector en función de la materia prima utilizada, esencial en el cálculo de la utilidad neta del inyector.

4.4.8. INGRESOS DEL PROYECTO

Los ingresos que se generará en el proyecto fue el resultado de una proyección de la operación de la máquina, tomados de referencia de la producción del molde de mayor producción existente en la empresa, considerando que luego de la puesta en marcha del mismo se espera un rendimiento del 96.9%, frente al rendimiento del 87.5% que el inyector poseía en un inicio, esta característica es un reflejo de la instalación, pues se creó un proceso confiable disminuyéndose el nivel de desperdicio del material al estrictamente utilizado por efecto de cambio de polímero a inyectar, eliminando productos de mala calidad degradados por la variación de la temperatura, o destruidos por una mala maniobra del operador.

PRODUCTO	Broches de alfombra	
PESO	4,63	gr.
MASA INYECCION	4,63	gr.
PVP	0,31	USD
MATRIZ	12000,00	USD
VIDA UTIL	3,00	AÑOS

DETALLE	UNIDAD	MANUAL	AUTOMATICO
----------------	---------------	---------------	-------------------

Costo operación	USD/HORA	14,57	14,53
Costo materia prima	USD/HORA	1,70	2,38
Costo matricería	USD/HORA	2,08	2,08
Costo producción	USD/HORA	18,35	18,99
Costo final	USD/HORA	19,27	19,94
Rendimiento	%	87,50	96,88
Frecuencia	CICLOS/HORA	112,50	174,38
Número piezas	UNID/HORA	112,50	174,38
Costo unidad	USD	0,171	0,114
Costo venta	USD	0,31	0,31
UTILIDAD	USD	0,14	0,19
UTILIDAD NETA	USD/HORA	15,38	33,77

Donde el costo de producción es el resultado de sumar el costo de operación, de materia prima, y costo por matricería, el mismo que es el costo por hora de producción, reflejándose una utilidad neta por cada hora de producción de 15.38 USD, con una máquina de mando manual, mientras que esta utilidad es mayor con la ejecución de un mando automático, alcanzando los 33.77 USD por hora.

Todo el ingreso se ve reflejado en un flujo neto de caja anual del proyecto, descrita a continuación:

INGRESOS DE OPERACIÓN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ingresos		52149,98	52149,98	52149,98	52149,98	52149,98
Costos de Operación y Mantenimiento		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Materia Prima		19361,56	19361,56	19361,56	19361,56	19361,56
Depreciación		576,14	576,14	576,14	576,14	576,14
Utilidad antes de la partición de impuestos e impuestos		32212,28	32212,28	32212,28	32212,28	32212,28
impuestos		3865,47	3865,47	3865,47	3865,47	3865,47
Utilidad neta		28346,81	28346,81	28346,81	28346,81	28346,81
Valor residual		0	0,00	0,00	0,00	6000,00
Inversión	4480,69	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Flujo de fondos neto	-4480,69	28922,95	28922,95	28922,95	28922,95	34922,95

Aquí se detalla los ingresos estimados generados con la consecución del proyecto, los cuales son un reflejo del incremento en el rendimiento del inyector. A continuación se presenta el flujo de fondos existente con el inyector en su estado

actual de operación, con un rendimiento del 86%, obteniéndose los siguientes valores:

INGRESOS DE OPERACIÓN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ingresos		33645,15	33645,15	33645,15	33645,15	33645,15
Costos de Operación y Mantenimiento						
Materia Prima		18707,93	18707,93	18707,93	18707,93	18707,93
Depreciación		0	0	0	0	0
Amortización de activos diferidos			0	0	0	0
Utilidad antes de la partición de impuestos e impuestos		14937,22	14937,22	14937,22	14937,22	14937,22
Impuestos		1792,47	1792,47	1792,47	1792,47	1792,47
Utilidad neta		13144,75	13144,75	13144,75	13144,75	13144,75
Valor residual			0	0	0	0
Inversión	0		0	0	0	0
Flujo de fondos neto	0	13144,75	13144,75	13144,75	13144,75	13144,75

4.4.9. FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

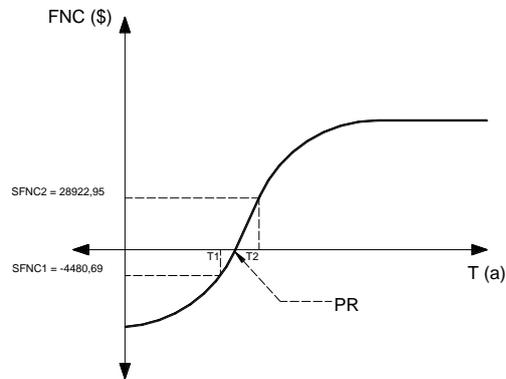
Nuestro análisis de la factibilidad del proyecto se basa en la estimación del Valor Actual Neto (VAN) del flujo neto incremental neto del proyecto, con el fin obtener la contribución del proyecto a la generación de flujo de fondos, este nos da una idea del alcance del proyecto tras su ejecución, el flujo incremental estimado es el siguiente:

FLUJO INCREMENTAL						
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
FLUJO SIN PROYECTO	0,00	13144,75	13144,75	13144,75	13144,75	13144,75
FLUJO CON PROYECTO	-4480,69	28922,95	28922,95	28922,95	28922,95	34922,95
FLUJO INCREMENTAL	-4480,69	15778,20	15778,20	15778,20	15778,20	21778,20

El valor actual neto (VAN) del flujo neto incremental, a una tasa del 24% anual, y calculado con la fórmula 3.4, es de 32.970.30 USD (treinta y dos mil novecientos setenta con 30/100 dólares americanos), dicho valor es mayor que cero, siendo la ejecución del proyecto aceptado, justificando de esta manera su inversión.

4.4.10. PERÍODO DE RECUPERACIÓN.

Una vez que establecemos el flujo de fondos con proyecto se procede a estimar el periodo de recuperación de la inversión, esto lo realizamos con el flujo de fondos del primer, y segundo periodo, obteniendo lo siguiente:



$$PR = T_1 + \frac{SFNC_1 \cdot (T_2 - T_1)}{SFNC_1 + SFNC_2}$$

SFNC₁ : -4480,69 USD

T₁ : 0 año

SFNC₂ : 28922,95 USD

T₂ : 1 año

PR: 2.19 ≈ 3 meses

El período de recuperación de la inversión es de 3 meses, y fue calculado con la fórmula 3.7, siendo un proyecto rentable y su indicativo se ve reflejado en la inmediata recuperación del capital invertido.

BIBLIOGRAFIA

- Moldes y Máquinas de Inyección para la Transformación de Plásticos
BODINI, Gianni; y PESSANI Franco, Mc Graw Hill, 1995

- Mandos Hidráulicos en las Máquinas Herramientas
POMPER, Víctor, Editorial Blume, 1969

- El Plástico en la Industria
MINK, Editorial Gustavo Hill, Barcelona, 1990

- Extrucción de Plástico, Gomas y Metales
SIMONDS, Herbert. Editorial Index River, Madrid

- Introducción a la Técnica de Neumática de Mando
Festo Didactic GmbH & Co, 2000

- Manual de Mecánica Industrial, Tomo II
Cultural. S.A. Madrid, 1999

- Mechatronics
Festo Didactic GmbH & Co, 2000

- Hydraulics and Electrohydraulics Workbook Basic Level
Festo Didactic GmbH & Co, 2000

- Instrumentación Industrial
CREUS, Antonio. Editorial Alfa Omega, 1999

- Tablas de Termocuplas
GRUPO DE DESARROLLO, ARIAL S.A. Nota Técnica 3,2001

- Como Seleccionar una Termocupla
GRUPO DE DESARROLLO, ARIAL S.A. Nota Técnica 1,2001

- Control PID, una Revelación Tutorial de los Enigmas.
GRUPO DE DESARROLLO, ARIAL S.A. Nota Técnica 10,2001

- Electrohidráulica una Línea Seleccionada y Homogénea
Atos S.A. 1997

- Catálogo de Elementos Hidráulicos, GRUPO EATON
www.eaton-hydraulics.com

- Catálogo de Elementos Hidráulicos, GRUPO EATON
www.kompass.com.tw

- Relé Programable Zelio Logic
TELEMECHANIQUE, Manual del usuario, 2000

Fecha de entrega:

Víctor Hugo Cobos Masaquiza

AUTOR

Ing. Vicente Hallo

**DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
DE EJECUCION EN ELECTROMECHANICA**

Dr. Mario Lozada

SECRETARIO ACADÉMICO

