

300617<sup>2</sup>



**UNIVERSIDAD LA SALLE A.C.**

ESCUELA DE INGENIERIA  
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO A UN SISTEMA  
HIDRAULICO DE UNA MAQUINA DE INYECCION DE  
PLASTICO DE 200 TONELADAS DE CIERRE.

200617

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**P R E S E N T A :**

**ANDRES ENRIQUE PINEDA CARO**

DIRECTOR DE TESIS: ING. JORGE SALCEDO GONZALEZ

MEXICO, D. F.

200



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis padres  
Rita y Fernando,  
por su infinito amor.

Ami esposa  
Ale,  
por su empuje.

A mis hijos  
Andrea y Rodrigo,  
por ser mi gran tesoro.

A mis hermanos  
Fer,  
David,  
Gabriel,  
por su incondicional amistad.

A mi Universidad.

A mi asesor y sinodales  
por regalarme su valioso tiempo.

A mis familiares y amigos.

# INDICE

INTRODUCCION.....	1
CAPITULO 1	
1. PRINCIPIO DE INYECCION DE PLASTICOS.....	3
1.1 MATERIALES PLASTICOS DE MOLDEO.....	3
1.1.1 Clasificación.	
1.1.2 Utilización.	
1.2. PRINCIPIOS DEL PROCESO DE INYECCION.....	7
1.2.1 Definiciones básicas.	
1.2.2 Descripción del proceso.	
1.2.3 Influencia de los parámetros de la máquina sobre las piezas moldeadas	
1.3 PRINCIPIOS DE MOLDES DE INYECCION.....	16
1.3.1 Constitución y función del molde.	
1.3.2 Denominaciones para los elementos del molde de inyección.	
1.3.3 Clasificación de los moldes.	
1.3.4 Compatibilidad molde-máquina.	
1.3.4.1 Caso práctico.	
CAPITULO 2	
2. SISTEMA OLEODINAMICO.....	27
2.1. ACCIONAMIENTO HIDRAULICO.....	28
2.1.1 Electroválvulas.	
2.1.2 Válvula limitadora de presión simple.	
2.1.3 Válvula proporcional de presión.	
2.1.4 Válvula proporcional de caudal.	
2.1.5 Servo-válvula.	
2.1.6. Circuito compensado.	
2.1.7 Bomba de caudal variable.	
2.1.8 Bomba de caudal fijo.	
2.2 DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO OLEODINAMICO.....	45
2.2.1 Circuito hidráulico.	
2.2.2 Elementos que participan en nuestro sistema oleodinámico.	
2.2.3 Conjunto del grupo de control de presión (A).	
2.2.3.1 Grupo para el comando proporcional.	
2.2.3.2 Conjunto inyector.	
2.2.3.3 Conjunto del motor hidráulico para el tornillo.	

2.2.4 Conjunto del comando proporcional del grupo de cierre de moldes (B).	
2.2.5 Conjunto del comando de adherencias del grupo inyector.	
2.2.6 Grupo del comando de martinets laterales (D).	
2.2.7 Grupo del comando del extractor hidráulico (E).	
2.2.8 Seguridad Hidráulica anti-infortunio del grupo de cierre proporcional de moldes.	
2.2.9 Microfiltro.	
2.3 BUSCA DE AVERIAS EN EL SISTEMA DE ACCIONAMIENTO OLEODINAMICO.....	78

### CAPITULO 3

3. PLANIFICACION DEL MANTENIMIENTO.....	83
3.1 ORGANIZACION.....	83
3.1.1 Objetivos	
3.1.2 La función de mantenimiento.	
3.1.3 Comunicación.	
3.1.4 Sistema de mantenimiento.	
3.1.4.1 Clasificación del trabajo de mantenimiento.	
3.1.4.2 Ordenes de trabajo.	
3.1.4.3 Procedimiento de aprobación.	
3.1.4.4 Procedimiento de empleo de las órdenes de trabajo dentro del departamento de mantenimiento.	
3.1.4.4.1 Ordenes fijas para mantenimiento preventivo.	
3.1.4.4.2 Reparaciones.	
3.1.4.4.3 Modificaciones.	
3.1.4.5 Informes a la administración.	
3.1.5 Elementos oleodinámicos que tendrá mantenimiento.	
3.2 PLANEACION.....	96
3.2.1 Objetivos del programa.	
3.2.2 Examen de maquinaria y equipo.	
3.2.3 Programa maestro.	
3.2.3.1 Hojas de mantenimiento preventivo.	
3.2.3.2 Calendario de mantenimiento.	
3.3 CONTROL DE MANTENIMIENTO.....	107
3.3.1 Informes.	

### CAPITULO 4

4 CASO PRACTICO.....	111
4.1 Planteamiento.	
4.2 Mantenimiento correctivo del sistema hidráulico.	

- 4.3 Análisis económico.
- 4.4 Acciones que deben continuar.

CONCLUSIONES.....129

BIBLIOGRAFIA.....130

## INTRODUCCION

El objetivo de la Tesis es establecer un programa de mantenimiento preventivo en un sistema hidráulico para una máquina de inyección de plástico de 200 toneladas métricas de cierre.

Pero para llegar a este punto se necesitan dos elementos:

- ◆ Conocer la inyección de plástico para definir si nos estamos enfrentando a un problema hidráulico.
- ◆ Conocer los elementos que componen el sistema oleodinámico y su funcionamiento.

Cuando se conjuntan estos dos elementos tenemos una gran probabilidad de éxito.

En el primer capítulo llamado PRINCIPIOS DE INYECCION DE PLASTICOS, se hace un recorrido sobre algunos tipos de materiales de inyección de plástico sabiendo que existe una variedad mayor, después continuo con los principios del proceso con el objetivo de dejar claro que para obtener una buena pieza se necesita el material y las condiciones de moldeo adecuadas. El molde de inyección no se puede dejar de mencionar porque equivale al 70% del resultado y es muy importante conocerlo a fondo. En la última parte del primer capítulo se presenta el cálculo de la fuerza necesaria de cierre para una pieza que se pretende inyectar, es un error común montar moldes no adecuados en una máquina de menor capacidad y tener filtraciones en la partición del molde (el cierre de la máquina tiende a abrirse). Se insiste en la importancia de conocer el proceso porque es muy fácil caer en el error de pensar que la máquina tiene un problema en el sistema oleodinámico si algún factor antes mencionado no está de acorde a lo que pretendemos obtener.

El segundo capítulo llamado SISTEMA OLEODINAMICO pretende dar una orientación de que elementos participan en una máquina de inyección de plásticos y

como normalmente esta configurada una máquina de inyección, cabe aclarar que cada fabricante de partes y de máquinas de inyección usa una configuración diferente, y como se mencionó el objetivo de este capítulo es buscar el formato más general.

Todo lo anterior nos lleva a preparar un plan para tener un equipo seguro, maximizar la disponibilidad de la máquina, preservar el valor de la inyectora y conseguir los objetivos de la administración que siempre serán de obtener utilidades. El punto que se propone para conseguir lo anterior es tener un mantenimiento preventivo y el capítulo tres es la PLANIFICACION DEL MANTENIMIENTO.

Nuestro CASO PRACTICO resume y da ejemplo de la metodología propuesta y como en el primer año tenemos resultados positivos. También observaremos claramente que el método se puede aplicar a más sistemas y depende de preparar y proveer de información a los técnicos.

El caso práctico también nos da la manera de establecer comunicación con la Dirección para que tome decisiones, al igual de establecer un sistema de mejora continua.



## 1.- PRINCIPIOS DE INYECCION DE PLASTICOS.

La producción de piezas plásticas está indisolublemente atada a tres elementos fundamentales: el material plástico, el molde y la prensa. Para obtener los mejores resultados es preciso, como a menudo ocurre en los otros campos, que estos tres sean elegidos oportunamente para que constituyan un todo homogéneo.

En la fase inicial de definición de una pieza en plásticos se determinan las características que ésta deberá tener. Algunos ejemplos pueden aclarar este concepto: el faro posterior de un automóvil debe ser duradero y resistir los agentes atmosféricos, la carcasa de una secadora de pelo debe soportar una elevada temperatura, los contenedores para cosméticos deben presentar un agradable aspecto estético y así en adelante. En base a las características finales requeridas a la pieza se puede elegir el material plástico con las especificaciones más idóneas. Determinando el material, hay que establecer con que tipo de molde será producida la pieza y en qué prensa.

### 1.1. MATERIALES PLASTICOS DE MOLDEO

#### ◆ Clasificación.

Los polímeros son moléculas gigantes también denominadas macromoléculas obtenidas mediante la unión química de muchas moléculas sencillas llamadas monómeros. Los polímeros pueden ser de origen natural como las proteínas, el almidón, etc. Los polímeros sintéticos fabricados por el hombre se conoce como plástico y según la ASTM (Sociedad Americana de Prueba de Materiales):

**“Son materiales que contienen esencialmente sustancias orgánicas de alto peso molecular que son sólidas en su estado final, pero son formadas por flujo en algún estado de su manufactura o durante el proceso de artículos terminados”.<sup>1</sup>**

Las propiedades de los polímeros dependen de su tamaño, del tipo de enlace que une a los monómeros así como de los elementos químicos involucrados.

En base a su estructura, que le confiere sus propiedades, los polímeros se clasifican en:

- ◆ Termoplásticos.
- ◆ Termofijos.
- ◆ Elastómeros.

Los termoplásticos son polímeros que bajo la acción de calor pueden fundirse o reblandecerse. Esto debido a que por la estructura lineal del polímero, los átomos o grupos colgantes le proporcionan cierta atracción mutua a las cadenas lineales. Estas fuerzas son relativamente débiles y pueden vencerse con la acción del calor lo cual hace que el polímero se reblandezca o funda.

Los Termofijos son polímeros que una vez que han sido producidos o “curados” por la acción del calor o un catalizador, no se ven afectados

---

<sup>1</sup> El mundo de los plásticos de Ingeniería. Editado por el Instituto Mexicano del Plástico Industrial. Pág 24

por la temperatura ya que no se funden ni se reblandecen por el efecto de, éstas. Esto debido a las estructura entrecruzada del polímero, ya que aquí los átomos o grupos colgantes se unen mediante enlaces químicos principalmente covalentes que son más resistentes a la acción del calor que las fuerzas que unen a los termoplásticos. Sin embargo a elevadas temperaturas el polímero puede descomponerse e incluso destruirse.

Los Elastómeros poseen un menor grado de entrecruzamiento que los Termofijos, por lo que se reblandecen por la acción del calor, pero sin llegar a fundirse. El grado de entrecruzamiento también afecta las propiedades mecánicas del polímero.

#### 1.1.2. Utilización.

Definir el uso que tendrá la pieza inyectada para determinar su apariencia y sus propiedades mecánicas es el primer paso de la elección del polímero adecuado. Cuando no se tiene la materia prima adecuada pueden confundir al grupo de mantenimiento y hacer parecer un problema de "máquina en mal estado". El conocer las propiedades del material y la factibilidad de ser utilizado en la pieza y con un molde y máquina adecuados es fundamental en las labores de mantenimiento.

La siguiente tabla servirá como ejemplo.

<b>plástico</b>	<b>usos típicos</b>
ABS (acronitrilobutadieno)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Tuberías</li> <li>◆ Aparatos domésticos</li> <li>◆ Teléfonos</li> <li>◆ Equipaje</li> <li>◆ Partes pequeñas moldeadas</li> </ul>
Acrílicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Señales iluminadas.</li> <li>◆ Satinado de ventanas.</li> <li>◆ Faros traseros para automóviles.</li> </ul>
Policarbonatos	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Aparatos domésticos.</li> <li>◆ Satinados de seguridad.</li> <li>◆ Empaque.</li> <li>◆ Cascos.</li> </ul>
PET (poliéster)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Fibras y películas.</li> <li>◆ Cuerdas para neumáticos.</li> <li>◆ Botellas.</li> </ul>
PBT (poliéster)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Componentes eléctricos</li> <li>◆ Partes de carrocería de automóviles.</li> </ul>
PEHD (polietileno alta densidad)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Tubería.</li> <li>◆ Película para empaque.</li> <li>◆ Aislamiento de cables.</li> </ul>
Vinilos flexibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Tapicería.</li> <li>◆ Película para empaque.</li> </ul>
CTFE	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Industria aeroespacial.</li> <li>◆ Usos médicos.</li> </ul>

Fig. 1.1 Algunos materiales plásticos

## 1.2. PRINCIPIOS DEL PROCESO DE INYECCION.

### 1.2.1. Definiciones básicas.

1. Presión de inyección: Es la presión que ejerce el husillo sobre la masa durante la inyección.
2. Tiempo de inyección: Es el tiempo que tarda el husillo en llenar las cavidades del molde y durante el cual actúa la presión de inyección.
3. Presión de sostenimiento: Es la presión que ejerce sobre el material después de la inyección, con objeto de compactar al plástico compensando las contracciones de la pieza debidas al enfriamiento. Esta presión es generalmente menor a la de la inyección.
4. Tiempo de sostenimiento: Es el tiempo en el cual actúa la presión de sostenimiento.
5. Dosificación: Es el transporte, plastificación y homogeneización de la cantidad de material necesario para un llenado de las cavidades del molde, esto es, llevarlo a la punta del cilindro listo para ser inyectado.
6. Tiempo de enfriamiento: Este tiempo es el que se puede ajustar en la máquina y que comprende desde que desaparece la presión de sostenimiento hasta que el molde abre para expulsar la pieza.
7. Pausa: Es el tiempo que transcurre entre el final de la apertura del molde y el inicio del movimiento de cierre del molde para iniciar el siguiente ciclo.

**8. Ciclo:** Comprende todos los pasos necesarios para la obtención del producto, o sea, inyección del material, compactación del mismo, enfriamiento de la pieza, expulsión de la misma y los movimientos necesarios del molde.

**9. Tiempo del ciclo:** Es el tiempo que tarda un ciclo.

**10. Plastificación:** Es la fusión de un material hasta llevarlo a un estado líquido viscoso (plástico).

**11. Homogeneización:** Es el mezclado del material para obtener características iguales en todo el volumen que comprende.

### 1.2.2. Descripción del proceso.

El proceso de inyección se lleva a cabo en los siguientes pasos:

a).- El material se coloca en la tolva listo para ser moldeado (seco, pigmentado, mezclado, etc. , según sea el caso). Ver Fig.1.3.

b).- El molde se cierra en varias etapas, ver Fig.1.4:

- ◆ A alta velocidad y baja presión hasta antes que se toquen las platinas del molde.

- ◆ A baja velocidad y baja presión hasta que las platinas hacen contacto total.

- ◆ A alta presión para generar la fuerza necesaria para evitar que el molde se abra durante la inyección.

c).- El material es plastificado (fundido) por la acción de las resistencias tipo banda y por el calor debido a la fricción que genera la rotación

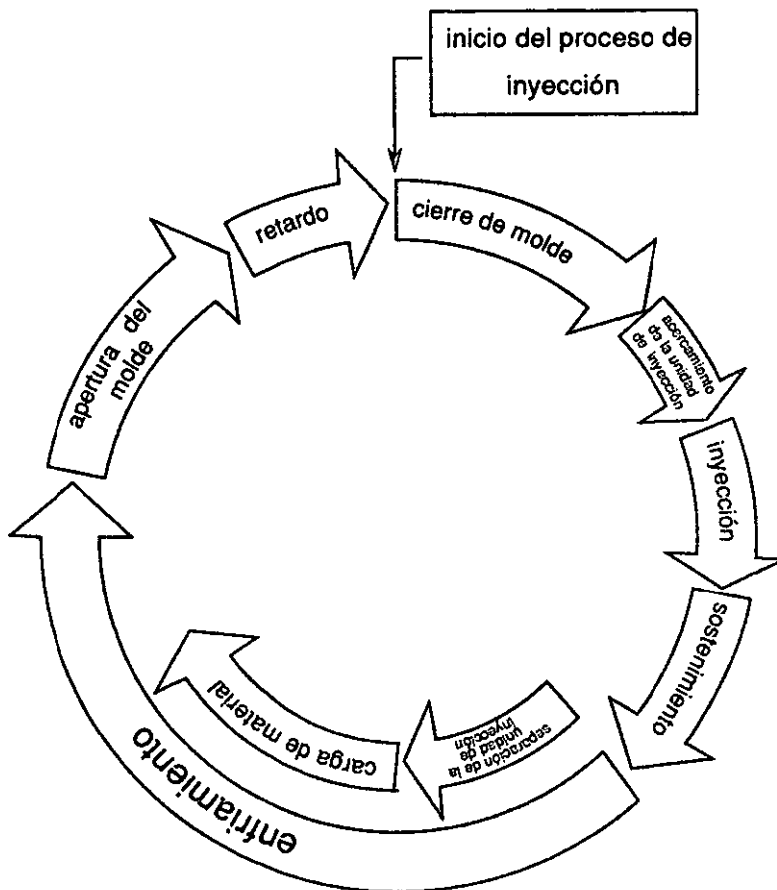
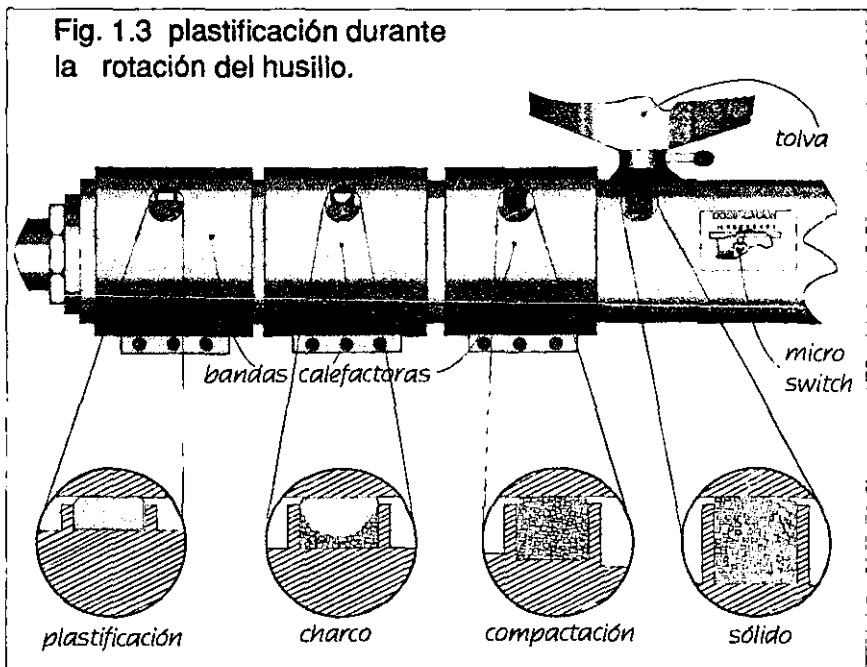


Fig. 1.2 Ciclo de una máquina de inyección

del husillo (de moléculas entre si y de las moléculas contra las paredes del husillo y el cilindro). Ver Fig.1.3.

d).- El husillo sigue girando hasta que acciona un microswitch que determina la cantidad de material que ha de ser alimentado a la punta del cilindro, ver Fig.1.3. Para evitar que el material plastificado, que se encuentra en la punta del cilindro, empuje al husillo hacia atrás, se le aplica a este una presión en sentido contrario (contrapresión).

e).- Al finalizar la dosificación, el husillo retrocede ligeramente para evitar que el material fluya hacia afuera de la boquilla antes de ser inyectado dentro del molde, ver Fig.1.4. A esto se le llama "descompresión".





f).- Por medio de un sistema hidráulico se empuja al husillo para que actúe como pistón inyectado al material dentro de las cavidades del molde a determinadas velocidades y presión de inyección. Terminada la inyección se ejerce una “presión de sostenimiento” sobre el material por medio del husillo que generalmente es menor a la inyección y sirve para contrarrestar las contracciones del material debidas a la solidificación.

g).- Poco a poco el material solidifica dentro del molde y por lo tanto la presión de sostenimiento ya no tiene ningún efecto, por lo que se elimina. Ver Fig.1.4.

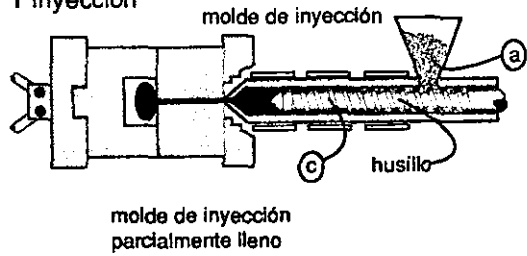
h).- El calor que desprende la pieza se transmite al molde y este a su vez es disipado por un refrigerante, generalmente agua, que corre a través de los canales de enfriamiento ajustado en la máquina, el molde se abre. Ver Fig.1.4.

i).- Un mecanismo de expulsión extrae el producto del molde y la máquina puede iniciar el siguiente ciclo.

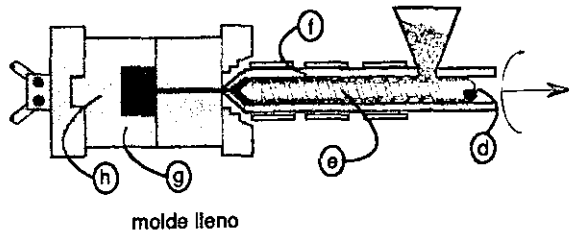
Por lo general la máquina trabaja en forma continua, por lo que durante el enfriamiento de la pieza, el material es plastificado, homogeneizado y dosificado en el cilindro.

El ciclo descrito es un punto de partida del cual se hacen variaciones, dependiendo del sistema de moldeo utilizado. Por ejemplo, si se utilizan los sistemas de moldeo con coladas calientes o aislada, la unidad de inyección permanece siempre unida al molde, o bien, cuando el tiempo de plastificación es muy largo, la pieza puede ser enfriada

**fase 1 inyección**



**fase 2 permanencia con compresión (plastificación)**



**fase 3 extracción y cierre**

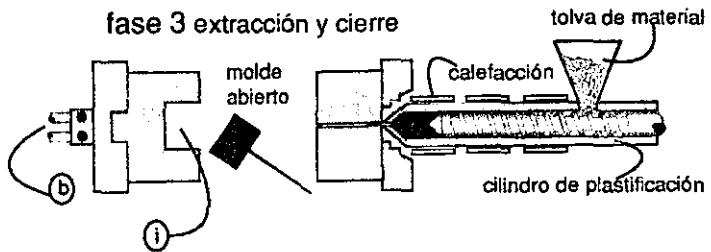


Fig. 1.4 Fases de un cilindro de inyección

por el molde durante más tiempo para aprovechar el alargamiento del ciclo.

El momento que se lleve a cabo la conmutación influye en forma directa sobre la calidad de la pieza moldeada, pues de hacerse prematuramente, la presión de inyección no alcanza el valor ajustado y la pieza se obtiene incompleta o con rechupes o burbujas, se tienen problemas con la contracción del postmoldeo o con la uniformidad de peso durante la producción.

Al analizar la conmutación después de lo debido, se provocará la aparición de rebaba (flash).

La conmutación puede efectuarse en tres formas:

- ◆ Dependiente del tiempo.
- ◆ Dependiente de la distancia.
- ◆ Dependiente de la presión.

La conmutación **dependiente del tiempo** se realiza mediante un timer, que después de transcurrido un cierto tiempo manda la señal para que la presión ejercida sobre el material disminuya y la inyección tome el valor de "sostenimiento". Este tipo de conmutación no es muy utilizado debido a que es independiente del llenado del molde. Se utiliza usualmente para pasar de una presión de sostenimiento a otra (cuando se encuentra con la posibilidad de utilizar dos presiones de sostenimiento).

La conmutación **dependiente de la distancia** recorrida por el husillo es la más utilizada, ésta tiene lugar en el momento que el husillo acciona un microswitch después de haber avanzado hasta una posición

determinada, el microswitch manda la señal para relevar la presión de inyección por la de sostenimiento.

La conmutación dependiente de la presión se lleva a cabo cuando dentro del molde se ha alcanzado un determinado valor de presión, en este caso se requiere de un presostato para leer la presión dentro del molde y enviar la señal de conmutación. Dependiendo del diseño de la pieza y del molde, el presostato deberá ser colocado en la parte más alejada de la cavidad del molde o en bebedero (canal de alineación). Este sistema es muy sofisticado y se utiliza principalmente con piezas pequeñas y/o de muy alta precisión.

El tiempo de sostenimiento es necesario hasta que el material se ha solidificado, después no tiene ningún efecto. Un tiempo de sostenimiento corto lleva a una descarga del molde provocando transporte de material del molde hacia el cilindro y , por lo tanto, formación de "rechupes". Un tiempo excesivo de sostenimiento provoca un desperdicio de energía y alarga el ciclo.

Otra fase que puede ser utilizada cuando la capacidad de inyección de la máquina es ligeramente menor a los requerimientos de un molde es la "intrusión".

La intrusión es la inyección de material dentro del molde mediante movimiento rotacional del husillo, en esta fase la inyectora trabaja, de cierta forma, como una extrusora durante un tiempo determinado para posteriormente realizar el ciclo normal. La intrusión se puede utilizar con piezas de paredes anchas que no impidan la entrada del material a las cavidades, pues durante la intrusión el plástico es solamente

impulsado al molde, después se tendrá que realizar la inyección con presión para el conformado final.

### 1.2.3. Influencia de los parámetros de la máquina sobre las piezas moldeadas.

Los parámetros ajustables de la inyectora afectarán a la pieza moldeada, dependiendo de la fase de trabajo en la que actúen.

Durante la fase de inyección se puede ajustar velocidad de inyección, temperatura de la masa ( a través de la temperatura del cilindro y de la velocidad de giro del husillo), presión de inyección y temperatura del molde para influir sobre propiedades tales como: dureza, resistencia a la tensión, resistencia al choque, calidad de la superficie y marcas de flujo.

Durante la fase de sostenimiento se pueden variar presión y tiempo de sostenimiento y temperatura del molde, con lo que puede influir sobre las dimensiones, peso, contracción, formación de rebaba, cristalización y formación de tensiones internas dentro de la pieza.

### 1.3. PRINCIPIOS DE MOLDES DE INYECCION.

#### 1.3.1. Constitución y función del molde.

En el caso más sencillo, pero también el más frecuente, el molde consta de dos mitades que, por lo general, se fijan directamente sobre las platinas de la máquina de inyección. Estos dos elementos básicos, la mitad del molde lado inyector y la mitad lado extractor, aparecen en todo molde, independientemente de su forma de construcción. Simplificando mucho y tomando como base otros procesos de conformación, dichos elementos podrían designarse punzón y matriz. Tras el proceso de llenado y solidificación, el molde se abre por el plano de partición, quedando generalmente la pieza y la merma adheridas a la mitad del molde lado extractor. Al continuar el proceso de apertura, la parte posterior entra en contacto con un perno fijo de la máquina, iniciándose enseguida el proceso de apertura, la parte posterior entra en contacto con un perno fijo de la máquina, iniciándose enseguida el proceso de desmoldeo. El tope del extractor acciona el mecanismo de expulsión el cual desplaza la pieza y la mazarota, separándolas del elemento posterior de moldeo. Solo al efectuarse el movimiento de cierre se produce la recuperación del mecanismo extractor, bien mediante los llamados pernos recuperadores o bien mediante un resorte antagónico, es decir el resorte de la placa extractora.

Finalizando el movimiento de cierre, o sea, al estar el molde cerrado, el mecanismo extractor se encuentra en su posición final. Mediante una boquilla situada junto a la cavidad del molde se establece una conexión entre éste y el cilindro de inyección, con lo que puede empezar de nuevo el proceso de llenado. Según el tipo de máquina, un husillo o un pistón impulsan a elevada presión la masa plastificada hacia la cavidad del molde. Finalizando el proceso de llenado, se mantiene todavía durante un cierto tiempo una presión residual, la cual sirve para compensar la contracción en volumen mediante nueva aportación de material. Con el inicio del llenado del molde empieza la fase de refrigeración, que termina cuando el material se ha solidificado para formar una pieza de forma estable. El período de refrigeración termina al efectuar el desmoldeo.

### 1.3.2. Denominaciones para los elementos del molde de inyección.

Las denominaciones presentadas en la Fig. 1.5 no corresponden necesariamente a la norma DIN, pero por ser habitual en las bibliografías se aplicará de igual manera aquí.

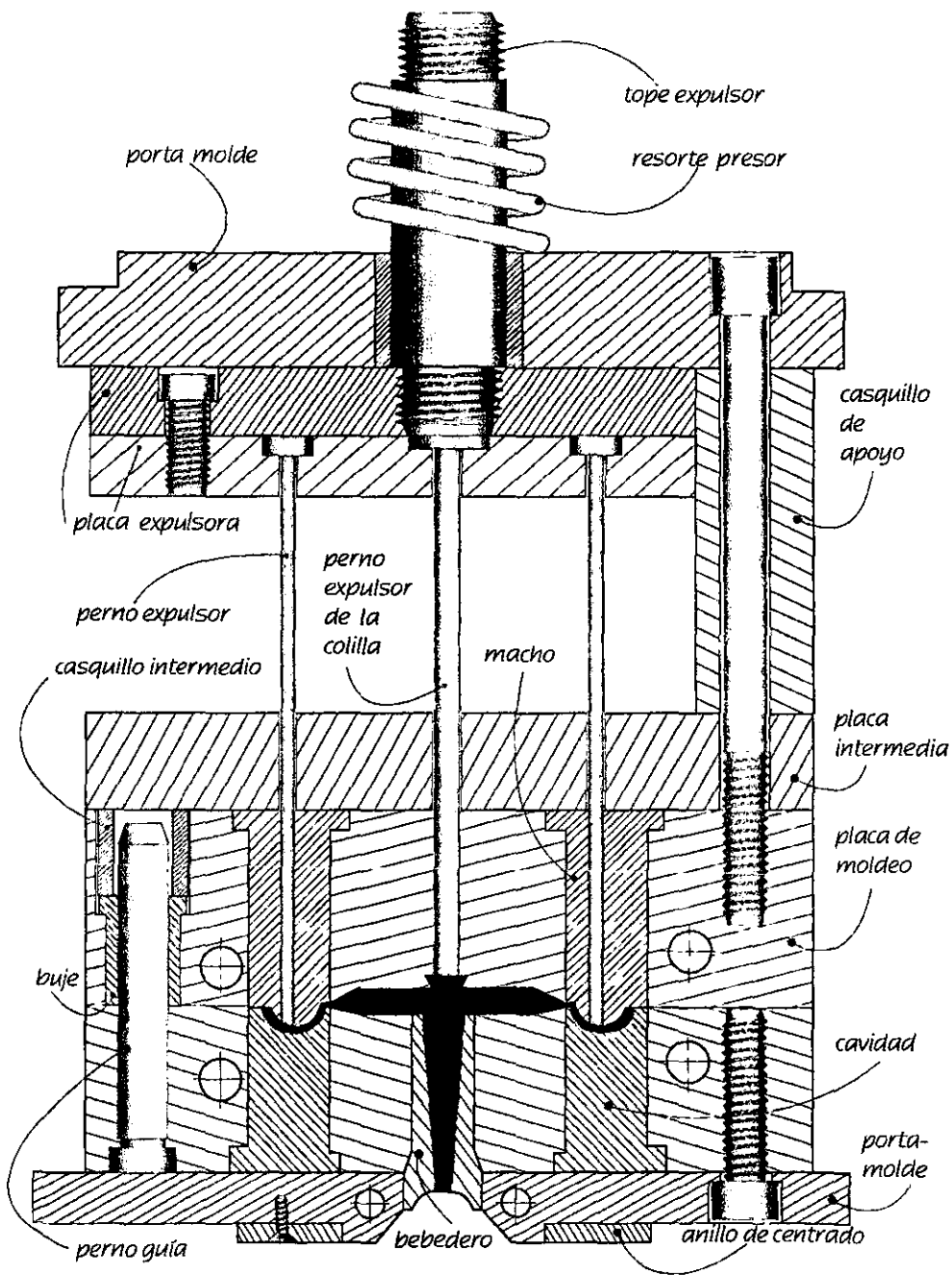


Fig. 1.5 Denominación de los elementos del molde de inyección



### 1.3.3. Clasificación de los moldes.

Para la construcción de un molde es indispensable adaptarse al artículo que debe moldearse, al material y a la máquina donde se elaborará el producto. A primera vista, parece muy difícil establecer una clasificación de los moldes, dada la multiplicidad de materiales y máquinas que se encuentran en el mercado, así como la configuración particular adoptada por cada fabricante. Por lo que, en el curso del tiempo se han ido desarrollando una serie de construcciones que se repiten constantemente para los artículos más diversos. Según la cantidad de cavidades, se tienen moldes simples o múltiples. La determinación de la cantidad de cavidades por molde depende técnicamente del peso del material por inyección, del rendimiento de plastificación y de la presión de cierre de la máquina. La cantidad rentable de cavidades por molde se determina según la suma de los costos de producción y según el número de piezas, pero la división de los moldes según la cantidad de cavidades no dice nada todavía sobre el principio de trabajo de los moldes. Particularmente el principio de desmoldeo de las piezas, depende del tipo de artículo a fabricar, aquí es donde tendremos la primera clasificación:

1. **Artículos sin resaltes o contraperfiles:** Se trata de piezas sencillas por ejemplo; cubos, vasos, etc.
12. **Artículos con resaltes o contraperfiles exteriores:** Tomemos como ejemplos los tornillos, tapones, etc.
- A. **Artículos con resaltes interiores:** Tenemos como ejemplos caperuzas roscadas, tapones roscados, etc.

Naturalmente, también son posibles combinaciones de estos tipos.

Para que el llenado, la refrigeración y el desmoldeo sean uniformes, es conveniente fabricar solamente artículos de la misma especie en un molde múltiple.

Según el tipo de desmoldeo, se dividen los moldes en:

- ◆ **normales**
- ◆ **para piezas con resaltes**
- ◆ **de guillotina**
- ◆ **de corredera, moldes de mordazas**
- ◆ **para roscas**
- ◆ **especiales.**

Existe una tercera clasificación que se basa en el tipo de colada y no en la pieza a elaborar:

- ◆ **de colada caliente.** Las venas de distribución son internas y el material se mantiene líquido mediante resistencias reguladas.
- A. **de colada fría.** Son aquellos que las venas de distribución del material son expulsadas fuera del material.
  1. **de colada semicaliente.** Tan solo una parte de la colada está líquida dentro del molde y otra parte está fuera y es expulsada como colada fría.

#### 1.3.4. Compatibilidad molde-máquina.

Para nuestro proyecto de mantenimiento hidráulico será necesario saber si el problema que tendremos en la máquina es del tipo "compatibilidad". Es compatible una máquina con el molde:

- ◆ Cuando la máquina puede llenar al molde de material.
- ◆ Cuando la máquina es capaz de permanecer cerrada durante la inyección.
- ◆ La distancia entre barras es suficiente para contener al molde y las platinas pueden sostener el molde.
- ◆ Los elementos periféricos son suficientes (sistema neumático, hidráulico, robots, etc.).

Este punto se encargará de la segunda razón en donde la máquina debe ser capaz de permanecer cerrada, porque muchas veces pareciera que es un problema hidráulico.

Durante el proceso de llenado actúa la llamada fuerza expansiva, que tiende a abrir el molde actuando contra la presión de cierre. Si esta fuerza expansiva, que es igual a la suma de las superficies de proyección de las cavidades y canales de llenado multiplicada por la presión específica en el molde, es mayor que la presión de cierre, se producirán escapes de material fundido entre los planos de partición del molde y se ocasionarán rebabas en la pieza.

Tomemos el siguiente método para calcular cuánta fuerza de cierre necesitamos de acuerdo al molde. La presión media en la cavidad está indicada en función de tres variables:

- ◆ La viscosidad del material fundido.
- ◆ El recorrido del flujo del material fundido en la cavidad del molde.

◆ El espesor de la pieza moldeada.

La fuerza de cierre del molde debe ser por lo tanto siempre mayor que el empuje hidrostático (en orden del 10% o 20% de más) para compensar posibles aumentos, aún temporales, de la presión de llenado del molde.

#### 1.3.4.1 Caso práctico.

Como se mencionó, es importante definir si nuestra máquina tiene problemas hidráulicos o se ha hecho una mala elección del molde y se necesita una máquina más grande.

Un ejemplo real permitirá definir si es la máquina adecuada y familiarizarse con la Fig's. 1.6.1, 1.6.2, 1.6.3 . Consideremos si tuviéramos que examinar la pieza de la Fig. 1.7 , moldeada en PSMI (poliestireno medio impacto). La pieza tiene un espesor de 1.5 mm y una distancia de flujo de 29 mm aproximadamente. En el diagrama de las Fig's. 1.6.1 , 1.6.2 o 1.6.3, según sea el caso, se consulta la escala A adecuada para los materiales de baja viscosidad como el poliestireno. Del diagrama se obtiene qué: en base a los datos geométricos de la pieza, se necesitan 185 bar de presión en el molde para el llenado de la cavidad.

Fig. 1.6.1 gráfica para el cálculo aproximado de la presión media en el molde.

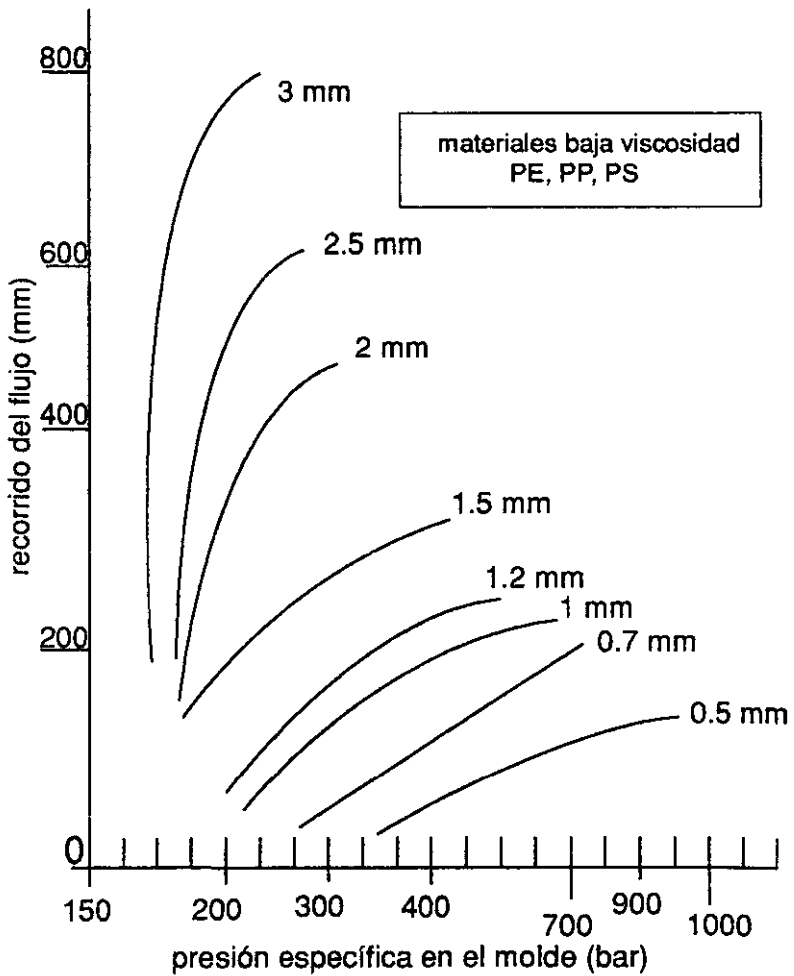


Fig. 1.6.2 gráfica para el cálculo aproximado de la presión media en el molde.

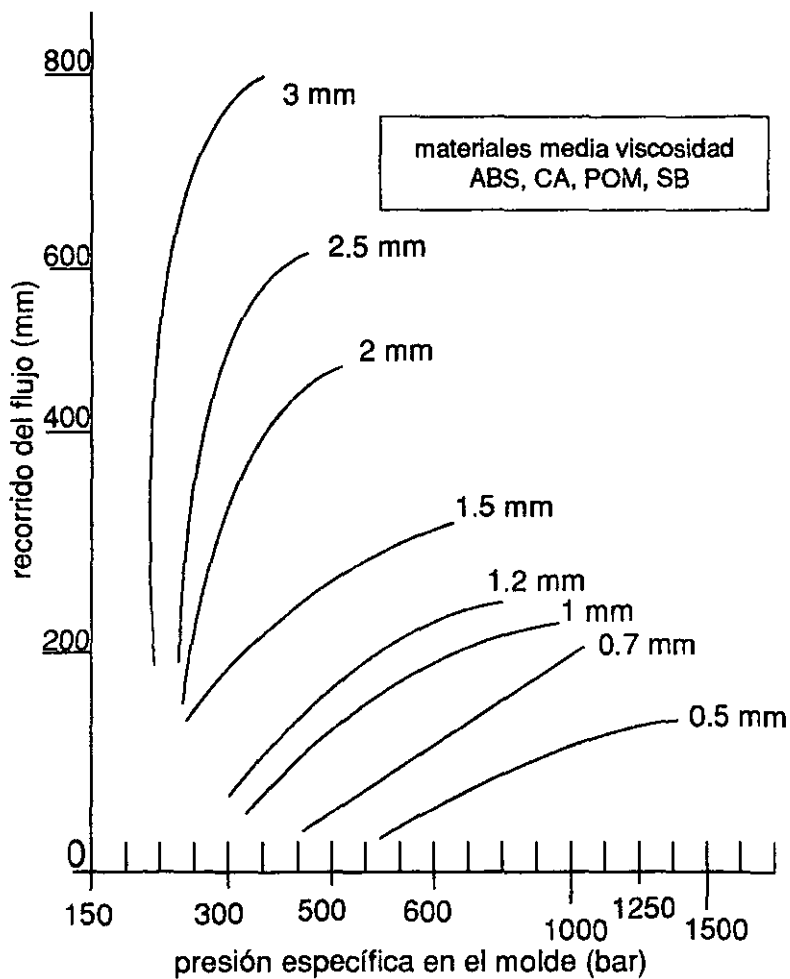
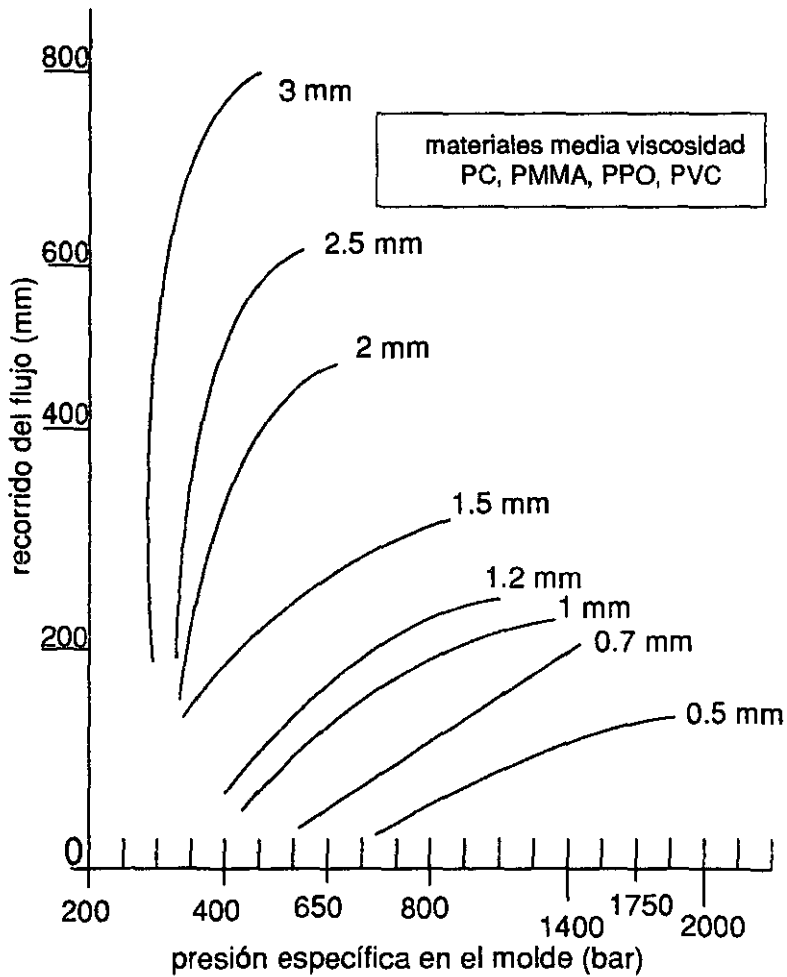


Fig. 1.6.3 gráfica para el cálculo aproximado de la presión media en el molde.



La pieza del ejemplo tiene un diámetro de 32.25 mm , correspondiente a una superficie proyectada de 8.17 cm<sup>2</sup> .

Multiplicando la superficie de la pieza (8.17 cm<sup>2</sup> ) por la presión (185 bar) se obtiene un empuje hidrostático en el molde de 1.5 Ton , aplicando un índice de corrección por variación de inyección del 20% dá una fuerza de cierre de 1.8 Ton . Ahora agreguemos una suposición más; el molde es de 24 cavidades. Lo único que haremos será sumar las demás cavidades a nuestro cálculo y obtendremos que la presión total es 1.8 Ton multiplicado por 24 será de 43.2 Ton.

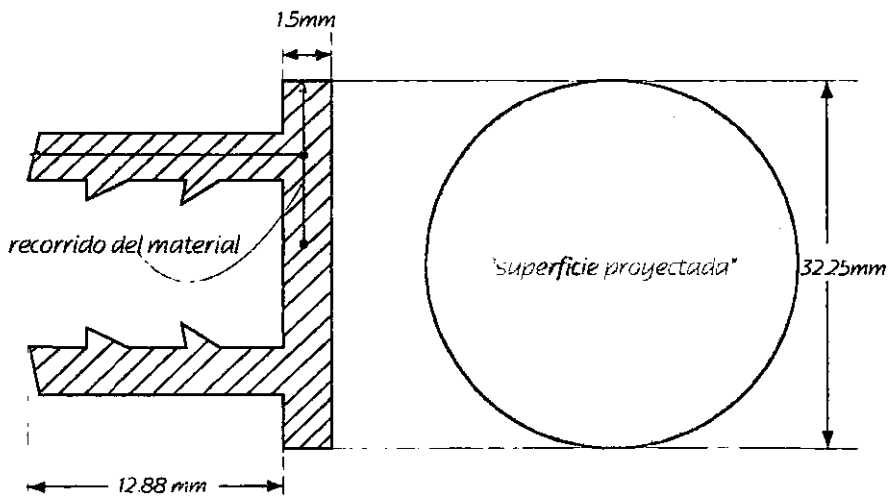


Fig. 1.7 Recorrido de PSMI en una pieza plástica.



## 2.- SISTEMA OLEODINAMICO.

En el accionamiento hidráulico, la transmisión de fuerza electromotriz tiene lugar a través de una bomba y el medio no comprimible por ella suministrado (aceite hidráulico), hacia los elementos funcionales de la máquina, configurados de acuerdo con las características de la transmisión hidráulica de energía. En el presente caso se trata de una transmisión hidrostática de energía, donde las fuerzas motrices para el accionamiento de la máquina son producidas mediante presión estática. La transmisión de fuerza va, por tanto, ligada al empleo de un medio de presión.

El estudio persigue tres objetivos, el primero conocer los elementos hidráulicos que intervienen en la transmisión de la fuerza y también los encargados de los movimientos. Después de conocer los elementos hidráulicos se verá como son utilizados en el sistema oleodinámico y se harán esquemas de los principales circuitos de la máquina de inyección.

Por último se propondrá una metodología que permita encontrar fallas de una manera rápida.

Cada fabricante tiene diferentes formas de construir sus máquinas, como pueden utilizar por ejemplo una servoválvula como en su lugar utilizar un conjunto de válvulas proporcionales y las dos tener la misma precisión de inyección. Otro ejemplo clásico es la forma de cerrar la platina, algunas compañías utilizan cierre de rodillera y otras utilizan el pistón hidráulico con sistemas de bloqueo. Por estas razones se debe entender claramente cuales son los elementos hidráulicos porque son el principio del sistema oleodinámico. La propuesta de los circuitos se deben considerar como ejemplos.

## 2.1. ACCIONAMIENTO HIDRÁULICO

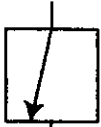
El empleo seguro del accionamiento hidráulico en máquinas de inyección, cuyo funcionamiento se caracteriza por una rápida sucesión de movimientos de sus elementos mecánicos, no fue posible hasta hace algunos años, una vez que se consiguió desarrollar órganos de mando mediante presión que garantizan un control de funcionamiento seguro del circuito hidráulico. Existen dos medios de transmisión de la presión, por agua y por aceite. Las características a favor del agua son el manejo sencillo, poca variación de su viscosidad en rangos amplios de temperatura. Sus desventajas serán la poca característica de lubricante, formación de incrustaciones y erosión en la tubería, factor de congelamiento que para la situación geográfica de algunas plantas es crítico, para evitar los siguientes problemas es necesario emplear aditivos o una temperatura controlada que elevan el costo de producción.

El medio más usual que se encuentra en el mercado es el aceite hidráulico que tiene como ventajas las desventajas del agua. La desventajas del aceite serán principalmente dos, un costo mayor al del agua y la variación mayor de viscosidad en rangos cortos de temperatura. Para combatir este último fenómeno será necesario de disponer de elementos periféricos de enfriamiento del aceite.

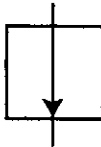
En el circuito hidráulico el medio de presión empieza en la bomba. Desde aquí se conduce la corriente fluida mediante elementos hidráulicos de movimiento. La dirección del fluido tiene lugar mediante elementos hidráulicos, como tuberías, mangueras y válvulas, según la programación de la máquina, ya sea una programación electromecánica o una electrónica. Lo que se busca es que se siga la secuencia que se vio en el capítulo anterior.



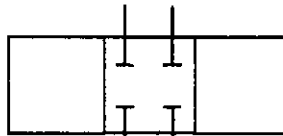
simbolo básico para distribuidores de varias vías.



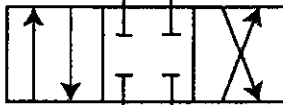
distribuidor unidireccional  
-posición normal: paso cerrado.



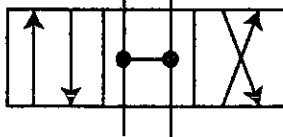
distribuidor unidireccional  
-posición normal: paso abierto.



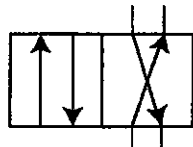
distribuidor de varias vías  
-pasos cerrados.



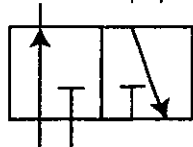
distribuidor de cuatro vías (las flechas indican la dirección del flujo)  
-tres posiciones  
-cuatro conexiones  
-paso cerrado en posición central.



distribuidor de cuatro vías  
-tres posiciones  
-cuatro conexiones  
paso libre en posición central



distribuidor de varias vías  
-paso abierto.



distribuidor de tres vías.

Fig. 2.1 Representación esquemática de los distribuidores.

Para el accionamiento de un sistema de aceite hidráulico gracias a la viscosidad del medio, incluso en altas presiones de trabajo, basta una energía reducida que puede producirse sin grandes instalaciones.

### 2.1.1. Electroválvulas.

**Distribuidor:** Se puede definir como elemento cuya misión consiste en seleccionar diferentes salidas de un líquido o gas apartir de una entrada.

**Electroválvula:** Es un distribuidor de accionamiento eléctrico. Puede ser;

- ◆ De 2 posiciones – 3 vías.
- ◆ De 2 posiciones – 4 vías.
- ◆ De 3 posiciones – 4 vías.
- ◆ De 3 posiciones – 5 vías.

La manera gráfica de representar las posiciones es a través de cuadros, cada uno de ellos representa una posición Fig. 2.1 . Las vías son indicadas dentro del cuadrado por medio de flechas o guiones, las letras P, A, B, R ó T son entrada de presión (P), salida distribuidora (A), salida distribuidora (B) y retorno a tanque (R ó T), es decir devolución del fluido utilizado para el accionamiento al depósito.

El accionamiento de cualquier distribuidor puede ser:

- ◆ Eléctrico simple.
- ◆ Hidráulico.
- ◆ Eléctrico con pilotaje hidráulico.
- ◆ Mando manual.
- ◆ Mando mecánico.

El caudal determina si son de acción directa o pilotadas.

Cuando el caudal es relativamente pequeño se utiliza de acción directa y para caudales grandes se utiliza un mando hidráulico, utilizando una pequeña electroválvula que acciona la corredera principal o de gran paso de fluido. Este tipo de electroválvula Fig. 2.2 puede ser de pilotaje o drenaje externo o bien interno Fig. 2.3 . Se pueden modificar estas diferentes formas de trabajo por medio de taponos situados en el interior del cuerpo de los distribuidores.

Cuando el caudal nominal sobrepasa de los 300 a 400 lts. , suelen utilizar válvulas de cartucho puesto que suele ser mucho más barato y el trabajo es mucho más suave.

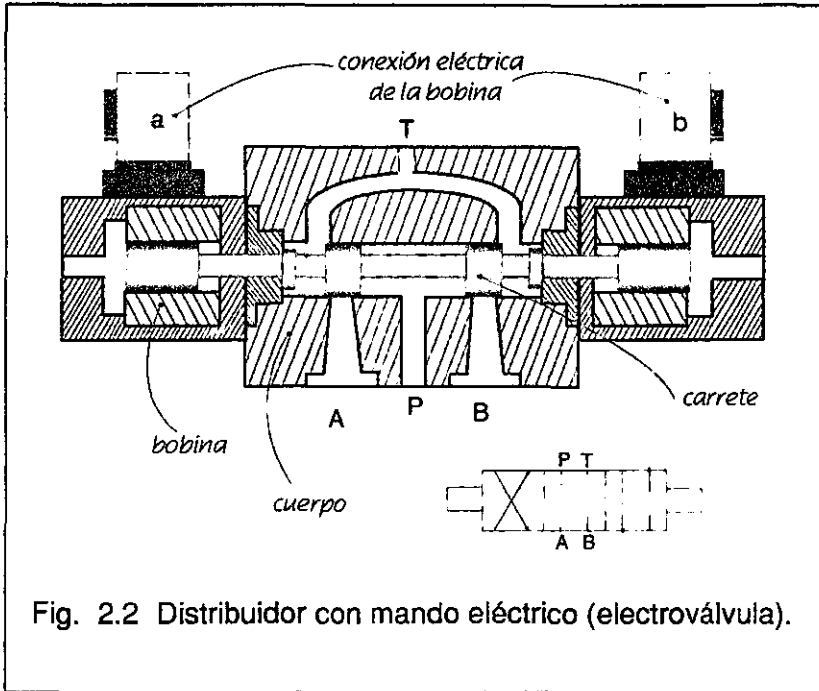
### 2.1.2. Válvula limitadora de presión simple.

Básicamente una limitadora de presión Fig. 2.4 está constituida por:

Un Cuerpo principal en donde se aloja un obturador y un resorte que oprime dicho obturador con la fuerza del tornillo que a su vez acciona la placa de soporte haciendo de centraje sobre el resorte.

Cuando la limitadora recibe un fluido en el orificio A; el obturador se abrirá cuando la fuerza ejercida sobre este sea superior a la realizada por el resorte. En este momento el fluido se irá por el orificio B a tanque. Cuando la presión ejercida en A desciende, el obturador vuelve a cerrar.

La mínima presión necesaria para que el obturador empiece a abrir se le llama **presión de apertura**; la **máxima presión a plena apertura** y la diferencia entre estas dos se le denomina **margen de supresión**.



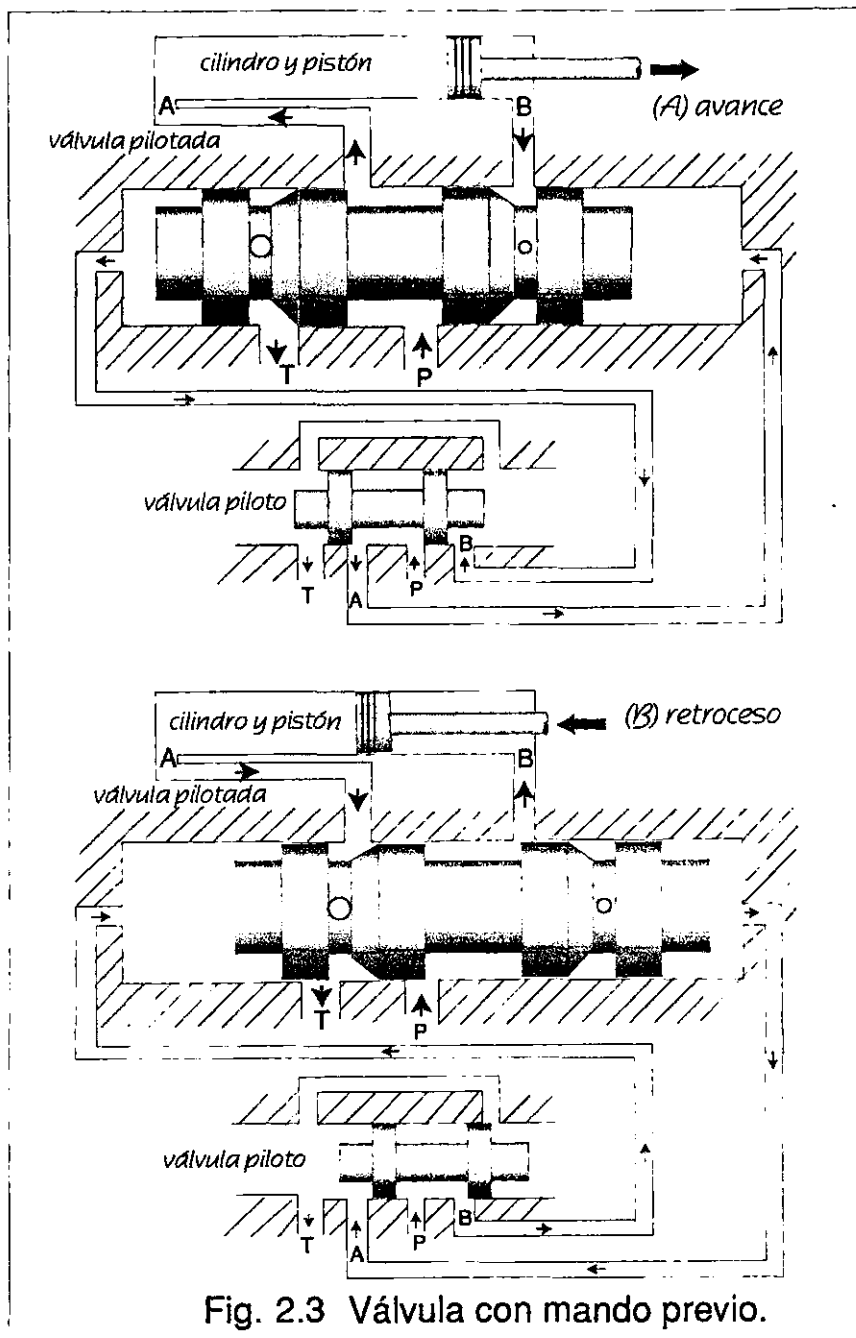


Fig. 2.3 Válvula con mando previo.

Si a una válvula limitadora se le aplica un caudal capaz de inutilizarla, el decir que no regula se suele decir “está saturada”.

Este tipo de limitadora suele ser de muy poco caudal aproximadamente de 3 a 40 lts./min. máximo. Cuando se utilizan caudales superiores, la derivación de éstos se hace con un lógico de seguridad mandado por una limitadora de este tipo.

### 2.1.3. Válvula proporcional de presión.

El principio de funcionamiento es idéntico a la válvula limitadora de presión simple, la variación fundamental está en que la fuerza realizada por el resorte con la fuerza del tornillo, en la válvula proporcional es realizado con una bobina, lo cual nos da una gama amplia de presiones desde 0 a la máxima permitida por la proporcional.

Las gamas más usuales de presión son:

- ◆ De 0 a 180 bar.
- ◆ De 5.5 bar a 315 bar.

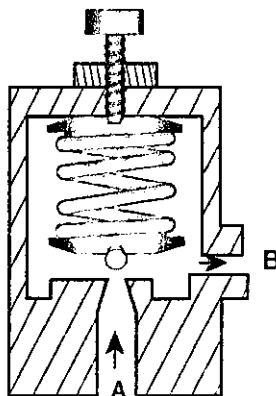
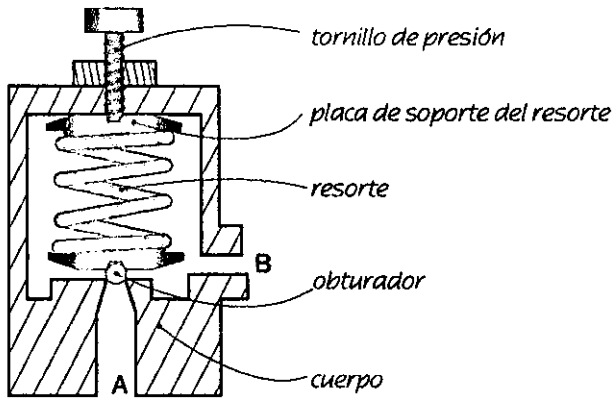
### 2.1.4. Válvula proporcional de caudal.

Una electroválvula es un elemento eléctrico de distribuidor sin regulación del desplazamiento de la corredera es decir todo o nada Fig. 2.5 .

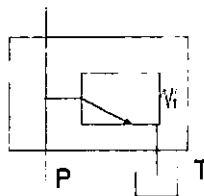
Una válvula proporcional de caudal, se podría definir como un elemento distribuidor que tiene la cualidad de regular el flujo de salida en infinidad de valores.

Esta regulación se efectúa con la variación de corriente ejercida sobre la bobina de 24 Vcd. Para efectuar esta variación se realiza con una tarjeta electrónica cuya señal de mando oscila entre 0 y 100 Vcd.





*El resorte se abre porque la fuerza del fluido es superior a la del resorte.*



*símbolo*

**Fig. 2.4** Válvula limitadora de presión simple.

Es muy importante la regulación del punto cero o centraje de la corredera, puesto que si está desplazado, al realizar operaciones de frenado no se pueden conseguir los valores deseados en los movimientos y la velocidad de respuesta de frenado será un peligro en el molde. La velocidad de respuesta de este tipo de válvulas es muy elevada, siendo el tiempo empleado de la apertura mínima a la máxima del orden de 60 milisegundos.

#### 2.1.5. Servo-válvula.

Todo servo-sistema se podría definir como el conjunto eléctrico, mecánico, hidráulico, etc., capaz de autocorregir los valores de entrada en todo momento, a partir de los datos solicitados de salida. La servo-válvula es un conjunto mecánico, eléctrico e hidráulico que autocorrije los valores de entrada a partir de los valores de salida dentro de los parámetros prefijados.

Descripción: Toda servo-válvula está compuesta por un motor eléctrico de corriente continua, de una etapa piloto con dos toberas y una aguja de formación, y una etapa de potencia constituida por una corredera de distribución con cuatro vías .

- ◆ Motor eléctrico: Está constituido por dos bobinas de distintas polaridades y una armadura (martillo). Esta armadura está fija a un tubo de flexión que limita su recorrido. Este tubo también es elemento de estanqueidad entre las partes electromagnéticas e hidráulica de la servo-válvula.
- ◆ Etapa de pilotaje: La aguja de la primera etapa de amplificación hidráulica, va insertada dentro del tubo de flexión unido a la armadura del motor eléctrico. El extremo de la aguja está situado entre dos toberas que al desplazarse, ésta consigue variar la sección de dichas toberas consiguiendo así dos orificios de sección variable. El fluido hidráulico a presión alimenta las dos toberas por un orificio

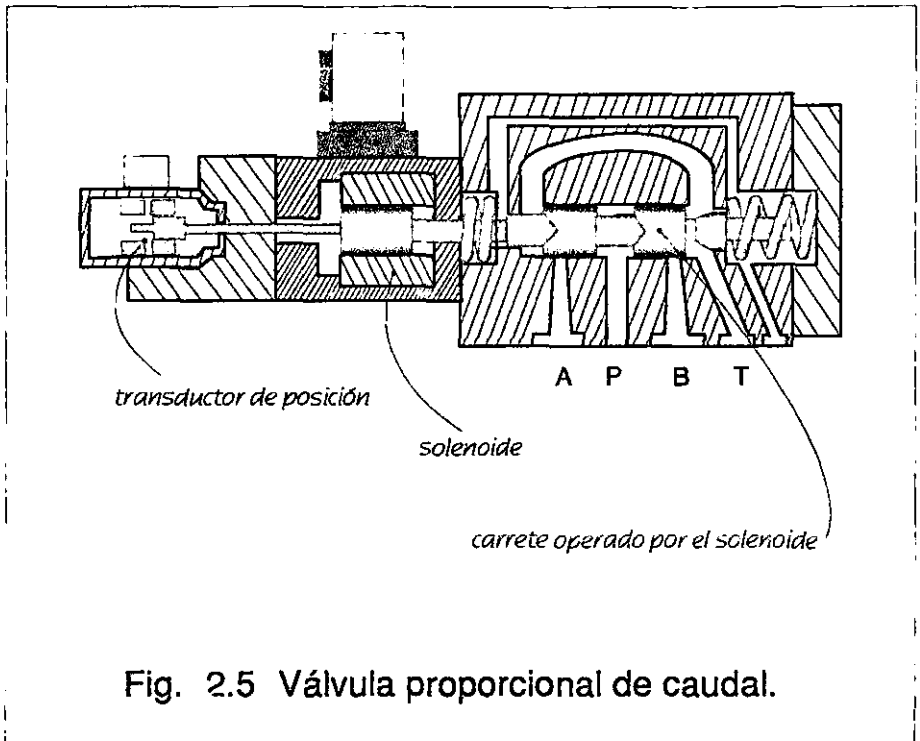


Fig. 2.5 Válvula proporcional de caudal.

calibrado. La diferencia de presiones creada por el desplazamiento de la aguja en las toberas origina un desplazamiento de la corredera principal.

- ◆ **Etapas de potencia:** La corredera de cuatro vías del servo-distribuidor controla el caudal entre el orificio de presión y los dos orificios (A y B) de utilización. La corredera lleva un orificio en su cuerpo, arrastrándolo en su desplazamiento el resorte de retracción. El desplazamiento de éste provoca una flexión en la aguja principal creando un desequilibrio en las toberas, consiguiendo una modificación en la posición de la corredera.
- ◆ **Funcionamiento:** La corriente eléctrica que atraviesa las bobinas del motor crea un campo magnético (fuerza axial). Esta fuerza provoca un desplazamiento de la aguja entre las toberas. Con esta acción la corredera se desliza llevando consigo el muelle de retracción.

Cuando el par mecánico creado por el resorte de retracción es equivalente al par magnético, la aguja vuelve a estar centrada respecto a las toberas, con lo cual las presiones de pilotaje sobre la corredera principal son idénticas provocando la inmovilización de ésta en la posición requerida.

Para un nuevo desplazamiento del motor eléctrico se volverá a repetir todo lo enunciado anteriormente.

La velocidad de respuesta entre extremos máximos de desplazamientos suelen ser en las servo-válvulas de 18 a 25 milisegundos. En las servo-válvulas de gran caudal el resorte de retracción se sustituye por un posicionador eléctrico situado en la corredera de la etapa de potencia. La diferencia principal entre una servo-válvula y una válvula proporcional estriba en que la primera siempre trabaja con una etapa piloto y una etapa de potencia.

Hoy en día respecto a otras características como pueden ser:

- ◆ Velocidad de respuesta
- ◆ Recubrimiento del cero e histéresis suelen ser casi idénticas sobre todo en la proporcionales de alta dinámica.

#### 2.1.6. Circuito compensado.

Se podría definir como un circuito compensado aquel que en todo momento solo consume la energía necesaria para realizar un movimiento.

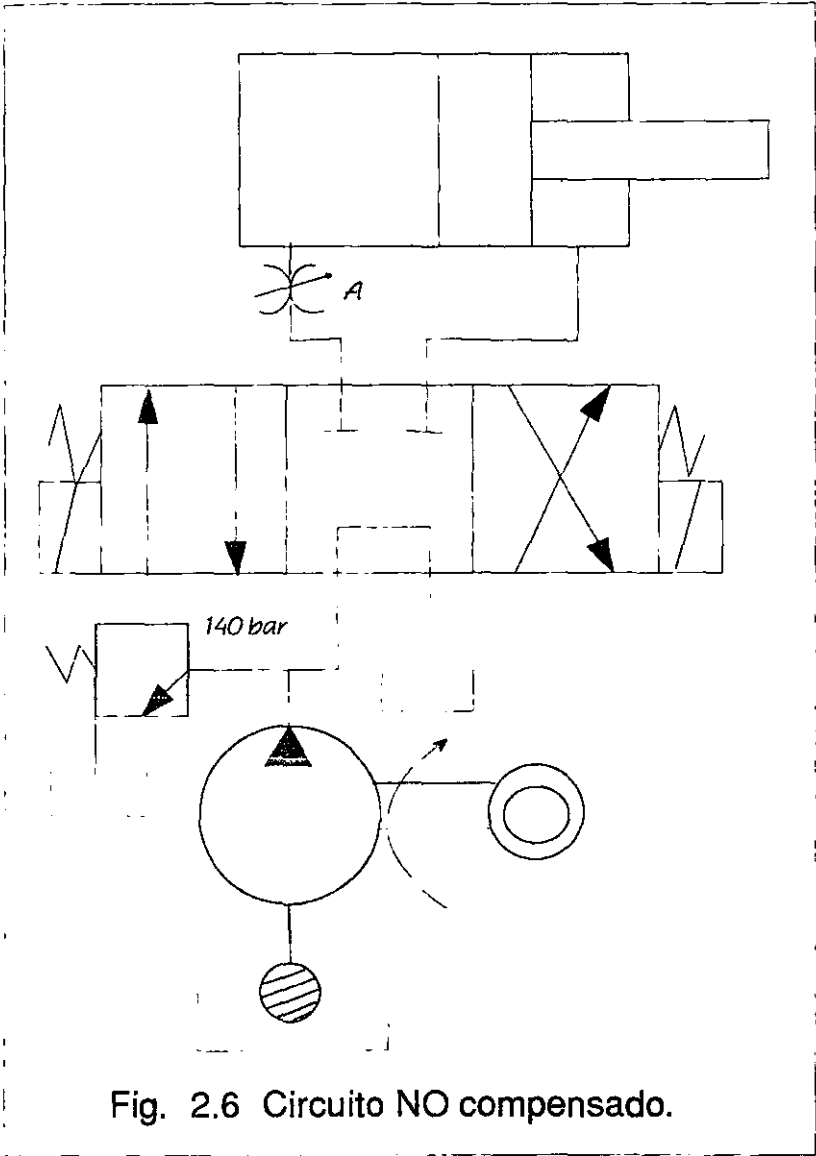
Funcionamiento: En todo circuito siempre hay reguladores de flujo para determinar velocidades de rotación.

En el ejemplo de la Fig. 2.6 , si el regulador está completamente cerrado es evidente que no existirá movimiento, y a su vez la presión del sistema estará a la de taraje del mismo, 140 bar si el circuito no es compensado.

Es evidente que la entrada del regulador del flujo existirá una presión de 140 bar y en la salida de 0 bar . Para compensar este circuito sería necesario comunicar la salida (2) del regulador anterior a la limitadora del circuito para que ésta derive el aceite sobrante a la presión requerida para efectuar el movimiento al tanque.

#### 2.1.7. Bomba de caudal variable.

Este tipo de bombas aplicada en un circuito de máquina inyectora cuyo ciclo de inyección durante la remanencia sea muy grande aporta un considerable ahorro energético.



Este ahorro es debido a que la bomba al requerir presión sin demanda de caudal, centra el aro de bombeo dejando la bomba con un pequeño caudal de fugas y la presión solicitada. Es evidente que el producto de caudal por presión es potencia consumida, en este caso el caudal es mínimo por lo cual el ahorro energético es proporcional a la diferencia de caudal. Si a una bomba de este tipo se le pide caudal y presión, se comporta de la misma forma que a una de caudal fijo con la salvedad que tiene unos tiempos de respuesta para obtener el caudal máximo y el mínimo.

#### 2.1.8. Bomba de caudal fijo.

Se puede definir como bomba de caudal fijo aquella cuyo desplazamiento es constante y el caudal es proporcional a la velocidad.

Existen diferentes tipos de bombas, de engranes, paletas y pistones axiales o radiales.

La gama de presión de trabajo puede oscilar desde los 100 bar hasta los 315 bar.

Este tipo de bombas pueden ser simples, dobles, triples o bien, múltiples es decir de un rodete, dos o tres, combinación de diferentes bombas conectadas al eje principal.

Las temperaturas normales de trabajo están comprendidas entre  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Los niveles sonoros en las bombas de engranes y paletas están alrededor de 70 db, en las bombas y pistones suelen ser ligeramente superiores.

Nos enfocaremos en un modelo común que es una bomba de paletas, múltiple y de caudal fijo, como se muestra en la Fig. 2.7 .

Un rotor cilíndrico con paletas móviles en ranuras radiales gira en una caja circular. A medida que el rotor gira, la fuerza centrífuga impulsa las paletas hacia afuera para que así estas siempre estén en contacto con la superficie interior de la caja. Esta acción promueve dos cosas, rendimiento y eficacia porque las paletas se mueven hacia afuera para compensar automáticamente el tipo de desgaste de la paleta.

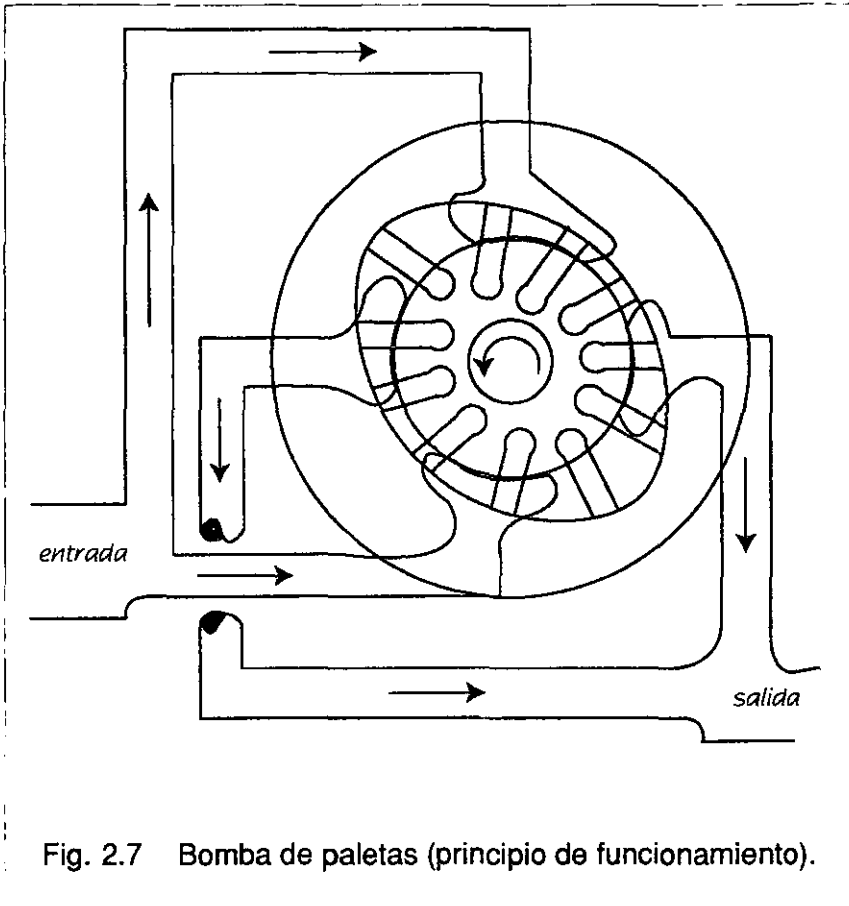


Fig. 2.7 Bomba de paletas (principio de funcionamiento).



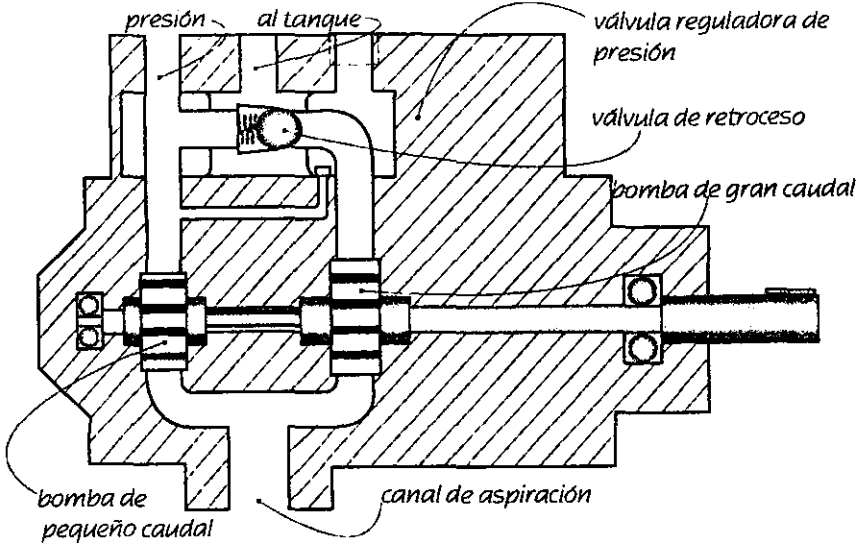
Las paletas dividen el área entre el rotor y la caja en una serie de cámaras que varían en tamaño de acuerdo con su posición alrededor de la caja. La admisión de la caja está localizada en el punto donde las cámaras se expanden. El fluido es descargado dentro de la bomba por el vacío parcial causado por esta expansión. Entonces el fluido es llevado al lado de la salida de la bomba, donde las cámaras se contraen y forzan al fluido a través del orificio de salida.

La bomba de paletas de diseño balanceado, tiene una caja elíptica que forma dos cámaras de bombeo separadas de los lados opuestos del rotor para que las cargas de los lados se anulen, aumente el rendimiento del soporte y permita presiones altas para operar.

Frecuentemente se combinan las bombas de paleta en una sola caja con válvulas adecuadas para satisfacer los requisitos específicos del sistema.

La Fig. 2.8 nos muestra dos bombas que combinan su rendimiento, un volumen de fluido mayor. Durante la parte de alta presión del ciclo, la bomba mayor es descargada al tanque y la bomba menor se mantiene disponible al ajuste de la válvula de relevo.

(a) bomba de doble compresión.



(b) bomba doble.

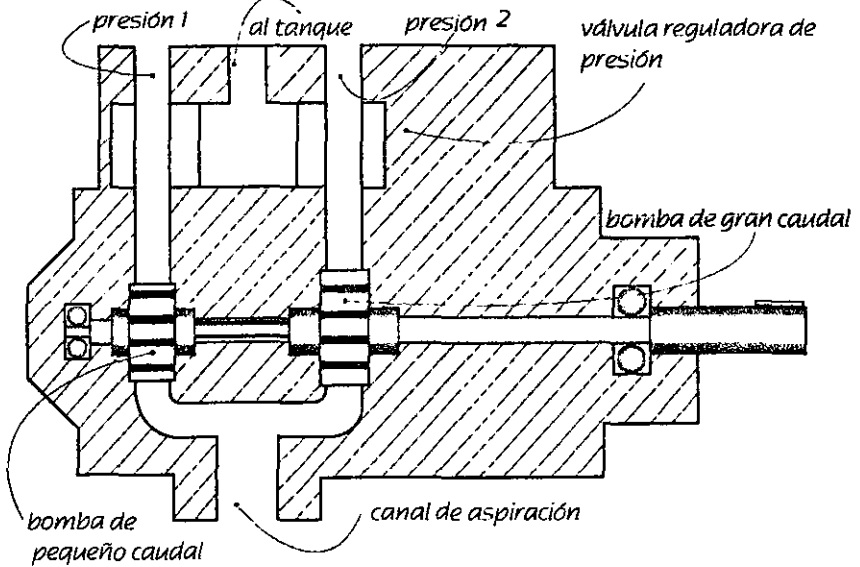


Fig. 2.8 Bombas de paletas combinadas

## 2.2.DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO OLEODINAMICO.

El objetivo de este capítulo es describir el funcionamiento de los principales grupos hidráulicos de una máquina de inyección, para esto supondremos una máquina y tomaremos elementos comerciales, nuevamente se hace la aclaración de que cada constructor de maquinaria es diferente, aquí se expone un ejemplo que pretende ser lo más general posible para ayudarnos a definir cualquier sistema oleodinámico de una máquina de inyección.

### 2.2.1. Circuito hidráulico.

Dividiremos la instalación hidráulica en 5 conjuntos:

- A).- Conjunto del grupo de control de presión.
  - ◆ Grupo para el comando proporcional.
  - ◆ Grupo Inyector.
  - ◆ Grupo del motor hidráulico.
- B).- Conjunto del grupo del comando proporcional del cierre de moldes.
- C).- Conjunto del comando de adherencia del grupo inyector.
- D).- Grupo distribuidor para los martinets laterales.
- E).- Grupo del comando extractor hidráulico.

La Fig. 2.9 nos muestra como estos conjuntos se encuentran conectados.

2.2.2. Elementos que participan en nuestro sistema oleodinámico.

No	ELEMENTO
1	Filtros de aceite
2	Bombas hidráulicas pequeña (P) y grande (G).
3	Motor eléctrico.
4	Válvula de retén precargada
5	Manómetro.
6	Válvula de retén.
7	Válvula de retén.
8	Válvula de interceptación hidro-pilotada con resorte de precarga.
9	Válvula reguladora de capacidad hidro-pilotada con resorte de precarga.
9a	Válvula reguladora de capacidad hidro-pilotada con resorte de precarga.
10	Válvula limitadora de presión con resorte de precarga
11	Electroválvula proporcional reguladora de presión.
12	Electroválvula monoestable a 2 vías y 2 posiciones.
13	Válvula de retén precargada
14	Manómetro de contrapresión.
15	Motor hidráulico con cilindrada variable.
16	Válvula de interceptación hidro-pilotada con resorte de precarga.
17	Válvula limitadora de presión con precarga variable.
18	Válvula limitadora de presión con precarga variable.
19	Intercambiador de calor.
20	Válvula de retén precargada.
21	Electroválvula a 2 vías y 3 posiciones.
22	Electroválvula a 2 vías y 3 posiciones.
22a	Electroválvula a 2 vías y 3 posiciones.

23	Válvula monoestable con comando mecánico (seguridad hidráulica).
24	Micro-filtro con válvula limitadora de presión en by pass y alarma acústica.
25	Electroválvula a 2 vías y 3 posiciones.
26	Válvula de retén.
27	Electroválvula proporcional a 2 vías.
28	Válvula reguladora de capacidad con ahogador viscoso.

El No. es la referencia para los siguientes diagramas hidráulicos

### 2.2.3. CONJUNTO DEL GRUPO DE CONTROL DE PRESION (A).

El conjunto del grupo de control de presión suministra el aceite a presión a toda la instalación.

#### 2.2.3.1. Grupo para el comando proporcional.

El grupo para el comando proporcional se detalla en la Fig. 2.10 .

El conjunto distribuidor para el comando proporcional alimenta tres líneas principales:

- ◆ Línea de alimentación del conjunto inyector, del motor hidráulico y desplazamiento de la boquilla.
- ◆ Línea de alimentación del conjunto extractor hidráulico y martinets laterales.
- ◆ Línea de alimentación del cierre proporcional de moldes que puede ser derivada de las dos precedentes mediante las válvulas de interceptación (8).

El grupo distribuidor está formado por dos bombas, P (bomba pequeña) y G (bomba grande) que empujadas por el motor eléctrico M permiten la alimentación de la instalación.

El aceite es aspirado del tanque mediante los filtros (de 1 a 3 según cada fabricante).

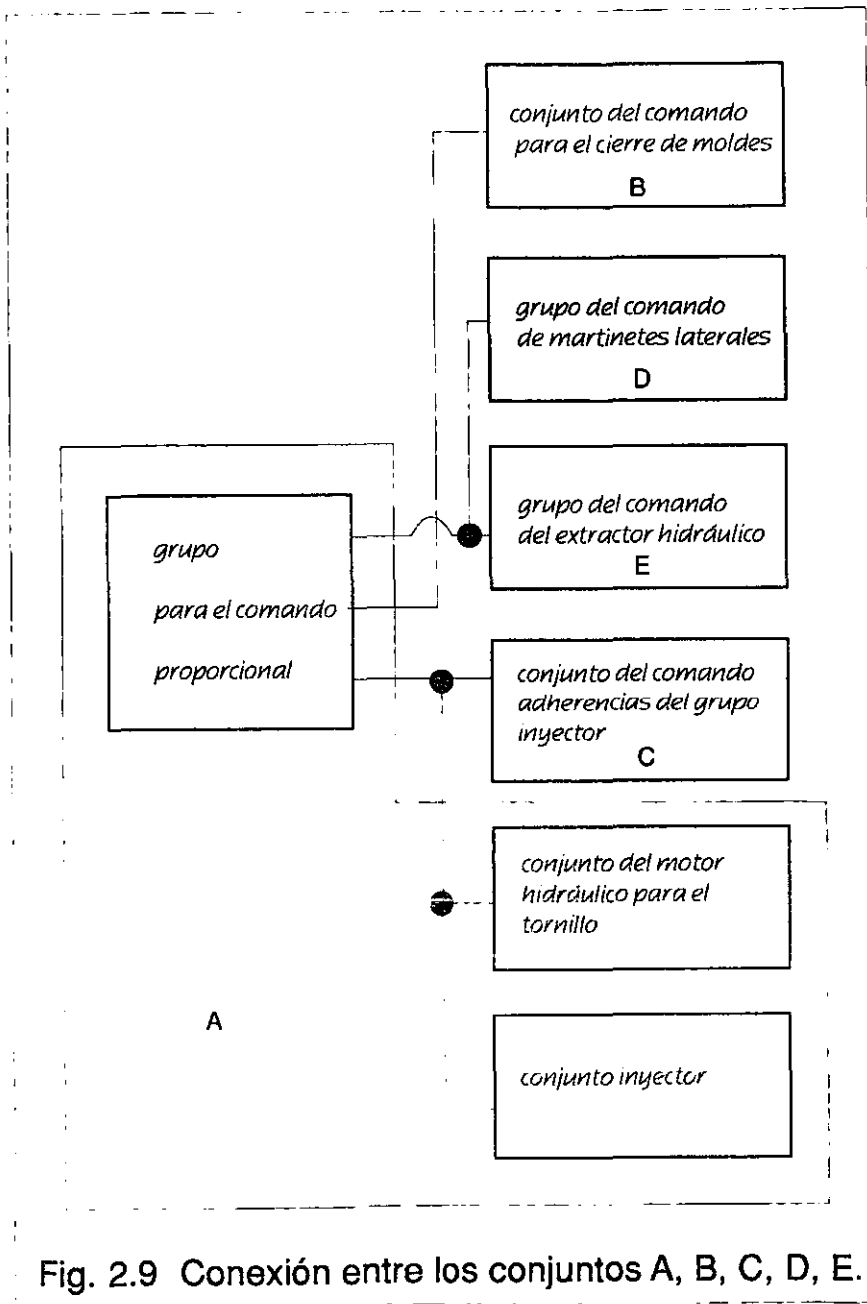


Fig. 2.9 Conexión entre los conjuntos A, B, C, D, E.

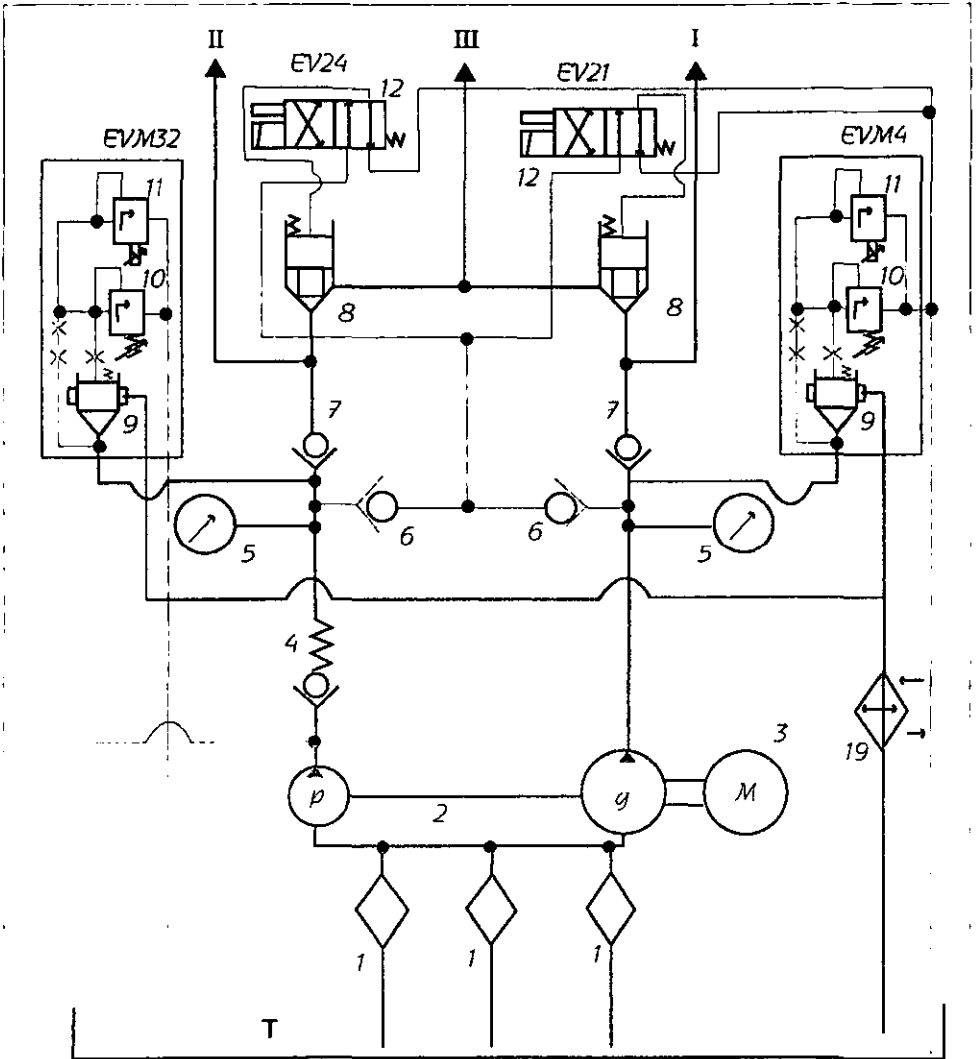


Fig. 2.10 Grupo para el comando proporcional.

Para cada bomba existe una línea de salida separada y la presión en las dos líneas está regulada respectivamente por las electroválvulas modulantes EVM32 y EVMA (11).

Las electroválvulas modulantes son comandadas por una señal eléctrica que controla el cierre o la abertura en modo proporcional.

La señal eléctrica es enviada a la electroválvula (11) para el control de presión que pilota una válvula reguladora de capacidad (9).

Sobre la línea de pilotaje hidráulico se encuentra una válvula limitadora de presión (10) calibrada que actúa en caso que se verifique sobre-presión.

Cuando el motor eléctrico arranca, las electroválvulas modulantes EVM4 y EVM32 (11) están completamente abiertas y se cierran gradualmente al comando eléctrico para permitir la presurización gradual de la instalación (comando proporcional).

La bomba pequeña P se dedica esencialmente a la alimentación de los grupos del extractor hidráulico y martinetes laterales, mientras que la bomba grande G se dedica a los conjuntos de desplazamiento de la boquilla, motor, hidráulico para el tornillo y el inyector.

La alimentación del conjunto de cierre de moldes tiene lugar en tres modos:

- ◆ Solo por la bomba pequeña.

Válvula de interceptación (8) cerrada bajo comando de la válvula EV21 (12) Fig. 2.11.

- ◆ Solo por la bomba grande.

Válvula de interceptación (8) cerrada bajo el comando de la válvula EV24 (12) Fig. 2.12.

- ◆ Por ambas bombas.

Válvulas de interceptación (8) con electroválvulas EV21 y EV24 (12) en posición de reposo Fig. 2.10 .



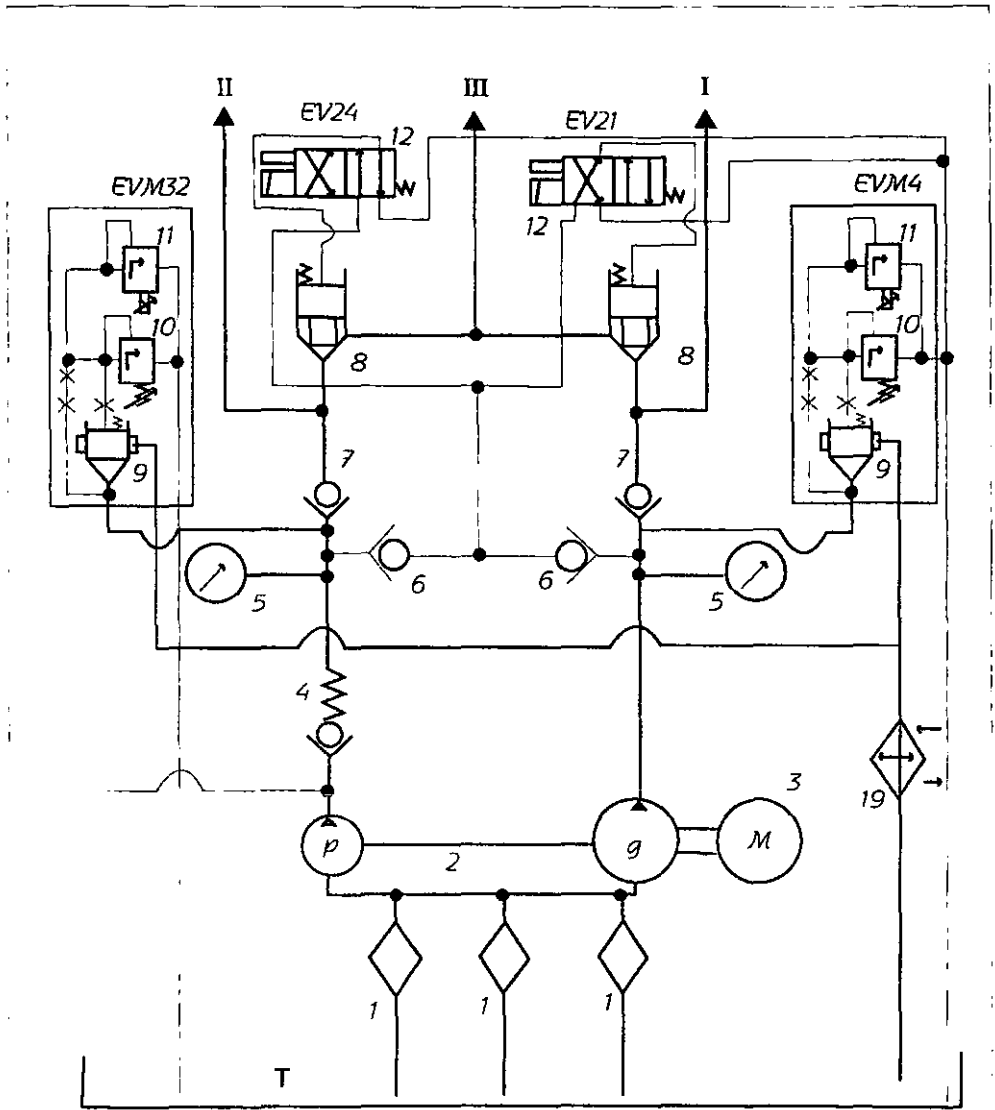


Fig. 2.11 Grupo para el cierre de moldes por la bomba pequeña.

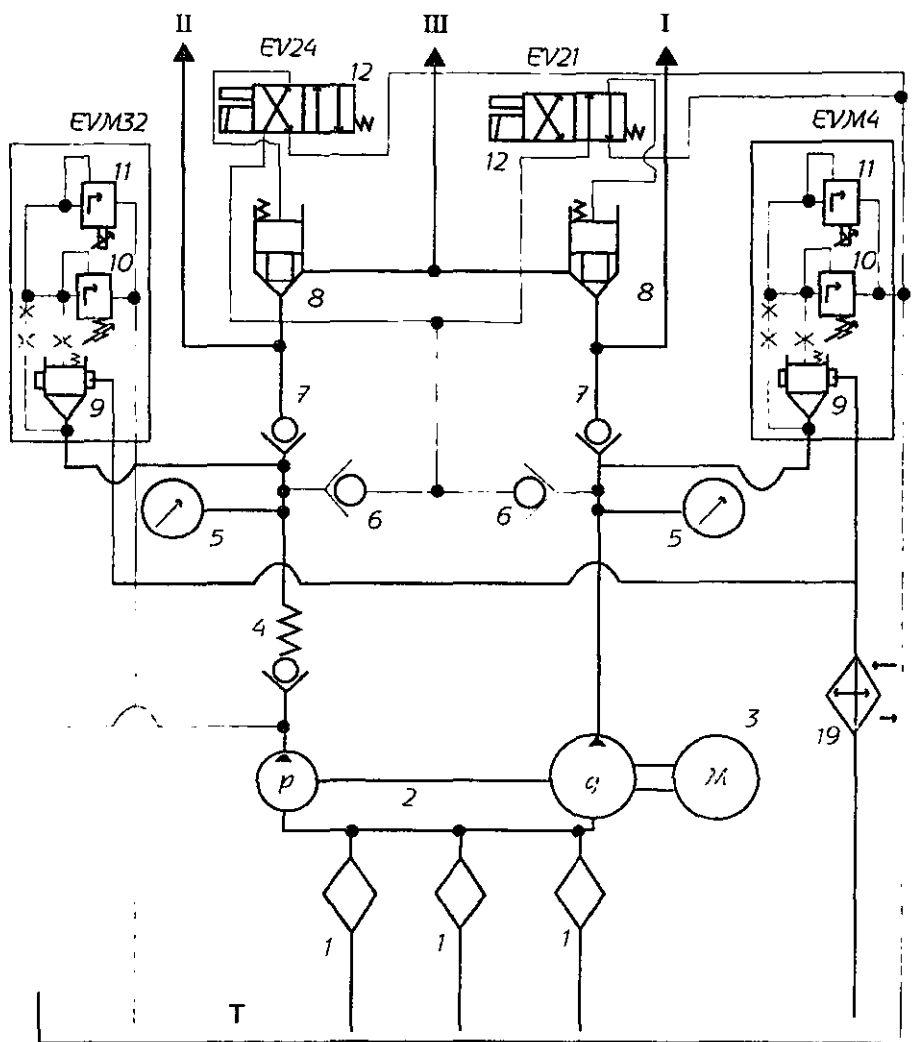


Fig. 2.12 Grupo para el cierre de moldes por la bomba grande.

Sobre las líneas de salida de las bombas, se introducen dos manómetros (5) para el control de las presiones de alimentación.

Sobre la línea de la bomba pequeña se introduce una válvula de retén (4) que se abre cuando la presión supera el valor de calibración (4 bar).

Además se introducen sobre las líneas de salida de las dos bombas, las válvulas de retén (7).

Las líneas de presión necesarias para el pilotaje de las válvulas de interceptación (8) son derivadas de las líneas de salida mediante las válvulas de retén (6).

Otra línea de pilotaje derivada se encuentra abajo de la bomba pequeña y la conecta con el conjunto de cierre de moldes.

#### 2.2.3.1. Conjunto inyector.

La Fig. 2.13 muestra el conjunto inyector.

El grupo inyector es alimentado por la primera línea de presión.

Está formado por dos parejas de válvulas de interceptación hidro-pilotadas respectivamente por dos electroválvulas seleccionadoras EV12 y después la EV13(12).

La pareja de válvulas hidro-pilotadas por la electroválvula EV12 (12) permite efectuar la inyección Fig. 2.14 , mientras la pareja de válvulas hidro-pilotadas por la electroválvula EV13 (12) efectúa el rechupado Fig. 2.15 .

Las líneas de descarga de la inyección y del rechupado están conectadas entre ellas.

Sobre la línea de descarga común, se encuentra una electroválvula modulante EVM23 para el control proporcional de la contrapresión, y un manómetro que señala el valor de la presión de descarga.

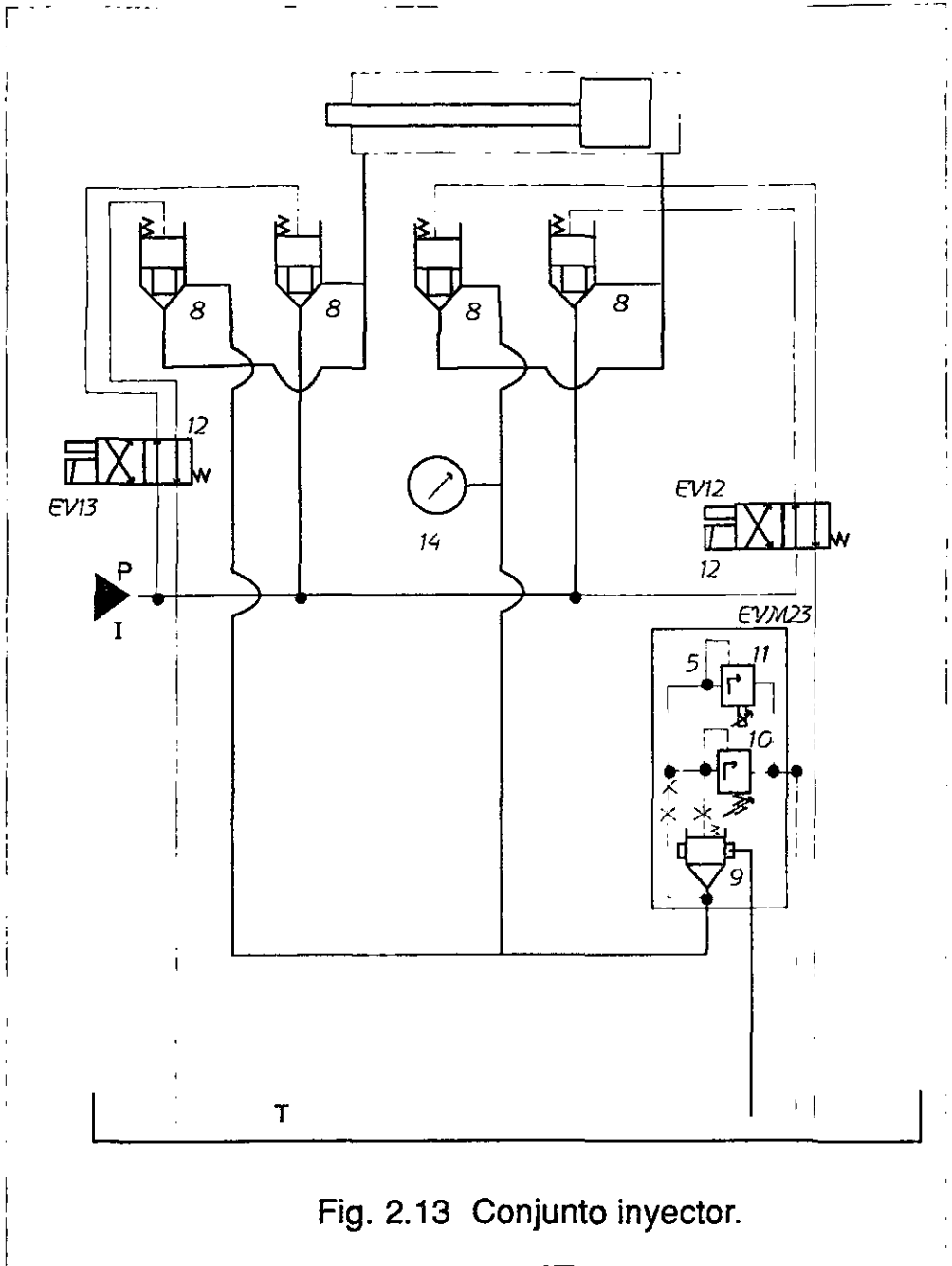


Fig. 2.13 Conjunto inyector.

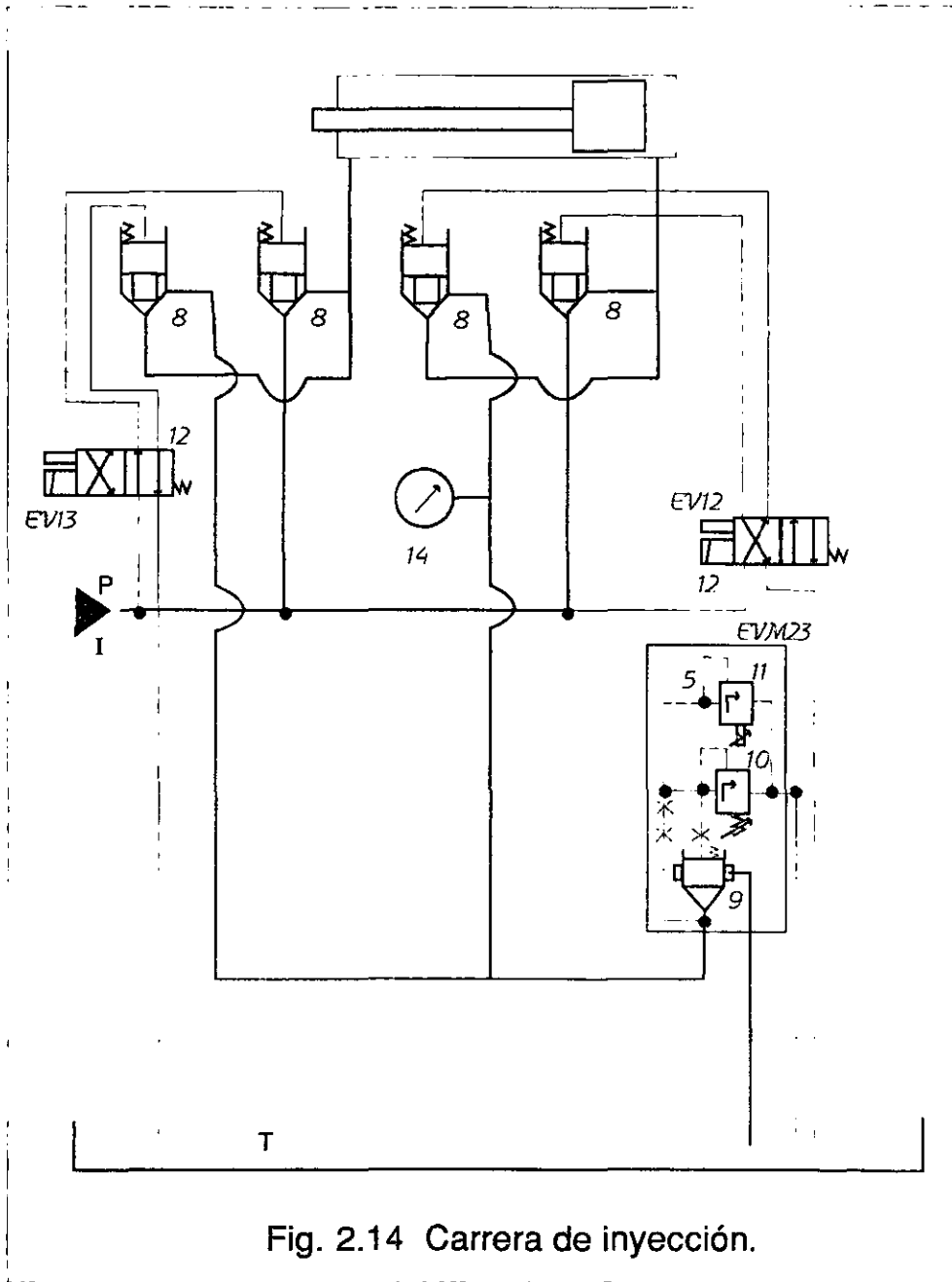


Fig. 2.14 Carrera de inyección.

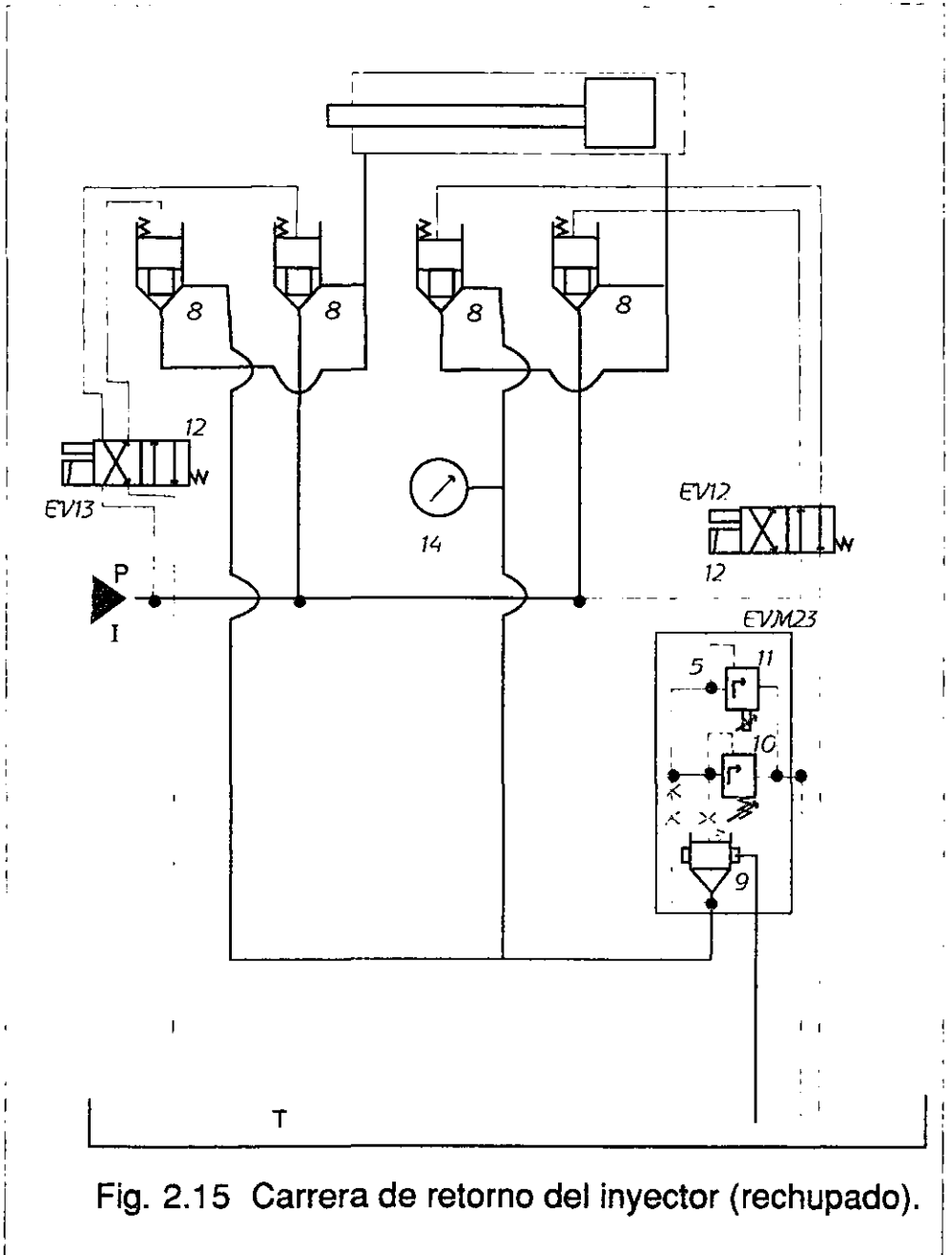


Fig. 2.15 Carrera de retorno del inyector (rechupado).

### 2.2.3.2. Conjunto del motor hidráulico para el tornillo.

El conjunto del motor hidráulico para el tornillo, alimentado por la primera línea de presión, está formado por:

- ◆ Electroválvula EV11 (12) para el circuito de pilotaje de la válvula de interceptación (8)
- ◆ Válvula de retén (13).
- ◆ Válvula de no retorno (20).

El motor hidráulico es accionado por la válvula de interceptación (8) hidro-pilotada por la electroválvula seleccionadora EV11 Fig. 2.17 .

### 2.2.4. CONJUNTO DEL COMANDO PROPORCIONAL DEL GRUPO DE CIERRE DE MOLDES (B).

La Fig. 2.18 muestra el esquema hidráulico del grupo de cierre de moldes.

El conjunto del grupo del cierre de moldes está compuesto por:

- ✓ Grupo de comando proporcional del cierre de moldes.
- ✓ Válvula de seguridad anti-infortunio (23).
- ✓ Microfiltro con señalador sonoro y válvula de by-pass (24).

1.- El grupo del comando proporcional de cierre de moldes está compuesto por los elementos siguientes:

- ◆ Martinete oleodinámico a doble efecto.

Al martinete llegan dos conductos de alimentación respectivamente de carga y descarga, según las fases de funcionamiento.

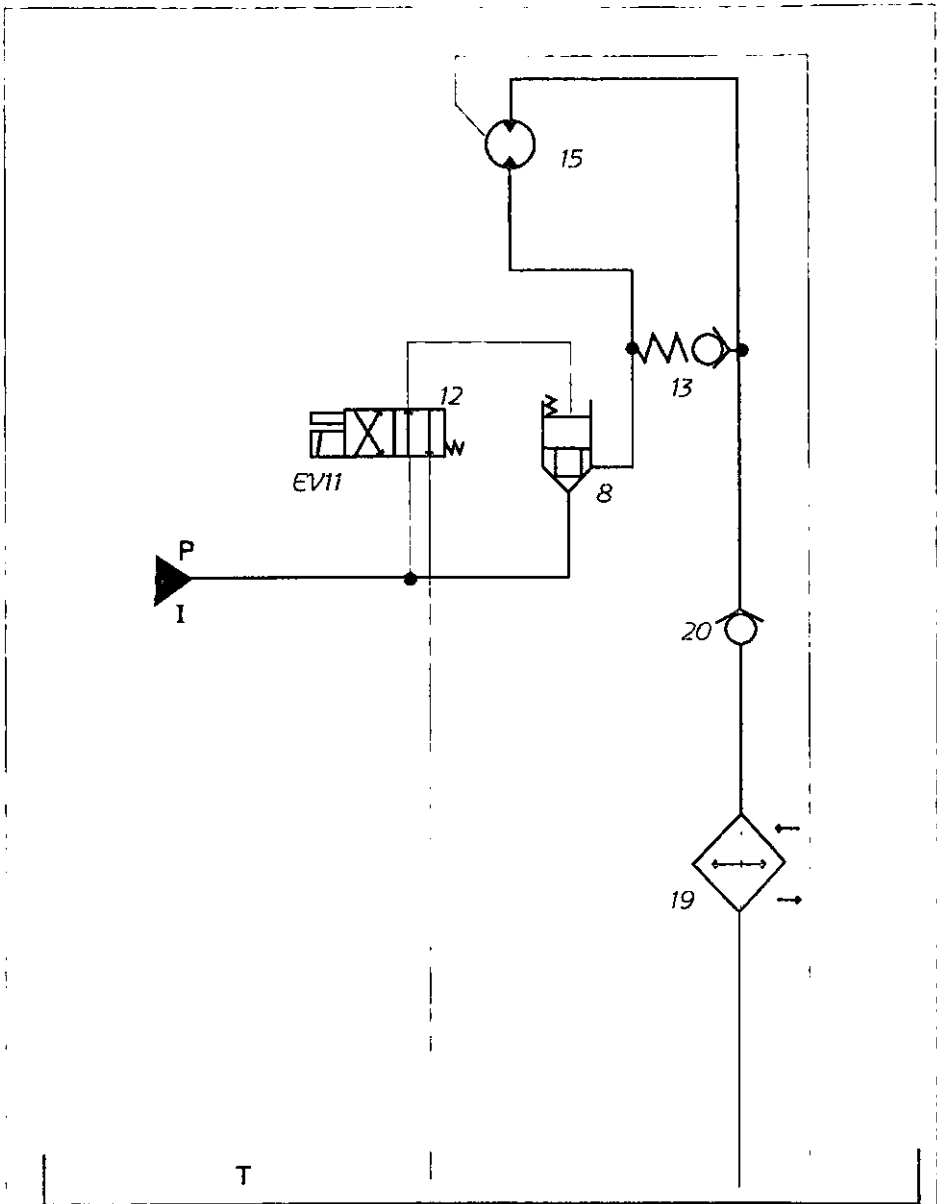


Fig. 2.16 Conjunto del motor hidráulico del tornillo.



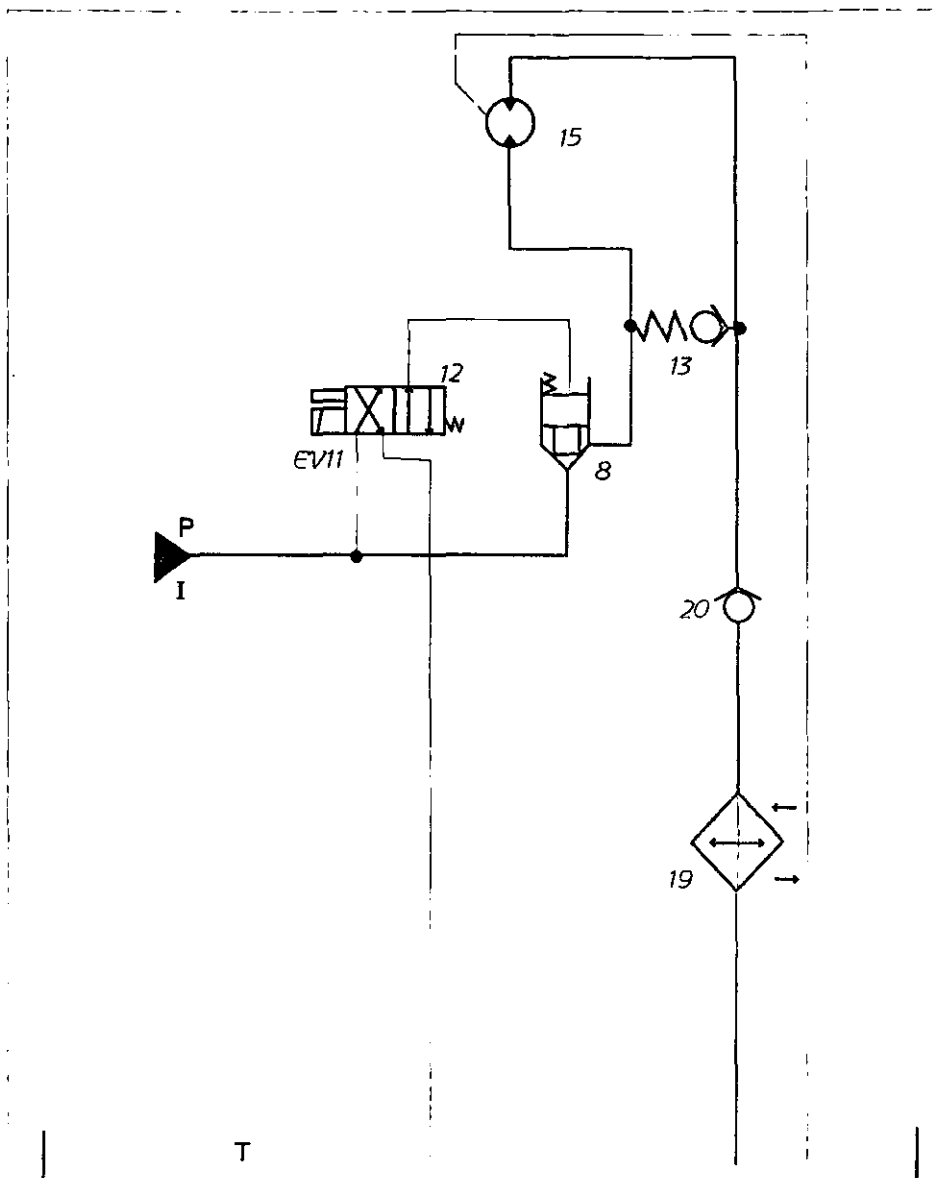


Fig. 2.17 Conjunto del motor hidráulico del tornillo en funcionamiento.

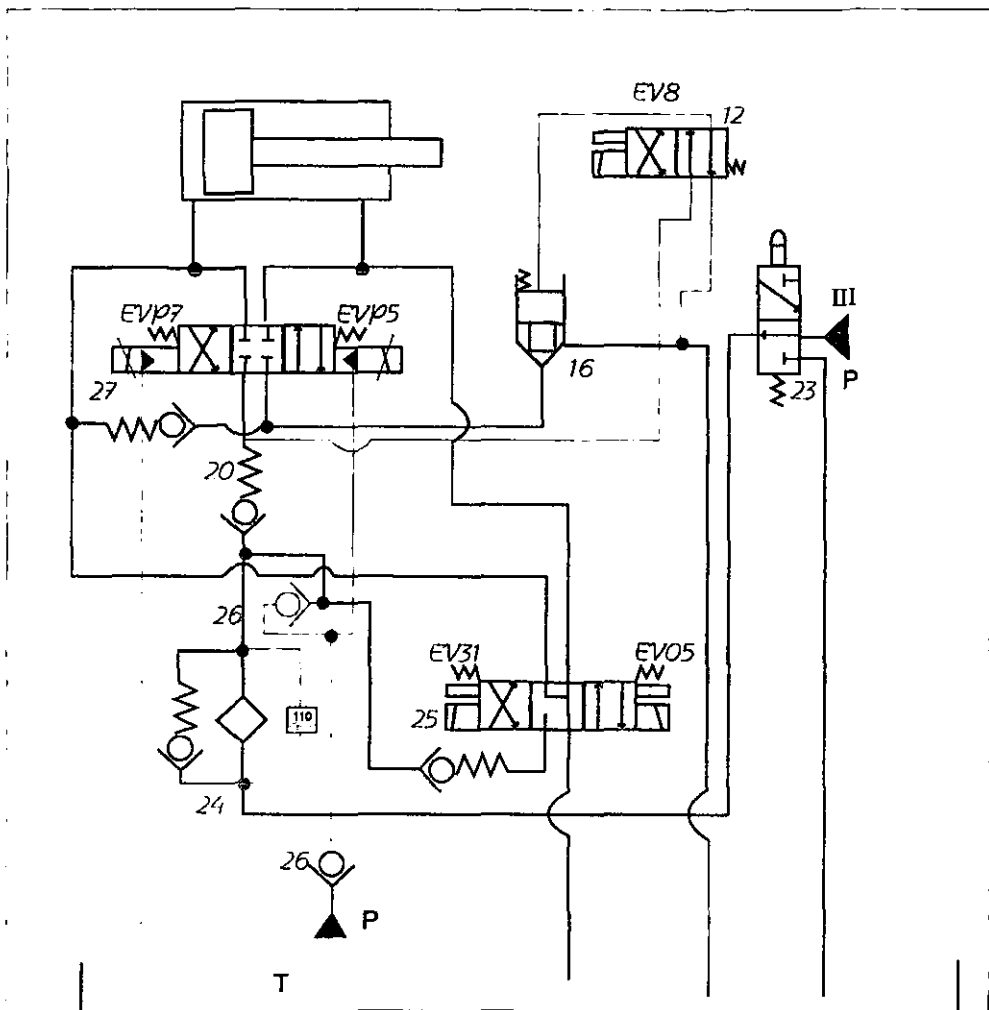


Fig. 2.18 Grupo para el comando proporcional del conjunto del cierre de moldes.

◆ Electroválvula proporcional (27).

Esta válvula efectúa el cierre bajo comando EVP5 Fig. 2.21 y la abertura bajo comando EVP7 con velocidad proporcional a una señal eléctrica de comando.

◆ Electroválvula seleccionadora (25).

Selecciona en paralelo a la electroválvula proporcional (27) la abertura o el cierre del molde respectivamente bajo el comando EV31 o EV05.

◆ Válvula de interceptación hidropilotada (16) usada cuando se solicita el circuito regenerativo.

Esta válvula es usada solamente en fase de cierre de moldes y es comandada por un programa para obtener alta velocidad de cierre.

En efecto, el aceite que se descarga de la cámara pequeña es enviado a la cámara grande del martinete junto con el aceite proveniente de la línea de alimentación Fig. 2.20 .

La descarga es impedida por la válvula interceptora (16) y por la válvula de retén (26).

El pilotaje de la válvula interceptora (16) es realizado por la electroválvula EV8.

El cierre de los moldes se realiza de dos maneras:

◆ Cierre con regeneración.

◆ Cierre sin regeneración.

Los cierres con o sin regeneración se obtienen mediante el programa en función de los valores de velocidad establecidos.

La Fig. 2.19 muestra el circuito hidráulico en fase de cierre con regeneración.

La Fig. 2.20 muestra el circuito hidráulico en fase de cierre sin regeneración.

La Fig. 2.21 muestra la situación en fase de apertura del molde.

Esta fase está precedida por el desbloqueo de la rodillera.

Las electroválvulas (27) y (28) se colocan para la fase de apertura respectivamente bajo comando EVP7 y EV31.

La velocidad de apertura es controlada por la electroválvula (27) que bajo comando EV7 alimenta en modo proporcional el martinete.

## 2.2.5 CONJUNTO DEL COMANDO DE ADHERENCIAS DEL GRUPO INYECTOR.

La Fig. 2.22 muestra el conjunto del desplazamiento del grupo inyector.

El conjunto de desplazamiento del grupo inyector está compuesto por:

- ◆ Martinete a doble efecto.

El martinete está conectado a la instalación mediante dos líneas respectivamente de carga y descarga según la fase de funcionamiento.

- ◆ Grupo de regulación.

El grupo de regulación está compuesto por:

- ◆ Una electroválvula seleccionadora (22) que comanda el avance Fig. 2.23 o retraso Fig. 2.24 del carro inyector.
- ◆ Una válvula limitadora de presión (18) con resorte de precarga calibrable.
- ◆ Una válvula de retén hidro-pilotada (17) para cada línea.

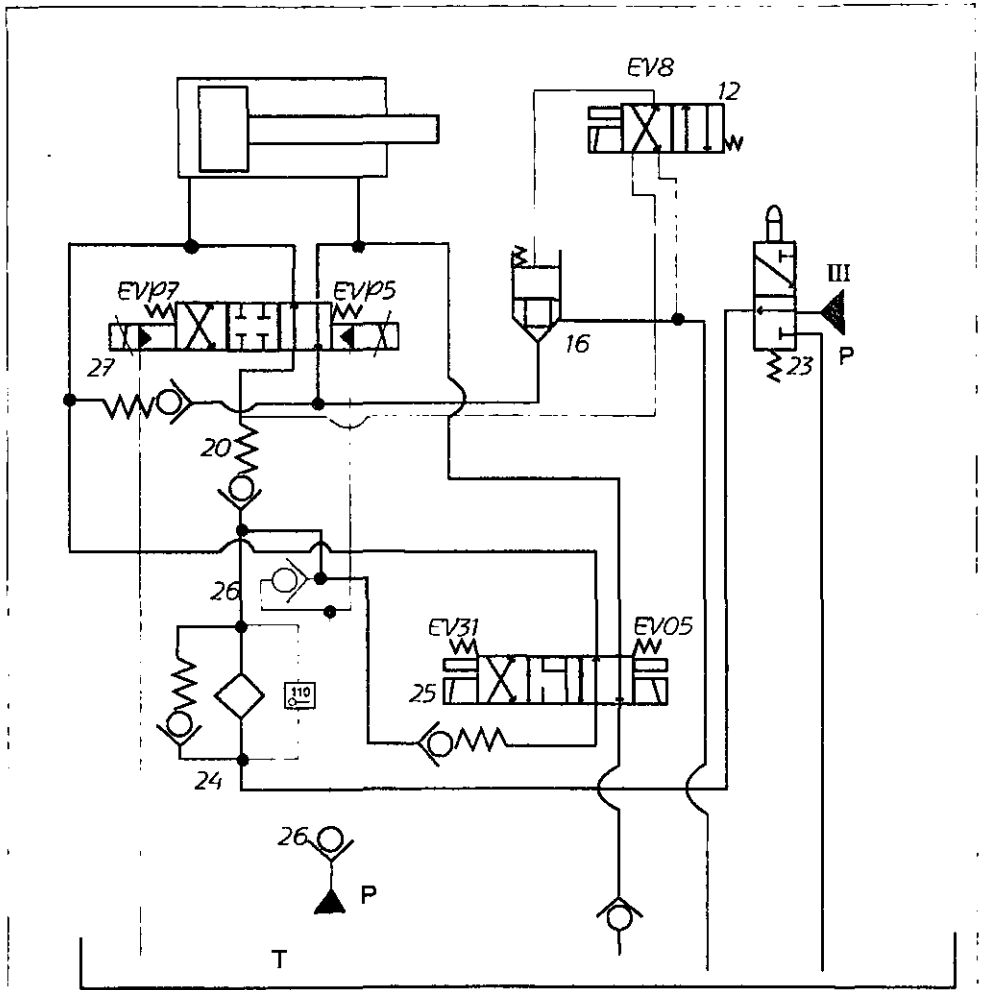


Fig. 2.19 Cierre de moldes con regeneración.

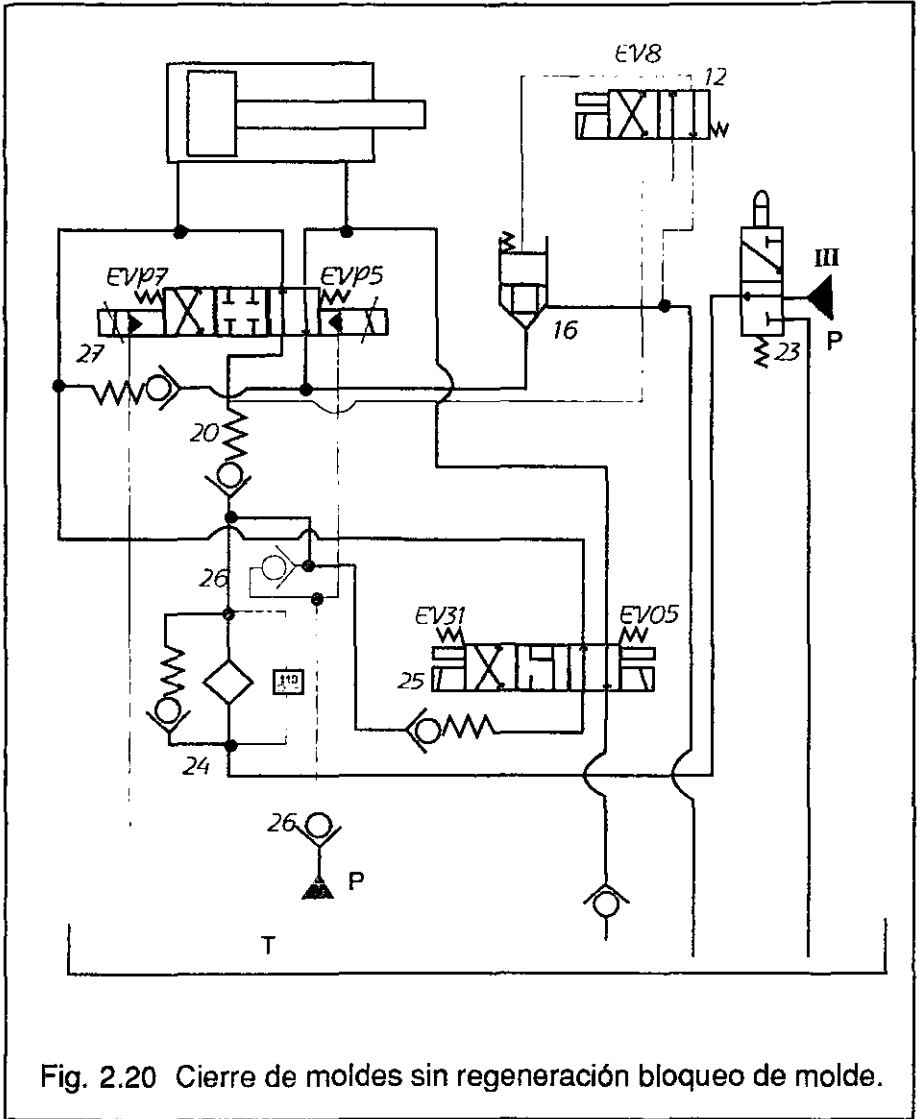


Fig. 2.20 Cierre de moldes sin regeneración bloqueo de molde.

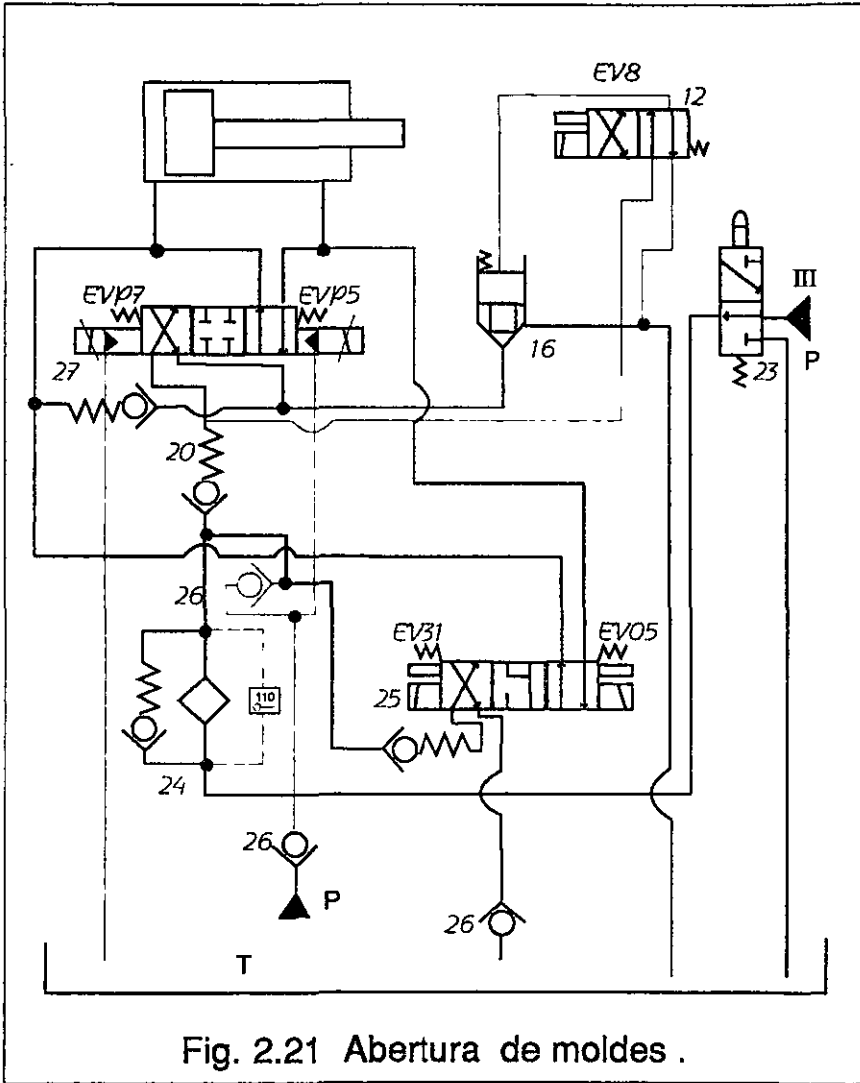


Fig. 2.21 Abertura de moldes .

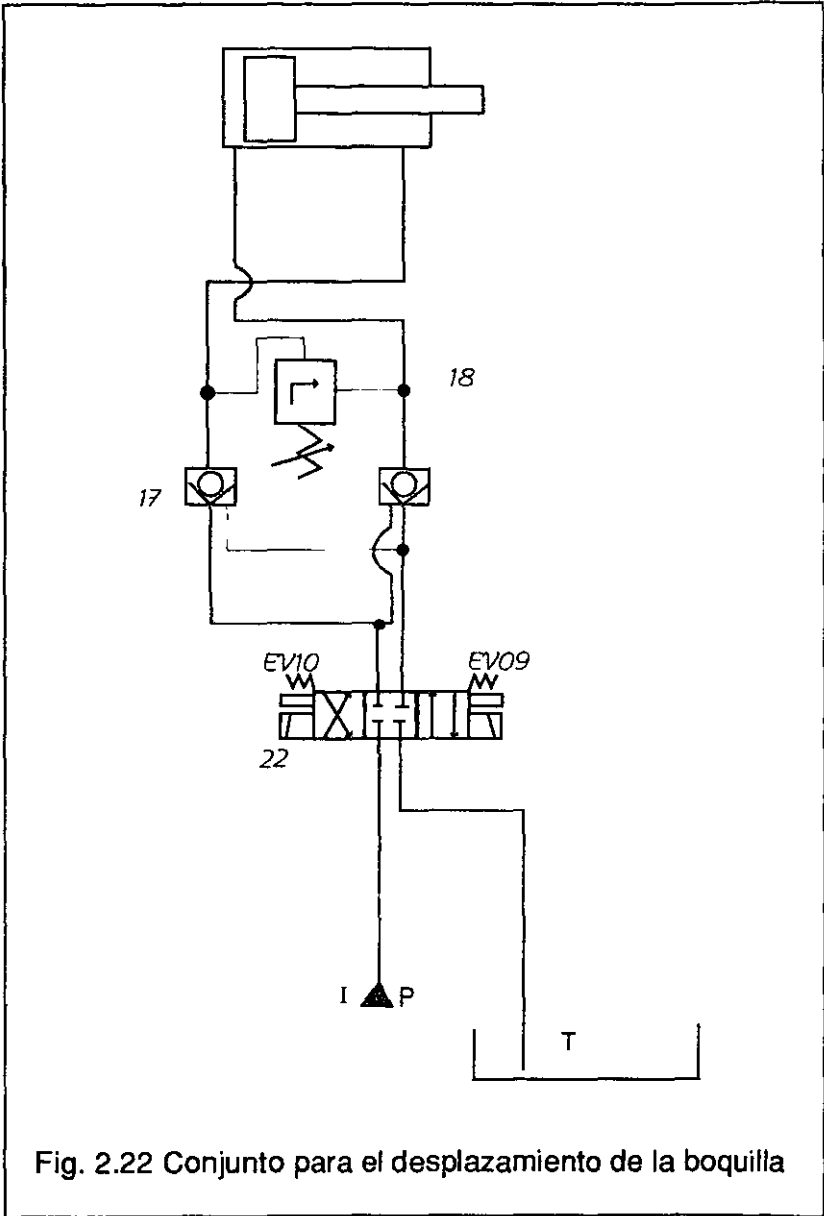


Fig. 2.22 Conjunto para el desplazamiento de la boquilla



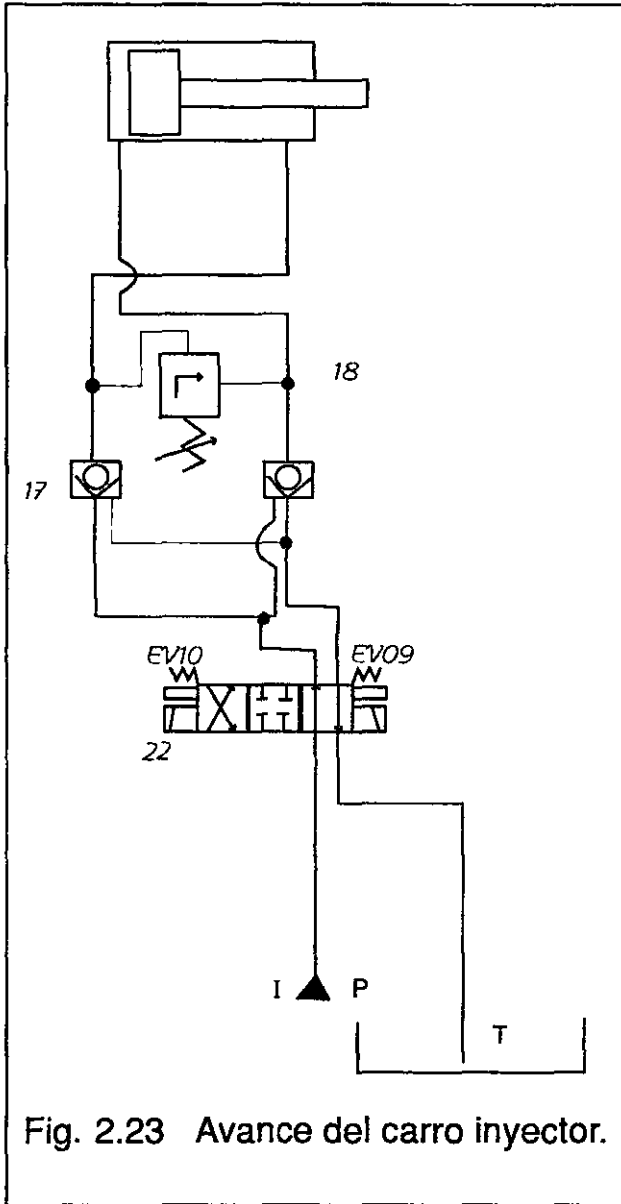


Fig. 2.23 Avance del carro inyector.

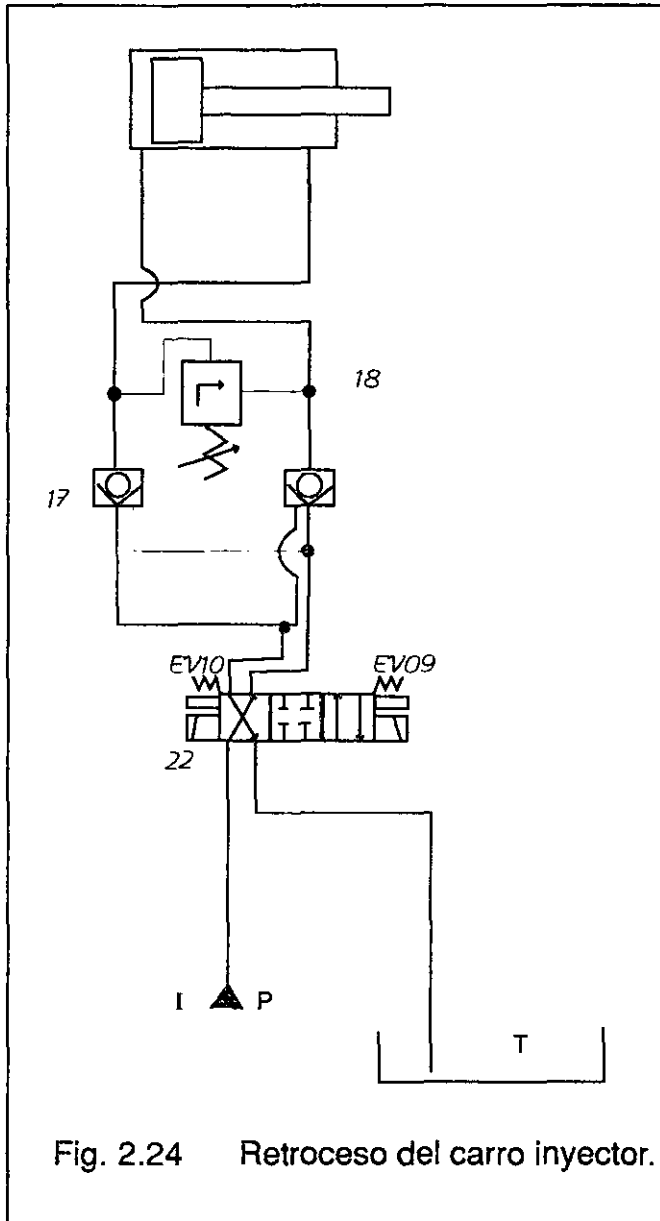


Fig. 2.24 Retroceso del carro inyector.

### 2.2.6. GRUPO DEL COMANDO DE MARTINETES LATERALES (D).

La Fig. 2.25 muestra el esquema hidráulico del grupo del comando de martinets laterales.

El grupo de martinets laterales está compuesto por:

- ◆ Martinete a doble efecto.

El martinete está conectado a la instalación mediante dos líneas, la de descarga y la de carga según la fase de funcionamiento.

- ◆ Una pareja de válvulas reguladoras de capacidad que actúan sobre cada línea.
- ◆ Una electroválvula seleccionadora (22) que permite la entrada del martinete bajo comando EV19 Fig. 2.26 y la salida del martinete bajo comando EV18 Fig. 2.27 .

### 2.2.7. GRUPO DEL COMANDO DEL EXTRACTOR HIDRAULICO (E).

La Fig. 2.28 muestra el esquema hidráulico del grupo del comando del extractor hidráulico.

El grupo del extractor hidráulico podría estar compuesto por:

- ◆ Un martinete a doble efecto.

El martinete está conectado a la instalación mediante dos líneas, de carga y descarga según las fases de funcionamiento.

- ◆ Una electroválvula seleccionadora (21) que permite la salida del extractor bajo el comando de la válvula EV14 Fig. 2.29 y la entrada del extractor bajo el comando de la EV15 Fig. 2.30 .

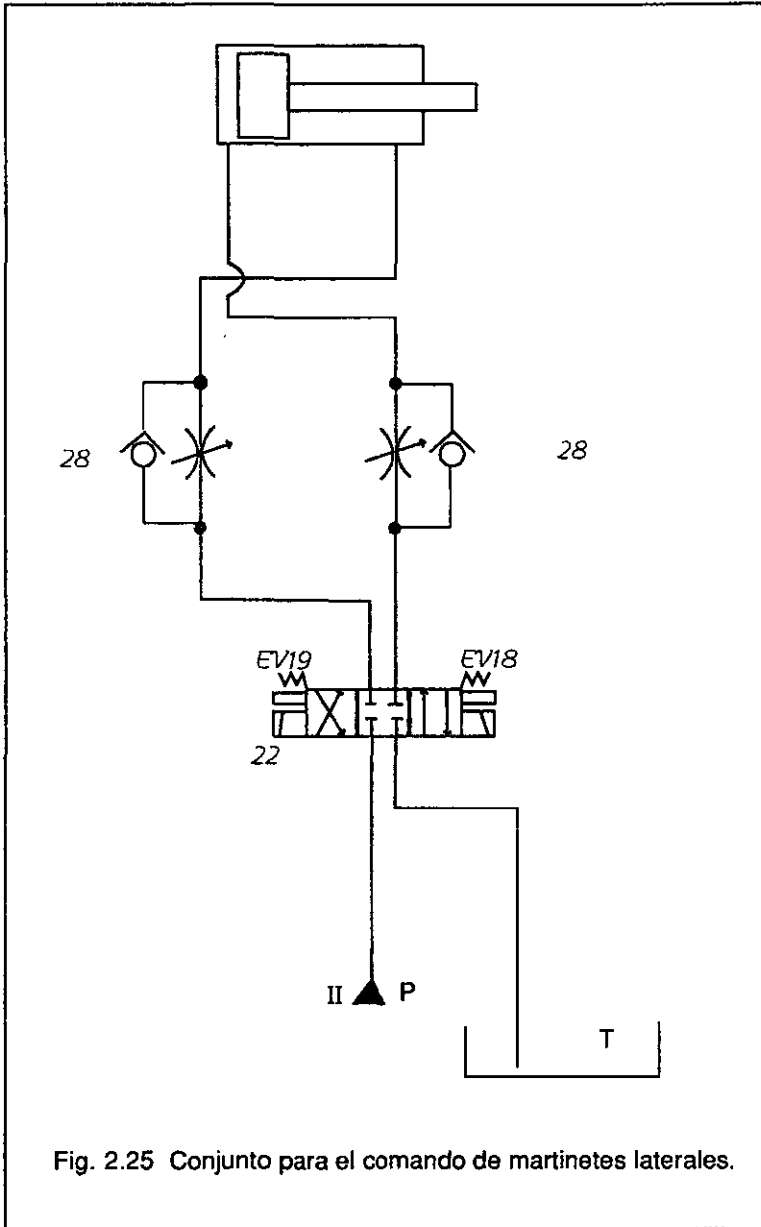


Fig. 2.25 Conjunto para el comando de martinetes laterales.

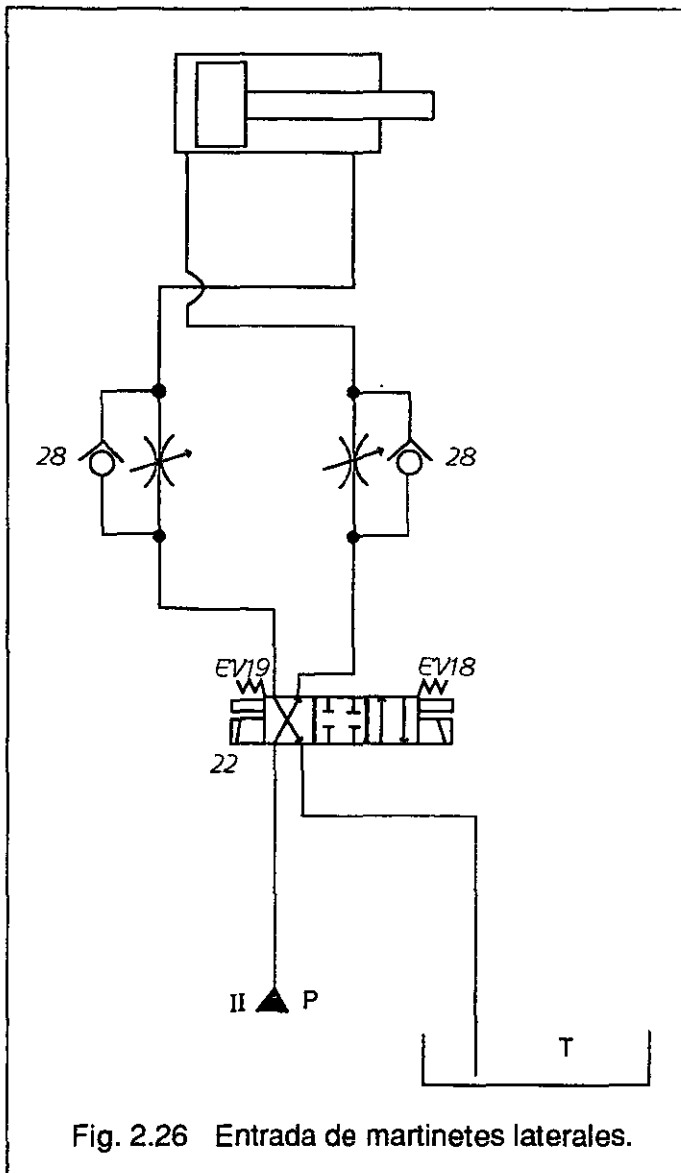


Fig. 2.26 Entrada de martinets laterales.

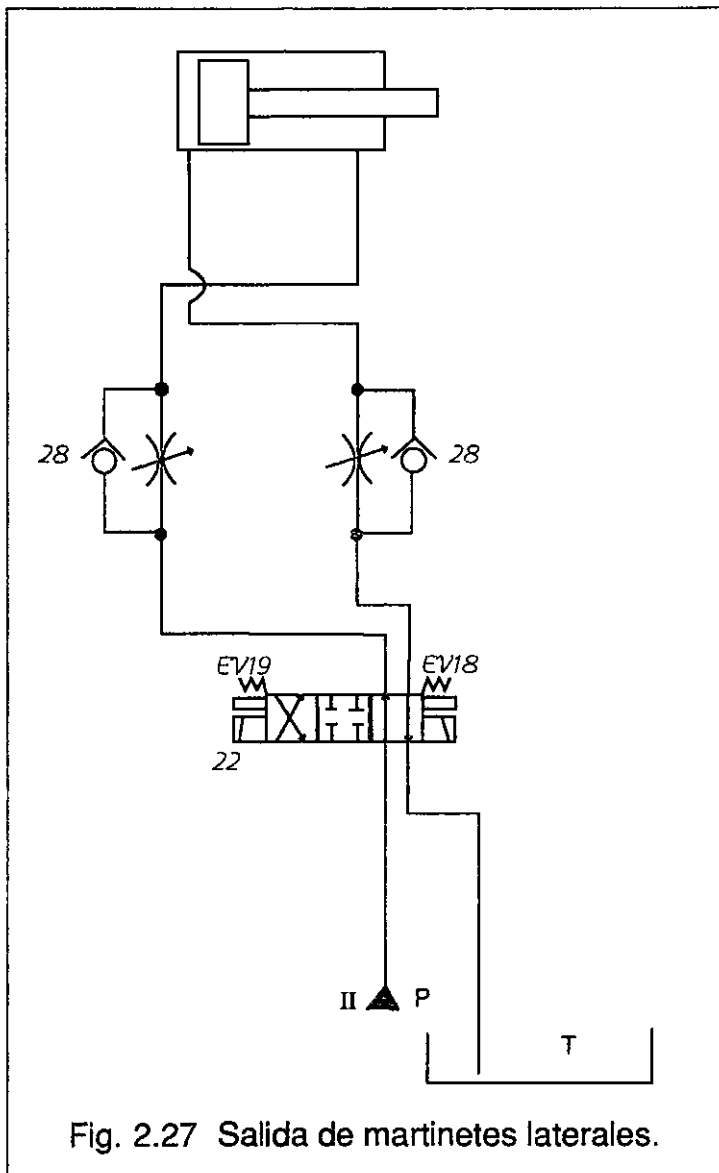


Fig. 2.27 Salida de martinetes laterales.

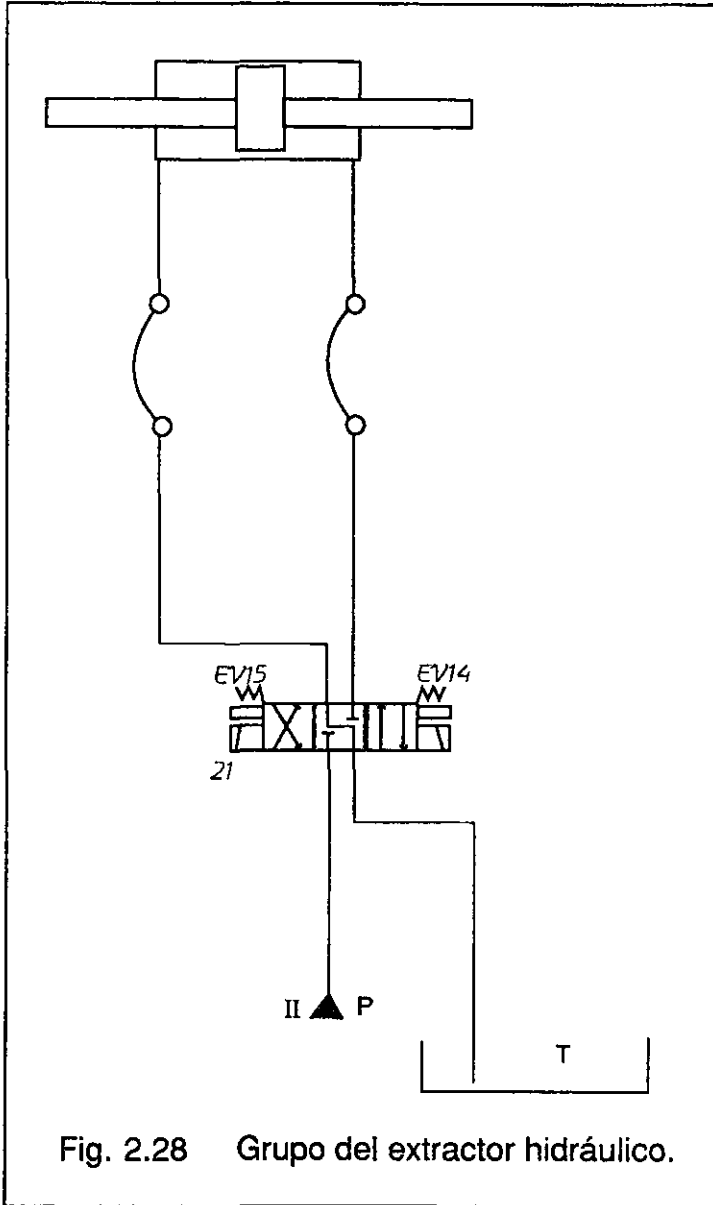


Fig. 2.28 Grupo del extractor hidráulico.

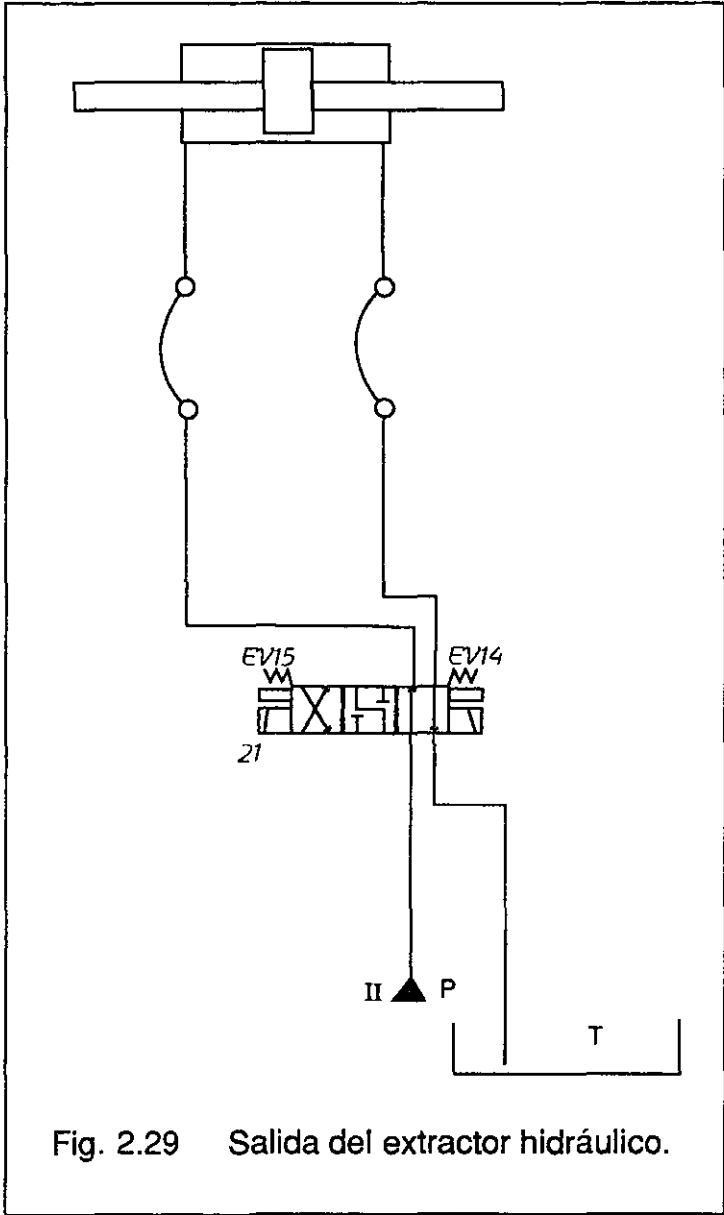


Fig. 2.29 Salida del extractor hidráulico.



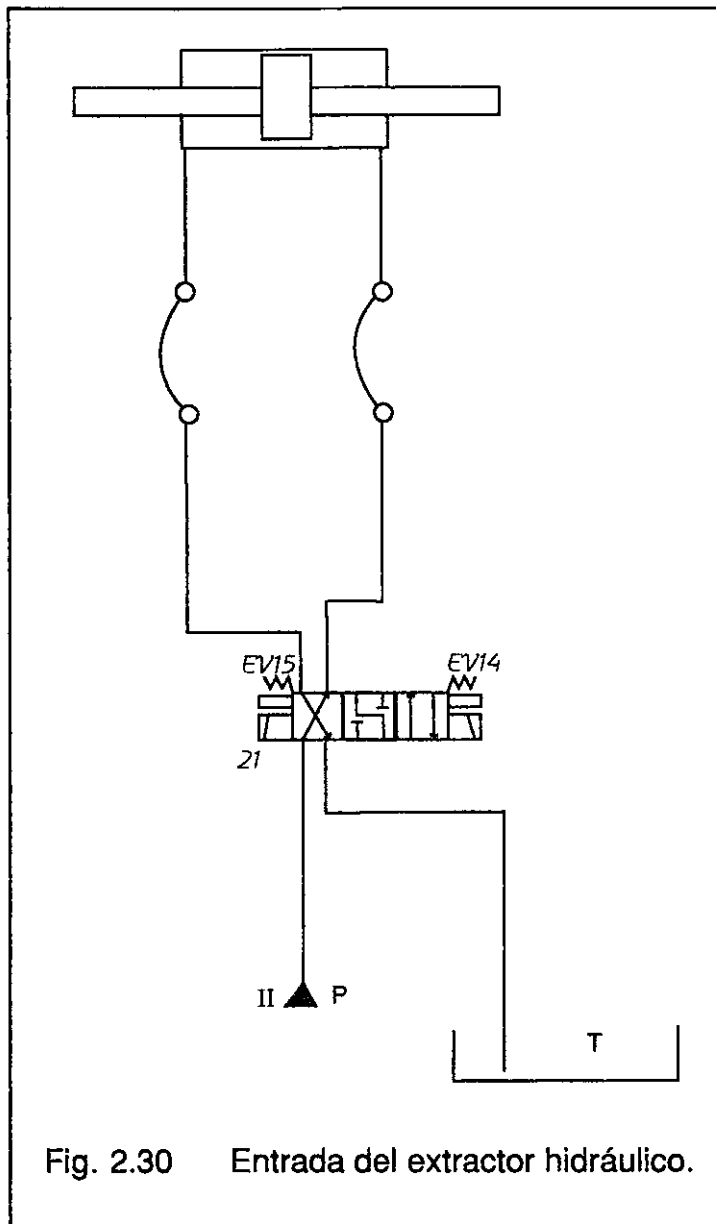


Fig. 2.30 Entrada del extractor hidráulico.

### 2.2.8. SEGURIDAD HIDRAULICA ANTI-INFORTUNIO DEL GRUPO DE CIERRE PROPORCIONAL DE MOLDES.

Para la seguridad anti-afortunio del grupo cierre de moldes, se ha previsto una válvula de seguridad (23) que manda en descarga el circuito cierre de moldes cuando la reja se abre impidiendo cualquier movimiento del grupo de cierre de moldes. La reja actúa directamente (mediante un excéntrico) sobre la válvula Fig. 2.31 .

### 2.2.9. MICROFILTRO.

El microfiltro es necesario para garantizar un buen funcionamiento de la electroválvula proporcional (27).

La capacidad de filtración es de 25 micras.

En el caso de atascamiento, se realiza un by-pass desde la válvula limitadora de presión ubicada en paralelo.

En estas condiciones, se activaría igualmente la alarma visual y sonora para filtro atascado.

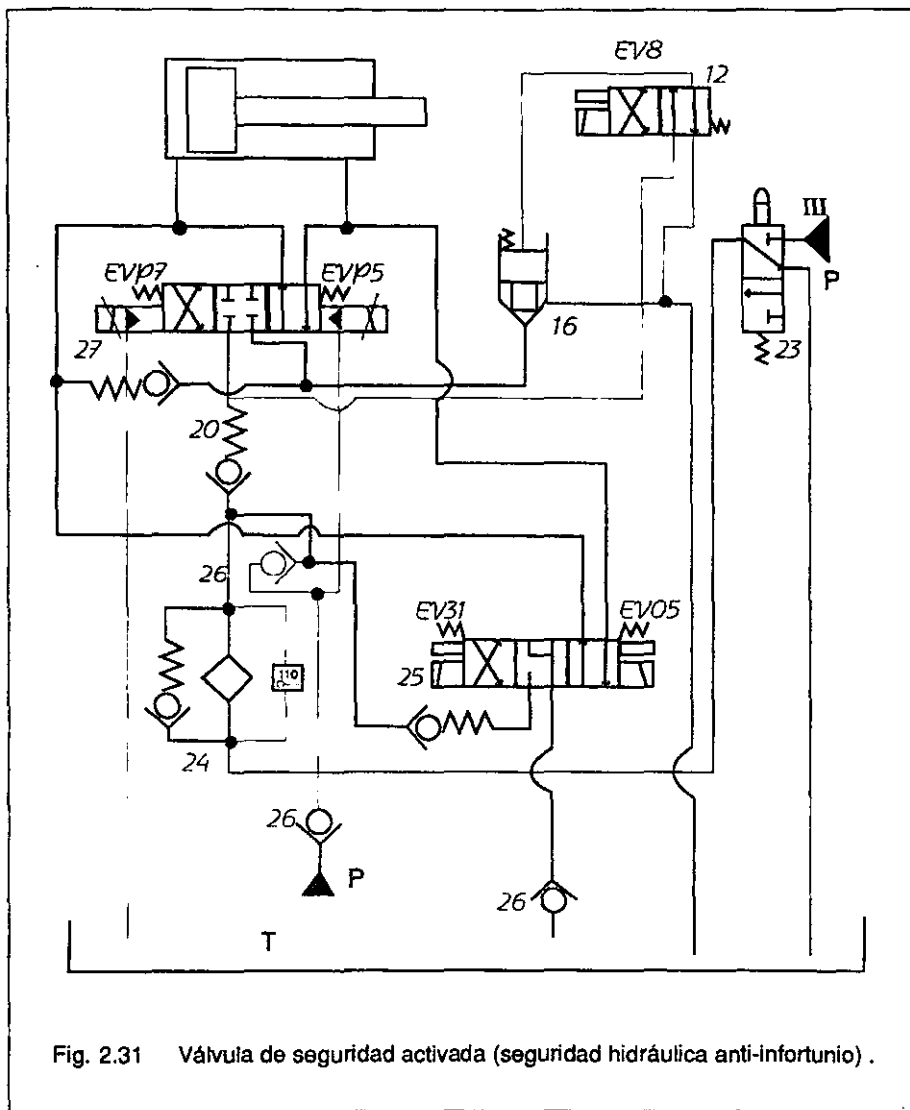


Fig. 2.31 Válvula de seguridad activada (seguridad hidráulica anti-infortunio).

### 2.3. BUSCA DE AVERIAS EN EL SISTEMA DE ACCIONAMIENTO OLEODINAMICO.

Como enseña la experiencia, hay que buscar la causa de la mayor parte de averías en un ensuciamiento del líquido hidráulico, por lo que se recomienda limpiar periódicamente toda la instalación, junto con un cambio de aceite. Al cargar de nuevo aceite hidráulico hay que cuidar de que el tipo de aceite utilizado responda a las recomendaciones del fabricante de la máquina y posea la viscosidad prescrita. Finalmente hay que comprobar que la etapa del recipiente de aceite esté correctamente colocada. El filtro de aire se fijará de nuevo de forma que no pueda penetrar en el tanque de aire no filtrado.

Las averías producidas se anuncian muchas veces por aumento de ruido de los elementos hidráulicos y por calentamiento de líquido. Si no se puede determinar la causa del defecto con la instalación en marcha, mediante el plano de circuitos hidráulicos es conveniente parar la máquina hasta que se enfríe la instalación. En una nueva puesta en marcha posterior es más fácil determinar el punto averiado ya que su temperatura aumentará probablemente primero en el punto averiado.

En el montaje de máquinas de inyección, nuevas o transportadas, con sistemas de accionamiento hidráulico es necesario un ajuste cuidadoso de los aparatos, como bombas, motores, cilindros y similares. Esto es especialmente válido para grandes máquinas con instalación productora de presión separada. Hay que tener en cuenta aquí las directrices dadas por el fabricante. Al construir los fundamentos no debe de olvidarse que una superficie de apoyo defectuosa o bien tornillos de fijación colocados o apretados irregularmente pueden producir una deformación de la máquina.

El nivel de aceite en el depósito se controlará diariamente, un consumo exagerado indica a tiempo la necesidad de cambiar juntas y similares. Al cargar aceite nuevo hay que dejar el elemento filtrante en la boca de carga, limpiar simultáneamente el filtro de aire en la boca de ventilación del recipiente de aceite. Los recipientes, embudos, bombas manuales y mangueras empleadas para la carga se deben guardar en donde quede exentas de polvo, para no exponerlos a ensuciamiento. En todos los trabajos efectuados en instalaciones hidráulicas hay que cuidar al máximo de la limpieza, tanto si se trata de carga de aceite, desmontaje de una válvula o sustitución de juntas.

- ◆ En la carga de acumuladores hay que cuidar de que la rosca de conexión no esté deformada ni sucia. Utilizar solamente aire comprimido o nitrógeno y una vez acabado el trabajo , proteger la rosca de posibles deterioros mediante una caperuza roscada. En caso de rotura súbita de un tubo o perforación de una junta, cerrar enseguida la válvula principal de bloqueo. Precaución al descargar aceite a presión de las instalaciones de acumulación, el potente chorro de un líquido que fluye a presión puede causar heridas.
  
- ◆ No debe sobrepasarse la presión de trabajo prescrita, para la cual está calculada y montada la instalación. Si no puede resolverse las tareas de producción con presiones normales, hay que agotar primero todas las demás posibilidades técnicas. No puede ignorarse el peligro que representa una manipulación con presiones inadmisiblemente altas para el personal de servicio.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

- ◆ Antes de desmontar elementos hidráulicos defectuosos es preciso descargar la presión y no emprender nunca el trabajo en instalaciones hidráulicas sin asegurarse antes de que la instalación no se encuentra bajo presión.
  
- ◆ Si la bomba produce demasiado ruido, la causa puede ser un bajo nivel de aceite en el tanque ya que la bomba aspira entonces aire. El aire aspirado e introducido en el sistema impide el funcionamiento de la instalación y debe eliminarse mediante ventilación.  
  
Si el caudal de la bomba es insuficiente hay que comprobar que el filtro de aspiración no está sucio.
  
- ✓ Para el buen rendimiento de instalaciones hidráulicas, el accionamiento de máquinas de inyección es precisa la utilización de elementos de mando de seguros. Los principales fabricantes de máquinas tienden a montar en sus productos elementos hidráulicos comerciales de fabricantes especializados cuya experiencia y condiciones de fabricación permiten la absoluta intercambiabilidad de las piezas.
  
- ✓ Como se ha estado mencionando, la temperatura del aceite tiene que mantenerse uniforme dentro del rango preestablecido. Para nuestro circuito hidráulico los rangos de temperatura serán ordinariamente entre 38 °C y 65 °C, siendo la temperatura óptima de 50 °C a 55 °C. Si la temperatura del aceite excede de 70 °C empiezan a presentarse problemas y los fallos catastróficos empiezan a aparecer alrededor de los 90 °C.

Al diseñar un circuito hidráulico debe de asegurarse que el sistema no se calentará excesivamente y tal seguridad es difícil de obtener debido a que el cálculo correcto de la disipación de calor es algo complicado y consume bastante tiempo.

Los efectos de un calentamiento excesivo de una instalación hidráulica son:

1. Componentes no metálicos.

Elementos tales como las juntas, mangueras y filtros no pueden aguantar una temperatura excesiva. Dichos elementos se rompen, hinchan y funden cuando se calientan demasiado.

2. Viscosidad.

Al aumentar la temperatura disminuye la viscosidad del aceite lo que afecta a la lubricación de las bombas, válvulas y demás componentes hidráulicos. Disminuye el rendimiento y la vida de la instalación y aumentan las fugas con la consiguiente disminución de velocidad de los actuadores.

3. Estabilidad química.

Los fluidos hidráulicos se descomponen a temperaturas elevadas y depositan pozos sobre las superficies que presentan calentamiento local muy elevado. Ello produce obturación de orificios pequeños e interferencias con movimientos mecánicos, por ejemplo las correderas de los distribuidores.

#### 4. Holguras.

Las dilataciones y contracciones de distintos materiales pueden originar agarrotamientos y escoriaduras de las piezas móviles.

#### 5. Pérdida de potencia.

La disminución de viscosidad del aceite origina una pérdida de potencia debida al aumento de la fricción entre las piezas móviles y las fugas.

#### 6. Aditivos del aceite.

Al aumentar excesivamente la temperatura del aceite los aditivos se descomponen y pierden sus propiedades lo que origina la deterioración general de la instalación.

#### 7. Seguridad del personal.

El aceite a temperatura muy elevada origina quemaduras.



### 3.-PLANIFICACION DEL MANTENIMIENTO.

El mantenimiento es un eslabón importantante en la cadena productiva cuando los frutos que da a la organización son la seguridad de las personas y la continuidad de la producción. Esta continuidad siempre se enfrentará a la calidad del producto y a la velocidad de producción. Es aquí en donde el ingeniero de mantenimiento necesitará bases sólidas, primero de la parte técnica de la máquina y después un sistema que permita alcanzar los objetivos de producción a el menor costo posible.

Este capítulo es un caso práctico de la organización de un departamento de mantenimiento, en donde surge la necesidad de mejorar e integrarse como área productiva. Con la planeación se desarrollarán los formatos de mantenimiento para que después pasemos al control que garantizará la seguridad del personal y la continuidad de la producción.

#### 3.1. ORGANIZACION.

##### 3.1.1. Objetivos.

Antes de definir los objetivos y sin entrar en ningún concepto filosófico tendremos que definir hacia donde debemos dirigir nuestro esfuerzo. El punto final de ese esfuerzo se llamará "META".

La META es "generar utilidades para la empresa".

Los objetivos son los principios de la función de mantenimiento que llevarán a conseguir la meta y son los siguientes:

1. Mantener un equipo seguro para la gente.
2. Maximizar la disponibilidad de maquinaria y equipo para la producción.
3. Preservar el valor de la maquinaria y las instalaciones.
4. Conseguir los objetivos de la Administración en la forma más económica posible.

Para cumplir nuestros objetivos se fijaron los siguientes principios:

- ◆ Mantenimiento preventivo.
- ◆ Equipo de seguridad de los trabajadores.
- ◆ Capacitación constante y efectiva.
- ◆ Comunicación y disciplina de planeación.
- ◆ Costos reales.
- ◆ Seguimiento.
- ◆ Disponibilidad de personal, herramientas y refacciones.
- ◆ Controles claros y suficientes.

### 3.1.2 La función de mantenimiento.

Es de importancia para cualquier organización describir claramente las funciones y especificaciones de cada puesto a fin de que cada persona sepa cual es su trabajo y que es lo que se espera de este. La siguiente lista de funciones generales engloban a todo el departamento de mantenimiento posible con la finalidad de ver el contexto dentro del cual se encuentra la parte oleodinámica de la máquina de inyección. Tomemos en cuenta lo poco práctico de tener una persona solamente para mantener la parte oleodinámica de las máquinas de inyección.

Las funciones generales son:

- ◆ Selección y capacitación de personal.

- ◆ Programar y planear las labores de mantenimiento.
- ◆ Conservar, reparar y revisar maquinaria y equipo de mantenimiento.
- ◆ Conservar y reparar instalaciones, mobiliario, equipos de oficina.
- ◆ Instalar, redistribuir o retirar maquinaria y equipo, para facilitar la producción.
- ◆ Revisar las especificaciones de maquinaria nueva con el fin de que cumplan los parámetros de compra.
- ◆ Escoger y aplicar, en los plazos requeridos, los lubricantes necesarios para la maquinaria y equipo.
- ◆ Iniciar y sostener los programas de conservación para la adecuada utilización de aceites y grasas lubricantes y aceites hidráulicos.
- ◆ Proporcionar servicio general de limpieza a toda la maquinaria y equipo.
- ◆ Proporcionar servicio de aseo a pisos y sanitarios de toda la fábrica.
- ◆ Juntar, seleccionar y deshacerse de desperdicios, combustibles, metales y material que pueda volverse a utilizar.
- ◆ Preparar estadísticas para su incorporación a los procedimientos y normas de mantenimiento.
- ◆ Solicitar herramientas, accesorios, piezas especiales de repuesto para máquinas y, en fin, todo el equipo necesario para efectuar con éxito la función de mantenimiento.
- ◆ Preparar solicitudes de piezas de repuesto, y controlar el programa de conservación de partes de repuesto.
- ◆ Cerciorarse de que los inventarios de piezas de reserva, accesorios de mantenimiento y partes especiales sean conservados en un nivel óptimo.
- ◆ Conservar en buen estado los dispositivos de seguridad y cuidar de que se observen las normas de seguridad.

- ◆ “Generar confianza” es la función más importante del mantenimiento.

### 3.1.3 Comunicación.

“Si el flujo de información no constituye un enlace en el conjunto de finalidades de la organización, solo podrá calificarse de ruido que obstruye los canales”..

El flujo de la comunicación corre en dos sentidos dentro del organigrama, vertical y horizontal.

Será vertical abajo en forma de órdenes, políticas, procedimientos, etc., esta la utilizaremos para motivar, y hacer actúen los empleados.

La vertical hacia arriba asume el carácter de informes, que exponen el adelanto de actividades o actos relacionados con el trabajo de los subalternos.

La comunicación horizontal, indispensable para el correcto funcionamiento de la organización, tiene que ver con el traspaso de información entre el personal o departamentos de un mismo nivel.

**Si no hay comunicación no habrá nada, no sucederán acciones.**

### 3.1.4 Sistema de mantenimiento.

El trámite administrativo es un flujo de información que coincide con el plan operativo del departamento. El sistema se pretende sencillo y práctico.

#### 3.1.4.1 Clasificación del trabajo de mantenimiento.

Se realizó una clasificación para distinguir las diferentes actividades que realiza el equipo de mantenimiento con el fin de dar mayor entendimiento a las situaciones que se pudieran presentar.

**1.- Mantenimiento preventivo** es aquel que se encuentra dentro de un programa.

- Inspeccionar y ajustar.
- Aceitar, engrasar o limpiar.
- Sustituir las partes desgastadas o estropeadas y efectuar reparaciones menores que resulten del mantenimiento preventivo.
- Limpiar.

**2.- Mantenimiento correctivo** es aquel que ocurre de imprevisto.

- De urgencia.

**3.- Modificaciones** consecuencia de un estudio previo y es programado alterando el diseño original.

- Modificación a la máquina o al equipo que signifique seguridad o mejora.
- Instalación de un nuevo equipo.

Con esta clasificación podremos diferenciar en que tipo de mantenimiento estamos incurriendo con mayor frecuencia, a que costo y cuáles son sus implicaciones para la toma de decisiones.

#### 3.1.4.2 Ordenes de trabajo.

Las solicitudes de mantenimiento son un requisito indispensable para efectuar cualquier tipo de trabajo, así sea el trabajo pequeño o grande. Siendo prácticos lo que lo diferenciara para la respuesta rápida es la jerarquía de autorización que veremos más adelante.

Es importante el llenado de la orden de trabajo y se exponen las razones principales.

- ◆ Costos. Siempre necesitamos saber el tiempo empleado, principalmente porque significa un paro de máquina en donde no tenemos producción y este sobre todo no ha sido programado. Información de las refacciones utilizadas.
- ◆ Control de la gente de mantenimiento. Seremos realistas y podremos definir a la gente de mantenimiento como aquellas personas que difícilmente tendrán una medida de tiempo para cualquier reparación, el método que empleará un buen supervisor es ver las órdenes de trabajo y saber si lo realizado está dentro de lo correcto.
- ◆ Historial de la máquina. Análisis y estudio estadístico de costos y vida que nos ayuden a definir los puntos a ver en el procedimiento de preventivos.

Podrán existir más razones pero considero a estas las de mayor peso y nos garantizarán el éxito.

La orden de trabajo que propongo contendrá los siguientes elementos ver la Fig. 3.1 :

- a).- Folio. La secuencia de órdenes nos ayuda a localizar con facilidad alguna reparación.
- b).- Fecha, hora, del departamento emisor.
- c).- Mantenimiento correctivo o preventivo o modificación.
- d).- Fecha de la realización del mantenimiento dada por el departamento receptor.
- e).- Máquina inyectora No.
- f).- Descripción de la falla que presenta.
- g).- Entrega del emisor de la orden de trabajo.
- h).- Recibe la orden con fecha y hora el receptor (mantenimiento) de acuerdo a los lineamientos que se analizarán más adelante.
- i).- Asignación. El supervisor revisará el cumplimiento y el total de horas empleadas en la realización del trabajo.

j).- Trabajo efectuado. Descripción completa de la solución del problema.

k).- Observaciones de situaciones extraordinarias como por ejemplo una reparación correctiva futura.

l).- La cantidad de refacciones utilizadas y si es posible los códigos del almacén que nos integrarían a un sistema de costos.

m).- Entrega de trabajo se sitúa en un elemento fundamental de calidad dentro del departamento de mantenimiento pero debe quedar claro, quien recibe no sabe si está bien o no, todo queda como comúnmente se dice; a la “garantía” que mantenimiento ofrece. Como lo mencionamos antes es cuestión de “confianza”.

n).- La recepción es conveniente que la realice el supervisor del departamento emisor y anotará fecha y hora de esta.

Para ayudar al control se hará la siguiente consideración, el tiempo de mantenimiento inicia cuando se recibe (mantenimiento) hasta que recibe el trabajo el emisor, el conteo del tiempo se expresará en horas de producción. Por ejemplo; el supervisor recibe la orden a las 18:00 hrs del día 1° de marzo y la entrega a las 10:00 hrs del día 2 de marzo. La máquina debe trabajar 24 horas diarias. 7 días a la semana. La pregunta es ¿cuántas horas estuvo en mantenimiento?.

La primera consideración es que la máquina no debería de parar y todo es tiempo productivo. Entonces haciendo una diferencia sabemos que fueron 16 horas.

Esta forma de control variará según las políticas de costos en cada compañía.

#### 3.1.4.3 Procedimiento de aprobación.

Es importante tener una tabla de jerarquización para agilizar las autorizaciones y tener un tiempo de respuesta inmediato de mantenimiento.

# ORDEN DE TRABAJO

folio 00000

emisor:		fecha:	hora:	
mantenimiento:	preventivo	correctivo	modificación	
máquina de inyección No.				
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA				
recibe mantenimiento:		fecha:	hora:	
asignaciones:	inició	terminó	total	
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO EFECTUADO				
OBSERVACIONES				
refacciones	código	cantidad	costo	
			unidad	total
entrega de mantenimiento:		fecha:	hora:	
recibe emisor:		fecha:	hora:	
HORAS TOTALES DE MANTENIMIENTO:				

Fig. 3.1 Formato de orden de trabajo



<b>Puesto que autoriza</b>	<b>Tipo de mantenimiento</b>	<b>Solicitado por:</b>	<b>Observaciones</b>
<i>Cualquier empleado</i>	<i>emergencia</i>	<i>Supervisor</i>	<i>Verbal y después solicitud escrita</i>
<i>Supervisor de mantenimiento</i>	<i>Reparaciones menores de rutina y ajustes</i>	<i>Supervisor</i>	<i>Autorizado con orden rutinaria</i>
<i>Control de mantenimiento o más alto</i>	<i>Reparaciones, salvo rutina menor</i>	<i>Supervisor</i>	<i>Autorizado con orden de trabajo, estudiando los tiempos y reportando los repuestos utilizados</i>
<i>Jefe de mantenimiento o más alto</i>	<i>Proyectos, modificaciones, reparación mayor, redistribución, nuevas construcciones menores</i>	<i>Jefe de área</i>	<i>Amparado con órdenes de trabajo</i>
<i>Gerente de producción o más alto</i>	<i>Cambios grandes, nueva construcción y gastos de capital</i>	<i>Jefe de área</i>	<i>Proyecto amparado con un análisis o estudio.</i>

Los límites de autoridad y el monto de los gastos que influyan en el nivel de autorización aquí presentados se dejan a consideración de las políticas que indiquen la dirección.

3.1.4.4 Procedimiento de empleo de las órdenes de trabajo dentro del departamento de mantenimiento.

3.1.4.4.1 Ordenes de trabajo fijas para mantenimiento preventivo.

- ◆ Las órdenes de trabajo fijas, que ampara el tiempo empleado en las inspecciones del mantenimiento preventivo, deben ser expedidas el día primero de cada mes

dirigidas al coordinador de programación de la producción, a las áreas involucradas se les hará llegar una copia autorizada.

- ◆ Cada semana el coordinador de mantenimiento debe proporcionar listas de comprobación de mantenimiento preventivo, especificando las inspecciones requeridas en toda la fábrica durante la siguiente semana.
- ◆ El original de la orden de trabajo, junto con las formas de comprobación, serán enviadas por el coordinador de mantenimiento preventivo al supervisor de área de mantenimiento.
- ◆ Al terminarse las inspecciones o al final del turno de trabajo, el técnico de mantenimiento escribirá su nombre y las horas laboradas en la orden de trabajo, poniendo esta y la lista de comprobación en el casillero de tareas completas o no completas, según sea el caso.
- ◆ El supervisor de mantenimiento utilizará el original de la orden de trabajo para encomendar la siguiente inspección preventiva. Si la orden fuera insuficiente se procederá a llenar otra según sea necesario para las inspecciones programadas.

#### 3.1.4.4.2 Reparaciones.

- ◆ Todo que hacer de reparación, incluyendo las emergencias, se autorizará mediante una solicitud de mantenimiento separada, o por una orden de trabajo expedida por el supervisor responsable.
- ◆ La solicitud o la orden de trabajo que ampare toda clase de reparaciones, salvo emergencias, será el documento en que se base el supervisor de mantenimiento para encomendar la tarea.
- ◆ El personal de mantenimiento anotará en el original de la orden de trabajo el tiempo laborado y los detalles del trabajo efectuado que no aparezcan en las

instrucciones de trabajo. Este original se colocará en el casillero de trabajo terminado o en el de trabajo no terminado según sea el caso al final de cada turno.

#### 3.1.4.4.3 Modificaciones

- a) Las órdenes para esta clase de trabajo serán expedidas por el supervisor responsable, y en ellas se anotarán los costos originados
- b) El supervisor de mantenimiento utilizará el original de la orden de trabajo correspondiente, a efecto de que sirva de base y autorización para la expedición de órdenes complementarias, cuando esto sea necesario, para correlacionar y encomendar tareas y para proporcionar espacio para anotar las horas laboradas.
- c) El personal de mantenimiento utilizará el original de la orden de trabajo primaria o de la complementaria, para registrar el tiempo (horas) laboradas cada día.
- d) Al completarse la tarea o al final del turno, el personal de mantenimiento colocará la orden de trabajo en el casillero que corresponda de tareas terminadas o no terminadas.

#### 3.1.4.5 Informes a la administración.

El comunicar de un modo preciso acerca del tiempo ocupado y los repuestos utilizados en el trabajo de mantenimiento es indispensable si se quiere que tengan sentido y utilidad los informes de costo y producción que nos da el sistema de mantenimiento preventivo.

El principal elemento de recolección de información es la orden de trabajo y como se vio anteriormente lleva información valiosa de tiempo, refacciones y al equipo que se le dio, acumulando histórico de cada inyectora.

En la Fig. 3.2 se describe el flujo de información de la orden de trabajo y los reportes que obtenemos cuando la información es verdadera.

### 3.1.5 Elementos oleodinámicos que tendrá mantenimiento.

Se enlistarán los elementos que recibirán mantenimiento

- a) Pistones de acercamiento.
- b) Pistón de inyección
- c) Motor hidráulico de inyección.
- d) Pistón de cierre.
- e) Electroválvulas.
- f) Válvula Mog.
- g) Mangueras.
- h) Tubería.
- i) Tanque de aceite hidráulico.
- j) Manómetros.

## DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS ORDENES DE TRABAJO

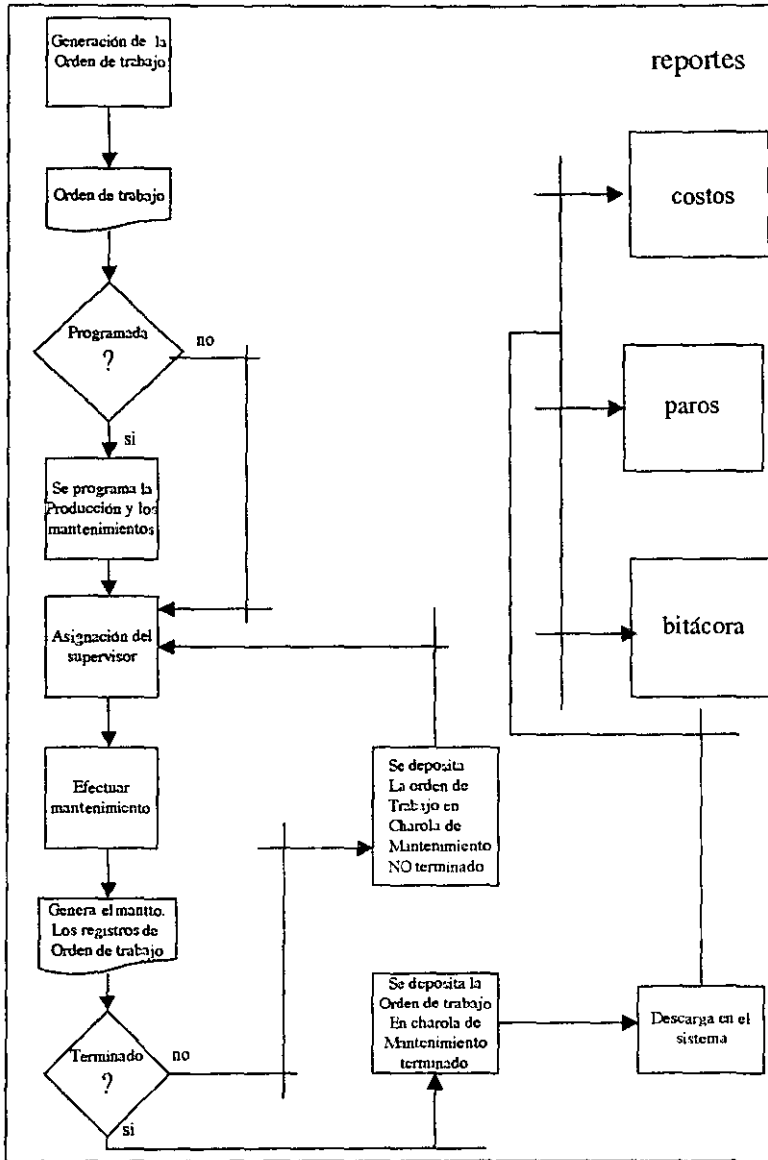


Fig. 3.2 Flujo de las Ordenes de Trabajo

## 3.2. PLANEACION

### 3.2.1. Objetivos del programa.

El mantenimiento preventivo es:

**“La conservación planeada de fábrica y equipo , resultado de inspecciones periódicas que descubren condiciones defectuosas”**

Como área productiva su finalidad es:

**“Tender a cero las interrupciones, garantizar producción de calidad y eliminar una depreciación excesiva”.**

El programa incluirá:

- ❑ Inspección periódica de las instalaciones y equipo para descubrir situaciones que puedan originar fallas o una depreciación perjudicial.
- ❑ El mantenimiento necesario y calculado para solucionar las situaciones peligrosas antes de que lleguen a ser de gravedad.

El mantenimiento preventivo tendrá que ser siempre la parte que ocupe más tiempo en los quehaceres del departamento de mantenimiento. Siguiendo este principio se puede tomar una meta inicial de 70% preventivo y 30% correctivo. Cada empresa y cada máquina tendrán sus políticas y sus frecuencias que se analizan con la experiencia en el tiempo y tendrán que determinar que porcentaje de preventivo es lo mejor para cada empresa por que va a estar en función del costo.

Se sabe de antemano que la finalidad del mantenimiento preventivo es bajar costos, lo cual se asumirá de la siguiente forma:

1. Menor tiempo perdido por paros no programados (urgencias).
2. Mejor conservación y duración de las máquinas y equipos, para que la reposición sea en su tiempo calculado cuando menos.
3. Menor costo por concepto de horas extraordinarias de mantenimiento y en ocasiones de producción.
4. Menos reparaciones mayores.
5. Reducción de averías en cadena que genera un costo mayor.
6. Cero rechazos, debidos al mal funcionamiento de la parte oleodinámica.
7. Reemplazo de refacciones de una forma objetiva producto del análisis continuo.
8. Punto de partida para la reposición de la máquina de inyección.
9. Cuidado del molde de inyección.
10. Mejores condiciones de seguridad.

### 3.2.2. Examen de maquinaria y equipo.

Antes de arrancar el mantenimiento preventivo será necesario tener máquinas regulares que no distraigan la atención del mantenimiento preventivo.

Primero, cuando la maquinaria es usada y en mal estado se tendrá que realizar un mantenimiento correctivo total, y entonces podemos iniciar con el preventivo.

Cuando la maquina de inyección es nueva, el fabricante debe proporcionar el manual en donde recomienda que mantenimiento se debe dar y su frecuencia, normalmente al principio solo aparecen fallas menores, es lógico porque todas las partes son nuevas, pero el tener el preventivo ayudará a que el desgaste sea normal.

La Fig. 3.3 muestra la tendencia que se debe seguir, es el punto más bajo del costo total, y la forma de lograrlo es disminuyendo los tiempos de paro de la producción debido a la máquina de inyección.

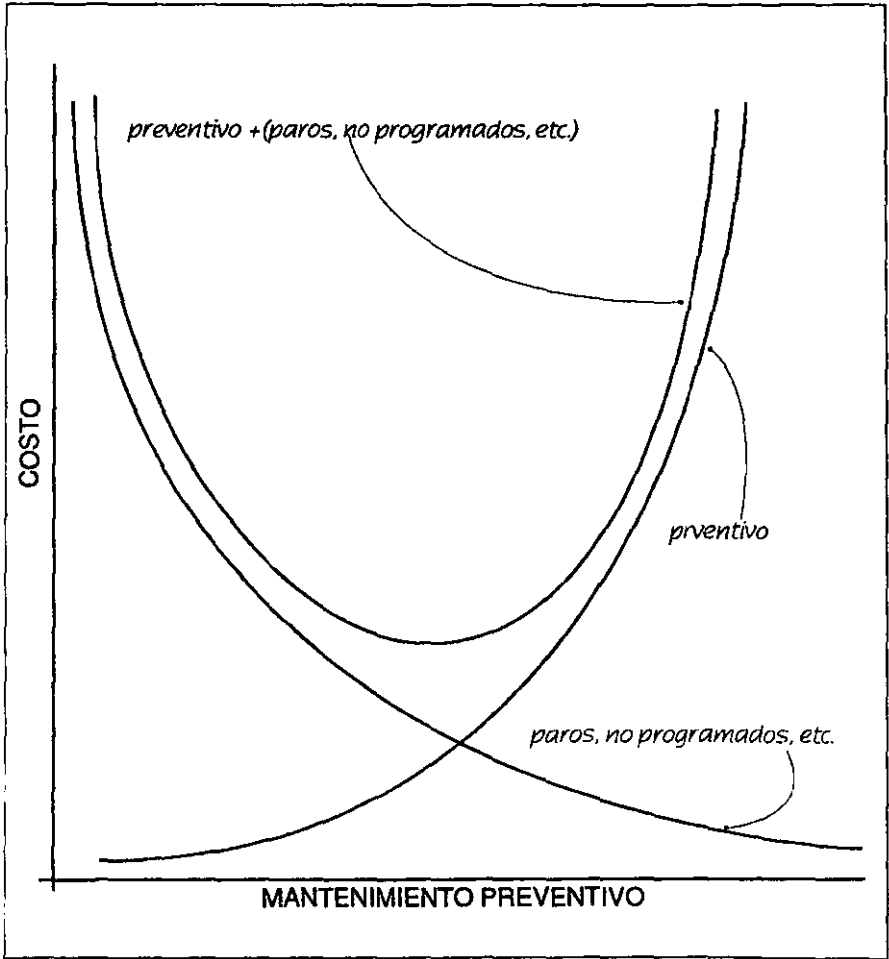


Fig. 3.3 Area de máximo beneficio económico



### 3.2.3. Programa Maestro.

Los principios básicos de nuestra programación son:

- a) Los programas se basarán en lo más probable que suceda, nunca será en lo que quisiéramos que sucediera.
- b) Se pueden hacer cambios al programa.
- c) El programa es un medio para conseguir un fin, y no un fin en si mismo.
- d) Los plazos de entrega prometidos deben incluir un margen de tiempo para conseguir material o refacciones, efectuar trámites y planear máquinas y mano de obra
- e) Los registros de cargas de trabajo o acumulación de órdenes de pendientes correspondientes a máquinas, departamentos o grupos de personal, tienen que comprender el mínimo de detalles necesarios para predecir entregas y suministrar un plan de acción.
- f) Materiales, herramientas, personal y accesorios, tienen que hallarse oportunamente en cada uno de los puntos de control.
- g) Todo programa tiene que fundarse en un estudio del costo más bajo y de la fecha de entrega.

La estructura del mantenimiento será la siguiente

2. Grupo de inyección.
3. Grupo de cierre.
4. Sistema oleodinámico.
5. Periféricos.

### 3.2.3.1. Hojas de mantenimiento preventivo.

Las hojas de mantenimiento preventivo son las actividades que se tienen que llevar a cabo durante el mantenimiento preventivo, son enunciativas no limitativas.

Existen dentro del programa 4 tipos de mantenimiento, uno diario, mensual, trimestral y anual. Las hojas están hechas una para cada tipo de mantenimiento.

Al igual que la orden de trabajo es un elemento indispensable para tener un control de la gente y asegurar que se realizó el mantenimiento, registro del tiempo también.

Los elementos que contienen todas las hojas son:

- 1.- Fecha de programación.
- 2.- Tipo de Mantenimiento.
- 3.- Lista de actividades.
- 4.- Fecha de inicio del mantenimiento autorizado por el supervisor de mantenimiento.
- 5.- Autorización del área de logística.
- 6.- Fecha de término del mantenimiento firmada por el supervisor de producción.
- 7.- Firmas de efectuado de los técnicos de mantenimiento.
- 8.- VoBo del Gerente del área de mantenimiento.

No se dejan áreas de observaciones y trabajo realizado porque se recordará que el procedimiento dice que para cualquier paro de máquina se tiene que hacer una orden de trabajo y es de ahí de donde se tomarán los datos de control (refacciones, tiempo, costos e historial).

Las Fig.'s 3.4 , 3.5 , 3.6 y 3.7 son las hojas de mantenimiento preventivo oleodinámico correspondientes a cada tipo de mantenimiento.

FECHA: 

<b>REVISION DIARIA DE MANTENIMIENTO OLEODINAMICO.</b>
---

máquina	nivel de aceite	seguridad hidráulica	filtro limpio	manómetro	No fugas de aceite	revisión visual	observaciones	revisó
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

VoBo supervisor de mantenimiento
----------------------------------

VoBo supervisor de producción
-------------------------------

Fig. 3.4 Formato de mantenimiento preventivo diario

**MANTENIMIENTO MENSUAL OLEODINAMICO**

máquina:	fecha de programación:
	horas programadas:

VoBo Logística	VoBo Mantenimiento
Enterado producción	

Fecha y hora de entrega de la máquina:

	actividades	observaciones	realizó
1	Limpieza general de la máq.		
2	Nivel de aceite		
3	Limpieza de filtros		
4	Corrección de fugas		
5	Prueba de las seguridades		
6	Funcionamiento de manómetros		
7	Temperatura del motor hidr.		
8	Acercamiento del gpo. Inyecc.		
9	Cierre del molde		
10	Pistón de inyección		

Fecha y hora de recibido de la máquina:

VoBo supervisor producción	VoBo supervisor de mantenimiento
----------------------------	----------------------------------

**Fig. 3.5 Formato para el mantenimiento mensual**

**MANTENIMIENTO TRIMESTRAL OLEODINAMICO**

máquina:	fecha de programación:
	horas programadas:

VoBo Logística	VoBo Mantenimiento
Enterado producción	

Fecha y hora de entrega de la máquina:

	actividades	observaciones	realizó
1	Limpieza general de la máq.		
2	Nivel de aceite		
3	Cambio de filtros		
4	Corrección de fugas		
5	Prueba de las seguridades		
6	Funcionamiento de manómetros		
7	Temperatura del motor hidr.		
8	Acercamiento del gpo. Inyecc.		
9	Cierre del molde		
10	Pistón de inyección		
11	Limpieza de válvulas propor.		

Fecha y hora de recibido de la máquina:

VoBo supervisor producción	VoBo supervisor de mantenimiento
----------------------------	----------------------------------

**Fig. 3.6 Formato para el mantenimiento trimestral**

**MANTENIMIENTO ANUAL OLEODINAMICO**

máquina:	fecha de programación:
	horas programadas:

VoBo Logística	VoBo Mantenimiento
Enterado producción	

Fecha y hora de entrega de la máquina:

	actividades	observaciones	realizó
1	Limpieza general de la máq.		
2	Cambio de aceite		
3	Cambio de filtros		
4	Corrección de fugas		
5	Prueba de las seguridades		
6	Funcionamiento de manómetros		
7	Temperatura del motor hidr.		
8	Acercamiento del gpo. Inyecc.		
9	Cierre del molde		
10	Pistón de inyección		
11	Limpieza de válvulas propor.		
12	Calibración electoválvulas		

Fecha y hora de recibido de la máquina:

VoBo supervisor producción	VoBo supervisor de mantenimiento
----------------------------	----------------------------------

Fig. 3.7 Formato para el mantenimiento anual

### 3.3.2.2. Calendario de mantenimiento.

Normalmente los manuales presentan en horas de uso de la máquina de inyección sus programas de mantenimiento, por motivos prácticos se utilizará un calendario en días. El calendario que se presenta a continuación es un ejemplo para 10 máquinas de inyección, en donde se observa que las máquinas trabajan 24 horas, 7 días a la semana, para facilitar el cálculo de la traducción de horas.

Un calendario debe contener:

- ◆ Fecha de emisión.
- ◆ Lista de máquinas y equipo a mantener.
- ◆ Periodo que ampara el programa. Cuando es el maestro debe ser anual para que ayude a visualizar el presupuesto.
- ◆ VoBo. del gerente de mantenimiento.
- ◆ VoBo. del gerente de logística.
- ◆ Indicar claramente en el calendario que tipo de mantenimiento se está programando.

Como se mencionó anteriormente un factor importante para hacer de la programación maestra una guía verdadera para la gente de mantenimiento es la disciplina de programación. Es recomendable sea involucrada el área de logística en la importancia de tener una maquina inyectora en buen estado, debe entender como un sistema oleodinámico en perfecto estado nos dará calidad, seguridad y lo que le interesa a la administración continuidad de producción.

La Fig. 3.8 es el ejemplo del programa maestro de mantenimiento para los elementos oleodinámicos de un conjunto de máquinas inyectoras de plástico.

FECHA DE EMISION:
PERIODO ANUALIZADO

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA OLEODINAMICO**

máquina	mes											
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiem.	octubre	noviem.	diciem.
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												

mensuales												
trimestrales												
anuales												

M	mensuales	T	trimestrales	A	anuales
---	-----------	---	--------------	---	---------

VoBo GERENTE DE MANTENIMIENTO
-------------------------------

VoBo GERENTE DE LOGISTICA
---------------------------

Fig. 3.8 Calendario de mantenimientos.



### 3.3. CONTROL DEL MANTENIMIENTO.

Control es la medida y corrección del desarrollo de las actividades programadas con el propósito de asegurar el logro de los objetivos y planes de la empresa.

Como vemos los formatos están orientados a dar cuatro elementos, el costo, el tiempo de paro, el historial y la calidad de la reparación. Estos cuatro elementos les llamarán **CONTROLES** y estarán sujetos a los siguientes requisitos:

- 1).- Reflejan las necesidades de la inyección de plástico.
- 2).- Los controles deben reportar rápidamente las desviaciones.
- 3).- Los controles miran hacia adelante, nuestros controles están para detectar con anticipación los problemas.
- 4).- Los controles son objetivos.
- 5).- Los controles son flexibles, cualquier cambio en los planes no alteran su naturaleza y nos siguen dando información.
- 6).- Nuestros controles reflejan la estructura de la organización, en donde existen jerarquías de autorización y las responsabilidades están definidas.
- 7).- Los controles son económicos, solamente registran lo que hacen y su procesamiento es sencillo.
- 8).- Son comprensibles por su sencillez y la orientación va de acuerdo a lo que sucede y necesita la inyección de plásticos.
- 9).- Los controles van conducidos a acciones correctivas de una manera clara porque se tiene información instantánea y acumulada que nos permite el análisis.

### 3.3.1. Informes.

Los informes que ayudarán a tomar decisiones serán un resumen semanal de las actividades de mantenimiento a través de nuestros controles.

Tendremos primero tres reportes:

- ◆ Costos, refacciones.
- ◆ Paros de maquinaria por urgencias.
- ◆ Mantenimientos preventivos efectuados.

Los tres reportes contendrán información por máquina y esta información semanal se acumulará para preparar reportes mensuales y anuales, según sean las políticas de la empresa.

Después de tener los tres reportes se tomarán las medidas como sigue:

- ◆ Se llena el formato de la Fig. 3.9 , “PLAN DE MEJORA DEL SISTEMA OLEODINAMICO”.
- ◆ Los indicadores son solamente una secuencia de mayor a menor, por ejemplo, si tenemos 10 máquinas, la máquina con mayor costo de mantenimiento tendrá el número 10 y la de menor 1.
- ◆ Total de indicadores es la suma de los tres, por ejemplo, la máquina 5 tiene en costo un indicador de tres, en tiempo de paro es de cinco y en la frecuencia de mantenimiento es un indicador de nueve, el total será de diez y siete.
- ◆ Se consideran las cinco máquinas con el indicador mayor.
- ◆ Pasamos a la parte de PLAN DE ACCIONES.
- ◆ Se llena primero indicando la máquina, después que acciones vamos a tomar para solucionar el problema de raíz, muy importante quien es el responsable, cuando iniciaremos y cuando debemos terminar.
- ◆ Involucrar a las áreas que tienen implicación.

**PLAN DE MEJORA DEL SISTEMA OLEODINAMICA**

máquina inyección	costo de mantto.		tiempo de paro		frecuencia de mantto.		total indicadores
	\$	indicador 1	hrs.	indicador 2	cantidad	indicador 3	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

**PLAN DE ACCIONES**

máquina inyección	acciones	¿quién?	fecha inicio	fecha término	avance

Fig. 3.9 Formato del plan de mejora del sist. Oleodinámico.

El seguimiento es la parte fundamental, no servirá tener buenos planes, buenos controles si al final no se hace nada.

¿Cómo dar el seguimiento?, es muy fácil, se hará una junta semanal con los controles actualizados, en la hoja de mejora veremos los avances, si vemos un posible atraso de inmediato tomar acciones para no retrasarnos y seguir con la “disciplina de programación”.

El plan de mejora debe hacerse cada mes cuando menos para comparar el avance y llegar a los objetivos.

## 4 CASO PRACTICO

### 4.1 Descripción del problema.

Se tuvo el siguiente problema para arrancar el programa preventivo.

*Se tiene una máquina de 200 toneladas métricas de cierre.*

*Ha estado en funcionamiento durante cinco años.*

*El mantenimiento que ha recibido durante este tiempo no ha sido el adecuado porque no se tiene bitácora de mantenimientos efectuados y no ha tenido un programa de mantenimiento preventivo.*

*Los técnicos en mantenimiento recuerdan algunos problemas que la máquina dio tiempo atrás y en algunos casos no recuerdan cual fue la solución definitiva.*

*También se descubrió que los cambios de aceite se hicieron esporádicamente y los rellenos no todas las veces se hicieron con aceites adecuados.*

*En la actualidad la máquina presenta fugas de aceite.*

*Tiene un problema que se presenta esporádicamente; está trabajando en forma automática y en algunas ocasiones abre muy despacio y por salirse del ciclo se para y suena la alarma, o de momento cierra muy rápido sin respetar los parámetros, detecta la falla y suena la alarma y para la máquina. El problema no es constante y ya se descartó cualquier problema electrónico porque el fabricante proporcionó una tarjeta sin ningún problema, se instaló y la máquina no presentó ningún problema. La situación indica que es un problema hidráulico.*

*El departamento de contabilidad ha detectado que esta máquina ha incrementado sus costos por concepto de reparaciones en comparación a los dos últimos años.*

*El departamento de logística se queja de no tener las producciones que programó por los constantes paros inesperados de la máquina.*

*El área de producción y moldes no quieren trabajar la máquina porque representa un peligro para la gente y ponen en riesgo al molde.*

*El fabricante recomienda utilizar una máquina de este tipo durante siete a diez años, la situación económica de la fábrica no permite hacer un cambio de máquina.*

*La Dirección General ha pedido se ponga una solución definitiva a el problema y se establezca un sistema que garantice la seguridad de la gente y se cumplan los programas de producción, sin invertir cantidades equivalentes a comprar una máquina nueva y sobre todo hacer rentable la inversión, porque se tiene una depreciación anormal del equipo.*

#### 4.2. Mantenimiento correctivo del sistema hidráulico.

El planteamiento anterior llevó a mantener antes que nada la seguridad de la gente, maximizar la disponibilidad de la máquina, preservar el valor de la misma y realizar un sistema que resulte rentable.

Las acciones inmediatas a seguir fueron dos:

- ◆ Realizar el mantenimiento correctivo para solucionar el mal funcionamiento de la máquina, para esto, producción llenará una orden de trabajo con la finalidad de tener precedente y saber como actuar en problemas futuros, fig. 4.1 .
- ◆ Elaborar un programa correctivo - preventivo hasta que la máquina alcance su nivel operativo normal.

# ORDEN DE TRABAJO

folio 00000

emisor: PRODUCCION		fecha: 03/02/98	hora: 17:00
mantenimiento:		preventivo	correctivo <input checked="" type="checkbox"/> modificación
máquina de inyección No. 05			
DESCRIPCION DEL PROBLEMA			
<p>la máquina trabajando en automático, en ocasiones abre lentamente y se para. En otro momento cierra de golpe sin respetar los parámetros.</p>			
recibe mantenimiento: Alonso Perez		fecha: 03/02/98	hora: 17:05
asignaciones:		inició	terminó
Alonso		03/02/98	06/02/98
Victor		✓	✓
DESCRIPCION DEL TRABAJO EFECTUADO			
<p>La puerta del otro lado no cerraba bien, y la válvula de cierre estaba sucia, se cambió el carrete.</p>			
OBSERVACIONES			
<p>Se necesita cambio de aceite.</p>			
refacciones			
código		cantidad	
unidad		total	
1 carrete		1	
entrega de mantenimiento: Alonso Perez		fecha: 03/02/98	hora: 19:00
recibe emisor: Alejandro Nazar		fecha: ✓	hora: ✓
HORAS TOTALES DE MANTENIMIENTO: 10 hrs.			

Fig. 4.1 Orden de trabajo

Se ha realizado dos diagramas de flujo, Fig's. 4.2 , 4.3 en donde se detectaron los problemas para una solución definitiva.

Para el caso de la “apertura con velocidad baja”, se siguió todo el procedimiento pero no se encontró problema alguno. Tengamos cuidado en repetir las condiciones de operación, para este caso se necesitó dejar la máquina trabajando y cuando se presentó la falla, producción no hizo ningún movimiento en la máquina, repitiendo los pasos del diagrama de flujo que se preparó encontrando la falla en la válvula de seguridad hidráulica 23 que se localiza en la puerta posterior de operación, esto sucedía por los movimientos de la máquina y por el mal ajuste de la puerta.

La solución tomó dos acciones:

1. Ajustar la puerta y las demás guardas.
2. Revisar las condiciones de moldeo para que la apertura no fuera tan drástica que acabe con las partes mecánicas.

Cuando nos enfrentamos a la “velocidad alta al cierre del molde”, nuestra confusión estuvo en pensar que con la falla de apertura en velocidad baja eran una sola y perdimos tiempo en buscar un elemento que determine estas fallas. La experiencia que tomamos de esta situación es salirnos del problema y buscar nuevas alternativas.

Las acciones que se tomaron fueron:

- ◆ Cambio de la válvula.
- ◆ Cambio de filtros de aceite.
- ◆ Programación de cambio de aceite.

Estos diagramas tienen la función de dejar precedente y capacitar a nuevos técnicos.



### Baja velocidad en la apertura.

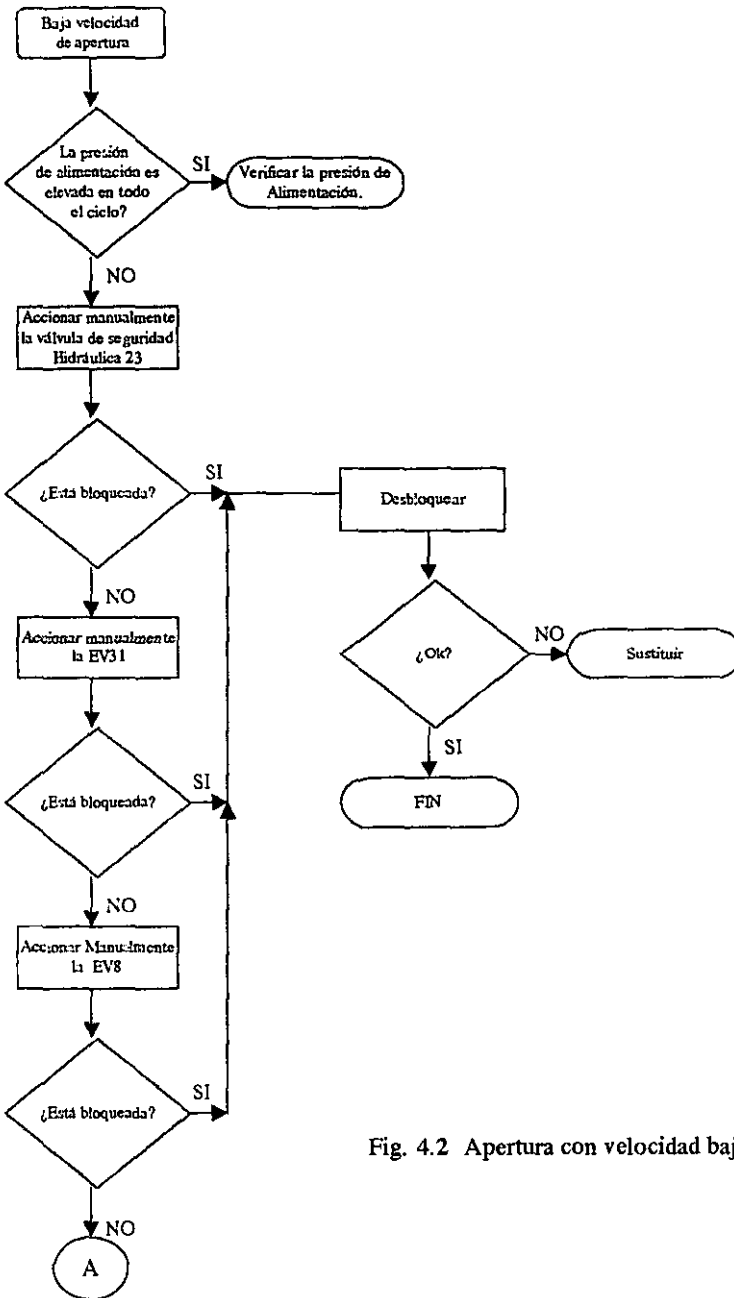


Fig. 4.2 Apertura con velocidad baja (1/2)

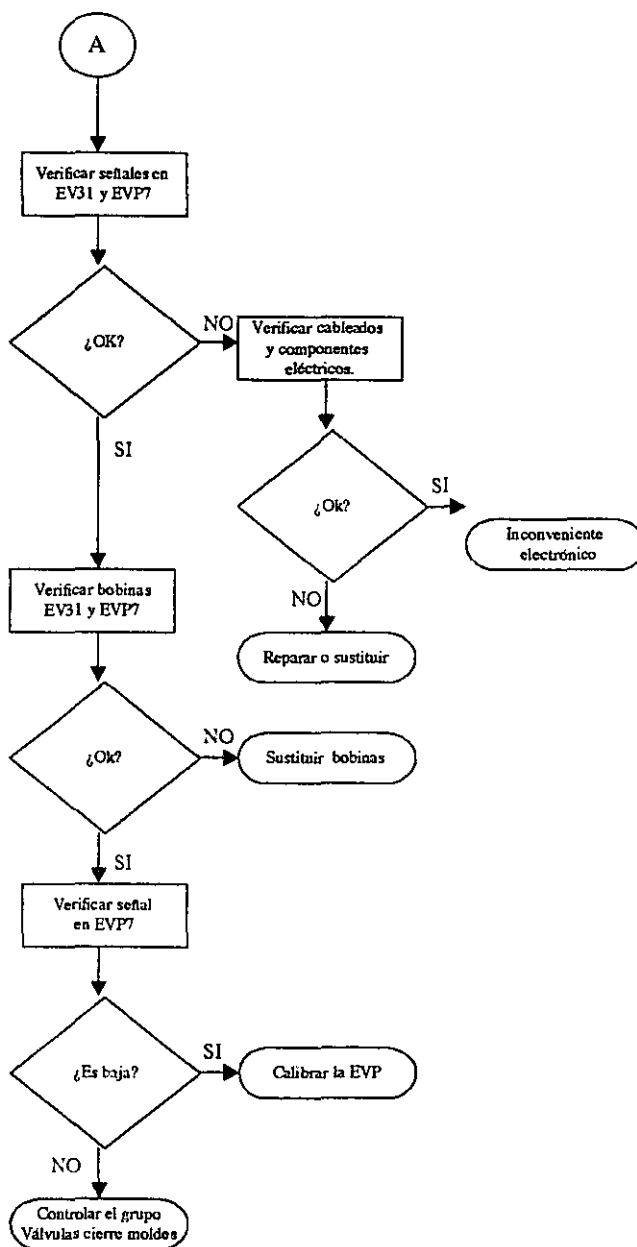


Fig. 4.2 Apertura con velocidad baja (2/2)

### Cierre de moldes con velocidad alta.

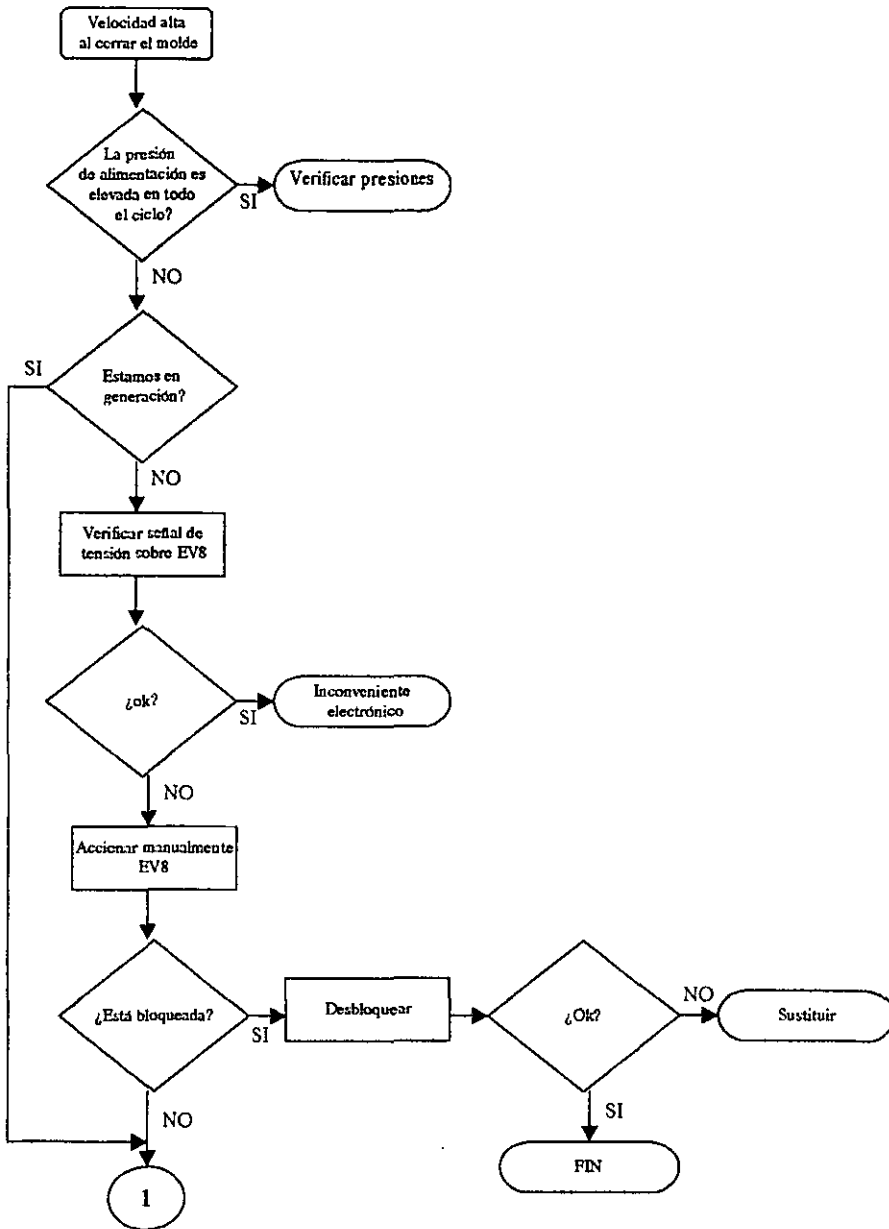


Fig. 4.3 Cierre con velocidad alta (1/2)

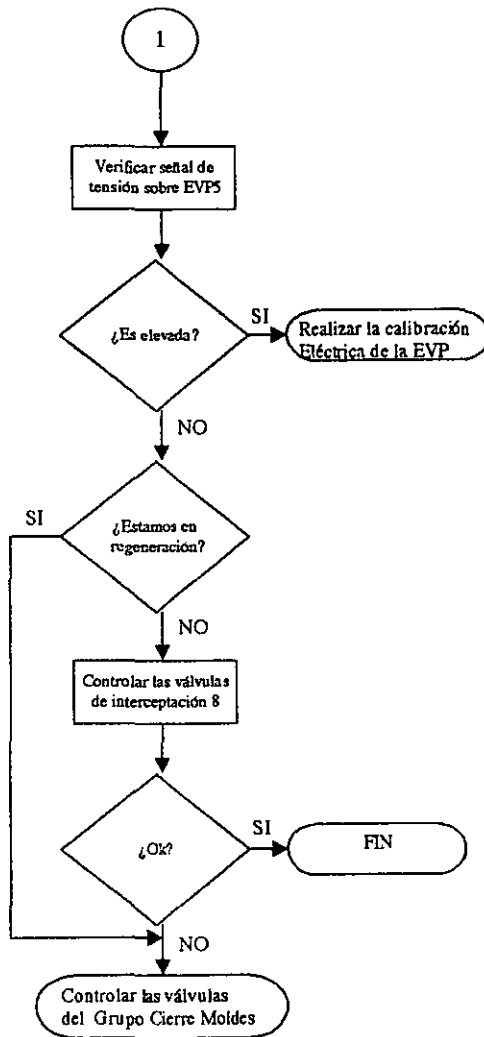


Fig. 4.3 Cierre con velocidad alta (2/2)

No descartar la probabilidad que suceda en otra válvula o un conjunto de estas, para solucionar este problema ser disciplinados en el programa preventivo de mantenimiento hidráulico.

#### 4.3 Calendario de mantenimiento.

La Planeación del mantenimiento fue la parte fundamental del buen resultado.

La Fig. 4.4 da la amplitud que la Programación de la Producción tomó en cuenta para establecer sus programas de entregas de acuerdo a los paros de la máquina para sus reparaciones hidráulicas.

Las Fig's. 4.5 , 4.6 , 4.7 y 4.8 son el precedente que el departamento de mantenimiento utilizó para iniciar sus programas de mantenimiento hidráulico.

FECHA DE EMISION: 15 / Feb / 98  
 PERIODO ANUALIZADO

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA OLEODINAMICO

máquina	mes											
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiem.	octubre	noviem.	diciem.
1		T	M	M	T	M	M	T	M	M	A	M
2		M	M	T	M	M	T	M	M	A	M	M
3		M	T	M	M	T	M	M	A	M	M	T
4		T	M	M	T	M	M	A	M	M	T	T
5		A	M	M	T	M	M	T	M	M	T	M
6		M	A	M	M	T	M	M	T	M	M	T
7		M	M	A	M	M	T	M	M	T	M	M
8		T	M	M	A	M	M	T	M	M	T	M
9		M	T	M	M	A	M	M	T	M	M	T
10		M	M	T	M	M	A	M	M	T	M	M

mensuales	—	6	7	7	6	7	7	6	7	7	6	6
trimestrales	—	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	4
anuales	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

M mensuales      T trimestrales      A anuales

VoBo GERENTE DE MANTENIMIENTO



VoBo GERENTE DE LOGISTICA



Fig. 4.4 Calendario de mantenimiento 1998.

FECHA: 10/Ago/18

## REVISION DIARIA DE MANTENIMIENTO OLEODINAMICO.

máquina	nivel de aceite	seguridad hidráulica	filtro limpio	manómetro	No fugas de aceite	revisión visual	observaciones	revisó
1	✓	✓	✓	OK	motor h.	mirar en	Drenaje	AN
2	✓	✓	✓	OK	✓	✓	en gasi	AN
3	✓	✓	✓	OK	manguera alta	✓	todas	AN
4	1 litro	✓	✓	OK	✓	limpieza	las	AN
5	✓	✓	✓	OK	rodillera	limpieza	maquinas	AN
6	✓	✓	✓	OK	✓	limpieza		AN
7	✓	✓	✓	OK	✓	✓		AN
8	✓	✓	✓	OK	botador	aceite P50		AN
9	✓	✓	✓	OK	rodillera	limpieza		AN
10	✓	✓	✓	OK	✓	✓		AN

VoBo supervisor de mantenimiento

Alonso Perez

VoBo supervisor de producción

Alejandro Nazar

Fig. 4.5 Formato de mantenimiento preventivo diario

**MANTENIMIENTO MENSUAL OLEODINAMICO**

máquina: <b>05</b>	fecha de programación: <b>11/12/98</b>
	horas programadas: <b>6</b>

VoBo Logística <b>grr</b>	VoBo Mantenimiento <b>[Signature]</b>
Enterado producción <b>[Signature]</b>	

Fecha y hora de entrega de la máquina: **11/12/98 7:00 AM**

actividades	observaciones	realizó
1 Limpieza general de la máq.	Producción no limpia	VGG
2 Nivel de aceite	OK	VGG
3 Limpieza de filtros	OK	VGG
4 Corrección de fugas	Comprar barriles	VGG
5 Prueba de las seguridades	OK	VGG
6 Funcionamiento de manómetros	OK	VGG
7 Temperatura del motor hidr.	OK	VGG
8 Acercamiento del gpo. Inyecc.	OK	VGG
9 Cierre del molde	Nivelacion	VGG
10 Pistón de inyección	OK	VGG

Fecha y hora de recibido de la máquina: **11/12/98 11:00 AM**

VoBo supervisor producción <b>an</b>	VoBo supervisor de mantenimiento <b>alongo Perez</b>
---	---

Fig. 4.6 Formato para el mantenimiento mensual



**MANTENIMIENTO TRIMESTRAL OLEODINAMICO**

máquina: <b>05</b>	fecha de programación: <b>29/May/98</b>
	horas programadas: <b>10</b>

VoBo Logística <b>GPS</b>	VoBo Mantenimiento <b>[Signature]</b>
Enterado Producción <b>[Signature]</b>	

Fecha y hora de entrega de la máquina: **29/May/98 7:00hrs**

actividades	observaciones	realizó
1 Limpieza general de la máq.	✓	APL
2 Nivel de aceite	<i>1/2 litros</i>	APL
3 Cambio de filtros	<i>solo se limpiaron</i>	APL
4 Corrección de fugas	✓	APL
5 Prueba de las seguridades	✓	APL
6 Funcionamiento de manómetros	✓	APL
7 Temperatura del motor hidr.	✓	APL
8 Acercamiento del gpo. Inyecc.	✓	APL
9 Cierre del molde	✓	APL
10 Pistón de inyección	✓	APL
11 Limpieza de válvulas propor.	<i>se reviso la señal</i>	APL

Fecha y hora de recibido de la máquina: **29/mayo/98 fecha tarde**

VoBo supervisor producción <b>AGS</b>	VoBo supervisor de mantenimiento <b>Alonso Perez</b>
--	---

Fig. 4.7 Mantenimiento trimestral

**MANTENIMIENTO ANUAL OLEODINAMICO**

máquina: 05	fecha de programación: 03/02/98
	horas programadas: 12

VoBo Logística G.P.S.	VoBo Mantenimiento [Signature]
Enterado producción [Signature]	

Fecha y hora de entrega de la máquina:

actividades	observaciones	realizó
1 Limpieza general de la máq.	✓	APL
2 Cambio de aceite	400 lts. NUTO	APL
3 Cambio de filtros	se guardan los anteriores	APL
4 Corrección de fugas	de limpió el tanque. 10 metros tubo	APL
5 Prueba de las seguridades	ajuste de la puerta	APL
6 Funcionamiento de manómetros	✓	APL
7 Temperatura del motor hydr.	✓	APL
8 Acercamiento del gpo. Inyecc.	✓	APL
9 Cierre del molde	se checaron válvulas	APL
10 Pistón de inyección	✓	APL
11 Limpieza de válvulas propor.	limpieza del bloque	APL
12 Calibración electoválvulas	Victor las calibro.	APL

Fecha y hora de recibido de la máquina:

VoBo supervisor producción AGS	VoBo supervisor de mantenimiento Alonso Perez
-----------------------------------	--

Fig. 4.8 Formato para el mantenimiento anual

#### 4.4 Análisis económico.

Debemos observar que tenemos una mejoría considerable en cuanto a los niveles de producción, el costo de refacciones bajo un 21% como consecuencia de la implementación del mantenimiento preventivo y no fue necesario utilizar mano de obra externa porque los técnicos estudiaron mas a fondo los problemas hidráulicos. Tengamos cuidado en confundir este costo con el que encontraremos en promedio el año próximo en donde los correctivos tendrán una disminución considerable.

Otro buen resultado fue la disminución considerable del costo debido a paros no programados debidos a reparaciones del sistema hidráulico.

Se establecieron tres indicadores para mantener un control de nuestro mantenimiento hidráulico y comunicárselo mensualmente a la Dirección General de acuerdo a sus lineamientos.

GASTOS CONCEPTO (USD)	1995	1996	1997	1998
Refacciones hidráulicas	0	1,500	2,500	2,066
Mano de obra externa hidráulica	0	1,000	1,100	0
Total	0	2,500	3,600	2,066

Tomaremos más elementos que intervienen en el mantenimiento general de la máquina para situar en donde se encuentra el mantenimiento hidráulico.

PARO DE MAQUINA (HRS)	1995	1996	1997	1998
Hidráulico	0	57	203	85
Mecánico	0	7	78	50
Electrónico	310	50	137	94
Molde	805	360	321	356
Programación	1,440	504	48	36
TOTAL	2,555	978	787	621

PARO DE MAQUINA (%)	1995	1996	1997	1998
HORAS PROGRAMADAS	7392	8064	8496	8496
Hidráulico	0%	0.7%	2.39%	1%
Mecánico	0%	0.08%	0.91%	0.58%
Electrónico	4.19%	0.58%	1.61%	1.11%
Molde	10.89%	4.46%	3.77%	4.19%
Programación	19.48%	6.25%	0.56%	0.42%

De las dos tablas anteriores observamos un crecimiento considerable del mantenimiento en la parte hidráulica durante 1997, la razón es un descuido del sistema, no cambios de aceite, no limpieza de filtros, de no haber iniciado con el mantenimiento preventivo durante 1998 el deterioro de la máquina hubiera sido mayor y los costos de reparación mayores.

Ahora analizando desde el punto de vista económico para ver como impacta en los resultados.

Se supondrá que el costo por hora de la máquina es de 60 USD.

COSTO POR PARO DE MAQUINA (USD)	1995	1996	1997	1998
Hidráulico	0	3,420	12,180	5,100
Mecánico	0	420	4,680	3,000
Electrónico	18,600	3,000	8,220	5,640
Molde	48,300	21,600	19,260	21,360
Programación	86,400	30,240	2,880	2,160
TOTAL	153,300	58,680	47,220	37,260

Observemos la parte hidráulica en donde hay una mejora en el mantenimiento hidráulico pero debemos aún esperar otro año para ver las medidas como tienen que mejorar, por lo pronto revisaremos mes con mes para ver como se comporta nuestra gráfica y tomar medidas definitivas.

Los indicadores son:

◆ Costo del preventivo.

Es la suma del tiempo de paro mas las refacciones utilizadas mas la mano de obra utilizada que se utilizaron con un programa de mantenimiento preventivo.

◆ Paros no programados.

Es la suma del tiempo de paro mas las refacciones utilizadas mas la mano de obra utilizada que se utilizaron en un paro inesperado.

◆ Utilización de la máquina.

Es la medida del tiempo que debió de estar productiva contra la realidad. Junto con este resultado indicar cual fue la causa mayor en tiempo.

#### 4.5 Acciones que deben continuar.

Listamos las acciones que continuarán garantizando los resultados y sobre todo favoreciendo la mejora.

- ◆ Capacitación de los técnicos en sistemas hidráulicos.
- ◆ Capacitación de los técnicos en la administración del sistema de mantenimiento.
- ◆ Análisis semestrales del aceite hidráulico.
- ◆ Llevar el mismo sistema a los demás elementos de la maquina de inyección y a sus elementos periféricos como alimentadores, dosificadores, etc.
- ◆ Analizar el momento oportuno para el recambio de la máquina.
- ◆ Los análisis deben redituvar en formar un almacén de refacciones con los elementos que son de mayor frecuencia de cambio pero no perder tiempo en su compra y que sea de una manera lógica en cuanto al costo de la inversión contra el costo del paro de la producción, por ejemplo, invertir en un motor hidráulico y esperar a que falle es mas costoso que cuando falle comprarlo y perder algunas horas de producción, además no es una falla de alta frecuencia.
- ◆ Tener la herramienta adecuada y disponible.
- ◆ El aceite es clasificado como un desecho peligroso, existen normas ecológicas, y deben hacerse todos los trámites legales.
- ◆ Vigilar las normas de seguridad hidráulica.
- ◆ Limpieza constante ayudará a encontrar fallas y hará mas seguro su operación.
- ◆ Mantener la mentalidad de proveedor – cliente, en donde para el departamento de mantenimiento su cliente es producción y atenderlo es primordial, de manera rápida y eficiente.
- ◆ Generar confianza a la organización.

## CONCLUSIONES

- ◆ Se deja una conciencia clara de la necesidad de adentrarse en todo el proceso de la inyección de plástico, iniciando por la materia prima hasta el funcionamiento del molde y sus condiciones de moldeo. El problema que se enfrenta un ingeniero recién egresado es el conceptualizar un todo (máquina, molde, material, condiciones de moldeo) no muy fácil de resolver. Si queremos resolver el problema hidráulico de la máquina, de no ser evidente, tenemos que aprender de todo. Este proceso de producción no permite tener especialistas aislados, esto se refiere a que el electrónico de la máquina debe conocer la máquina y su operación y deberá conocer los principios básicos de esta tesis.
- ◆ Además de conocer los principios básicos de operación y del plástico, debe entonces comenzar a estudiar su especialidad como podría ser la expuesta aquí, el mantenimiento hidráulico, y es así cuando empezará a ser un especialista de mantenimiento.
- ◆ Es fácil como gente técnica caer en el error de abocarse a las máquinas y dejar a un lado a la gente que las opera. Esta tesis deja de manifiesto que la seguridad es una regla fundamental del mantenimiento y de la operación.
- ◆ Aplicar un sistema de mantenimiento preventivo es altamente rentable para la empresa, la inversión más grande es la de planearlo. Nuestros clientes estarán de acuerdo cuando se les comunique y se les hable con la verdad y nosotros pongamos el máximo esfuerzo para cumplirlo.
- ◆ México es un país en un mercado global que día a día es más competitivo, nuestro deber como ingenieros es, entre otras cosas, crear sistemas planeados que obtengan el máximo rendimiento de las personas y sus máquinas.

## BIBLIOGRAFIA

- ◆ EL MUNDO DE LOS PLASTICOS DE INGENIERIA  
Instituto Mexicano del Plástico Industrial
  
- ◆ INJECTION MOLDING HANDBOOK  
Dominick V. Rosato, Donald V. Rosato  
Ed. Van Nostrand Reinhold
  
- ◆ PLASTICS  
Robert V. Milby  
Ed. McGraw-Hill Book Company
  
- ◆ DESIGN OF PLASTIC MOULDS AND DIES  
László Sors and Imre Balázs  
Ed. Elsevier
  
- ◆ HANDBOOK OF PLASTIC MATERIALS AND TECHNOLOGY  
Rubin  
Ed. Wiley Interscience
  
- ◆ PLASTIC COMPONENT DESIGN  
Paul D. Q. Campbell  
Ed. Industrial Press Inc.



◆ INYECCION DE PLASTICO

W. Mink

Ed. Gustavo Gili

◆ MANUAL DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Robert C. Rosaler, P.E.

Ed. McGraw-Hill