



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTILÁN**

"MANUAL DE MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS MOLDEADORAS DE PLÁSTICO"

TRABAJO DE TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

P R E S E N T A

RUBÉN ARMANDO BOJÓRQUEZ ALVAREZ

ASESOR: M.I. VÍCTOR HUGO HERNÁNDEZ GÓMEZ

CUAUTILÁN IZCALLI EDO. DE MÉXICO 2005

m. 346397



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U.N.A.M.
CULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN



DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Manual de mantenimiento de máquinas moldeadoras de plástico"

que presenta el pasante: Rubén Armando Boteroquez Alvarez
con número de cuenta: 8251284-6 para obtener el título de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 15 de Febrero de 2005

PRESIDENTE

M.I. Enrique Curjel Reyna

VOCAL

Ingr. Ma. Soledad Alvarado Martínez

SECRETARIO

M.I. Víctor Hugo Hernández Gómez

PRIMER SUPLENTE

M.I. Yolanda Benitez Trejo

SEGUNDO SUPLENTE

Ingr. José Luis Palma Velasco

A mis padres Jesús y Alicia que me han apoyado en todo momento y que hicieron posible tener una educación profesional. Con infinito agradecimiento para ellos.

A mi esposa Marení con todo mi amor. Por su comprensión y motivación para terminar este proyecto tan importante para mí.

A mis hijos Maximiliano , Anibal, Rubén y Jacobo esperando que esta tesis profesional sirva de motivación para que cada uno de ellos logre las metas que se proponga.

Con afecto a mis hermanos Mario A., Javier E., Silvia I., Víctor H., Anabell y Norma Alicia.

INDICE:	Pag.
Capítulo I	
“Leyes y principios de la fuerza hidráulica”	(8)
Capítulo II	
“Bombas de desplazamiento positivo”	(17)
Capítulo III	
“Controles de dirección	(30)
Capítulo IV	
“Controles de presión”	(42)
Capítulo V	
“Servoválvulas y sistemas”	(54)
Capítulo VI	
“Circuitos hidráulicos típicos”	(66)
Capítulo VII	
“Analogía de control por reelevador y control por PLC “	(78)
Capítulo VIII	
“ Procedimiento de mantenimiento de máquinas moldeadoras de plástico”	(108)
Conclusiones	(115)
Bibliografía	(117)
Anexos	(119)

RESUMEN

Los requerimientos de los sistemas de calidad exigen una confiabilidad muy alta del proceso productivo, y esto involucra a todas las áreas. El departamento de mantenimiento tiene una responsabilidad muy influyente en esto. Como una necesidad de garantizar la operación continua y adecuada de los equipos de producción se ha escrito este manual de mantenimiento de máquinas moldeadoras de plástico con la finalidad de lograr un perfil adecuado en todo el personal involucrado en el soporte técnico. El plan de entrenamiento, a través de este manual que contiene una selección de temas que de acuerdo a las necesidades específicas, es estructurado de tal forma que contempla sistemáticamente lo más relevante de la tecnología aplicada en las máquinas moldeadoras de plástico.

Se ha estructurado de la siguiente manera:

Bombas de desplazamiento positivo, que son una parte de gran importancia ya que son el corazón del equipo y la parte que proporciona la energía a utilizar, es necesario entender las características de operación y diseño, además de conocer las principales diferencias entre una bomba de este tipo sus aplicaciones y una bomba del tipo centrífugo.

Los controles de dirección y controles de presión son dispositivos que deben ser estudiados para conocer sus aplicaciones en un sistema hidráulico, y poder identificar las diferencias y aplicaciones de cada uno.

Las servoválvulas son de gran relevancia por lo que sus principios de funcionamiento son una parte elemental para comprender la operación y aplicaciones de las servoválvulas más comunes y sus aplicaciones más típicas.

Un parte que representa un alto porcentaje en la solución de problemas de operación del equipo, es la referente a la del control automático por relay, por lo que propone un método de solución de problemas basado en la búsqueda de fallas con el equipo energizado y se justifica su aplicación por las ventajas que representa sobre los métodos tradicionales. En lo que se refiere al control por PLC se presentan las características más importantes, reglas de programación y su configuración típica y se hace una comparación entre este sistema y el de control por relay destacando las grandes ventajas que ofrece el control por PLC.

Para poder administrar eficientemente un departamento de mantenimiento y que este sea confiable y autosuficiente, es necesario plantear estrategias adecuadas que garanticen plenamente la operación de los equipos de producción. De acuerdo a estos principios básicos y a la responsabilidad que representa estar al frente de un grupo de personas que deben ser dirigidas adecuadamente y de manera segura he escrito este manual, que está basado en un sistema de calidad que contempla los requerimientos internacionales para garantizar su efectividad.

Es necesario prevenir plenamente que los errores potenciales se manifiesten en el trabajo desarrollado, es decir el objetivo principal es prevenir esos problemas en base a un procedimiento que contemple todas las necesidades existentes aun así el soporte técnico deberá ser efectivo y de calidad. Por esto la necesidad de contar con personal con un perfil bien definido técnicamente es imperativo para poder afrontar esta situación.

INTRODUCCION

Un plan de capacitación en hidráulica industrial enfocado a máquinas moldeadoras de plástico es el contenido del presente proyecto de tesis, utilizando el medio de trabajo como parte del entrenamiento, es decir que el equipo disponible sea el complemento de la parte teórica estudiada.

El objetivo es lograr un nivel capacitación de acuerdo a los requerimientos del departamento de mantenimiento, como parte determinante del proceso productivo. Y que es parte también de un sistema de calidad.

En cada capítulo estudiado se hace referencia básicamente a la tecnología utilizada en un sistema hidráulico. Todos los dispositivos estudiados representan cada uno una parte esencial del comportamiento del sistema, por lo que la comprensión de su funcionamiento y de los conceptos estudiados es de gran importancia para el éxito en la aplicación de este plan de entrenamiento por lo que me he concentrado en presentar un panorama lo más objetivamente indispensable evitando caer en detalles interminables, teniendo en cuenta que cada diseño de válvula, bomba control etc. tiene a su vez muchas variantes. La selección de los temas están directamente aplicados en el funcionamiento y control de un sistema hidráulico ya que físicamente forman parte del equipo y en consecuencia son parte activa de la máquina. En lo que se refiere al control automático, siendo una parte determinante en el objetivo de capacitación se propone un método de análisis que pueda ser comparativo entre la nueva tecnología y la que aún tiene mucha presencia en la industria, en esta parte del proyecto se propone un método de análisis que es fundamental para la comprensión del control, ya sea por reelevador o por PLC.

Un personal bien capacitado garantiza el soporte requerido por las exigencias productivas, es entonces necesario que las habilidades requeridas estén bien definidas para la obtención del mayor rendimiento. En este caso la capacitación estará muy específicamente en sistemas hidráulicos industriales con un enfoque en moldeadoras de plástico.

Los temas propuestos para su estudio son los siguientes:

Bombas de desplazamiento positivo, controles de dirección, controles de presión, servo válvulas y sistemas, circuitos hidráulicos típicos, analogía de control por relay y control por reelevador y procedimiento de mantenimiento de máquinas moldeadoras de plástico.

CAPITULO I

Leyes y principios de la fuerza hidráulica

En este capítulo se definen las leyes y teoremas aplicados en la tecnología hidráulica que es parte fundamental y obligada del conocimiento requerido para el estudio de este proyecto. Se definen también conceptos de gran importancia y que tienen una relación interactiva en su aplicación práctica.

LEYES Y PRINCIPIOS DE LA FUERZA HIDRAULICA

LEY DE PASCAL: La presión aplicada a un fluido en un sistema cerrado se transmite íntegramente en todas direcciones y ejerce fuerzas iguales sobre áreas iguales, actuando estas fuerzas en las paredes del recipiente.

TEOREMA DE BERNOULLI: En un sistema el fluido hidráulico contiene energía bajo tres formas: energía cinética que depende de la velocidad y masa del fluido, energía potencial que depende de su posición y energía de presión que depende de su compresión.

En un sistema con caudal constante la energía se transforma de una forma a otra cada vez que se modifica el área de la sección transversal de la tubería.

El principio de Bernoulli afirma que la suma de las energías cinética, potencial y de presión, en distintos puntos del sistema, debe ser constante. Al variar el diámetro de la tubería la velocidad cambia. La energía cinética aumenta o disminuye, la energía no puede crearse ni destruirse. Por lo tanto, la variación de la energía cinética debe ser compensada por un aumento o disminución de la energía de compresión, es decir, de la presión.

HIDRAULICA: medio de transmisión de energía hacia un líquido en un sistema cerrado, el componente de entrada del sistema se llama bomba y el de salida se llama actuador.

El sistema hidráulico no es una fuente de potencia, la fuente de potencia es un accionador primario, un motor eléctrico u otro tipo de motor que acciona la bomba, la versatilidad del sistema hidráulico tiene ventajas sobre otros métodos de transmisión de energía, como por ejemplo: La mayoría de los motores eléctricos funcionan a una velocidad constante. El actuador lineal ó rotativo de un sistema hidráulico sin embargo puede moverse a velocidades infinitamente variables, variando el suministro de la bomba ó utilizando una válvula de control de caudal.

Utilizando palancas simples o botones, el operador de un sistema de fuerza fluida puede fácilmente arrancar, detener acelerar o desacelerar y puede posicionar fuerzas que podrán totalizar cientos de caballos de fuerza a tolerancias de fracciones de pulgada.

DERIVACIONES DE CAUDAL

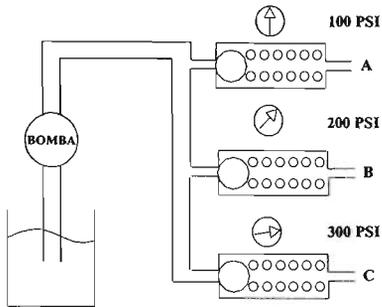


Figura 1
Derivaciones de caudal

Una característica inherente en los líquidos es que siempre toman el camino de menor resistencia. Cuando las derivaciones ofrecen resistencias diferentes, la presión aumenta solamente en la cantidad requerida, para circular por el camino de menos resistencia.

En la Figura 1 el aceite tiene tres caminos posibles. Como la válvula A se abre a 100psi, el aceite pasará por esta derivación y la presión aumentará solamente hasta 100psi. si el caudal quedase bloqueado mas allá de A, la presión aumentaría hasta 200psi, entonces el caudal pasaría por B. No habría caudal a través de C a menos que el camino a través de la válvula también se bloquease.

De manera similar cuando el caudal de salida de una bomba se dirige hacia dos actuadores, el actuador que necesita menos presión es el primero en moverse.

PROPIEDADES DEL FLUIDO

Se considera a continuación las propiedades de los fluidos hidráulicos que les permiten realizar sus funciones fundamentales y cumplir con algunos o todos sus requerimientos de calidad.

- Viscosidad
- Punto de fluidez
- Capacidad lubricadora
- Resistencia a la oxidación
- Protección contra la corrosión
- Desemulsionabilidad

VISCOSIDAD

La viscosidad es la medida de la resistencia del fluido a la circulación del mismo. Si un fluido circula con facilidad, su viscosidad es baja. También se puede decir que el fluido es fino, o que tiene poca consistencia o poco cuerpo.

Un fluido que circula con dificultad tiene una viscosidad alta es grueso o tiene mucha consistencia. En cualquier maquina hidráulica la viscosidad del fluido debe ser un compromiso.

Una viscosidad elevada es deseable para evitar el desgaste entre superficies adyacentes sin embargo una viscosidad demasiado alta aumenta la fricción, dando como resultado:

- Elevada resistencia al flujo
- Alto consumo de potencia debido a las perdidas por rozamiento
- Elevada temperatura causada por la fricción
- Aumento de la caída de presión debido a la resistencia
- Posibilidad de que el funcionamiento se haga mas lento
- Dificultad en separar el aire del aceite en el deposito.

Para en el que la viscosidad es demasiado baja.

- Aumento de las fugas
- Excesivo desgaste incluso agarrotamiento bajo cargas elevadas que pueden producirse al destruirse la película de aceite entre piezas móviles.
- Puede reducirse el rendimiento de la bomba, haciendo que el actuador funcione mas despacio.
- Aumento de temperaturas debido a fugas.

VISCOSIDAD DINAMICA

Esta viscosidad se define como la resistencia que ofrece una capa de fluido para deslizar sobre otra. La viscosidad absoluta (dinámica) se define como la fuerza por unidad de área necesaria para mover una superficie sobre otra idéntica paralela separada por una distancia determinada por un fluido dado. En el sistema SI la fuerza se expresa en newtons y el área en m^2

La unidad de viscosidad dinámica en el SI es el centipoise (cp) que es la centésima parte del poise. Otra unidad numéricamente igual en el mismo sistema es el milipascal por segundo (mpas), que es la milésima parte del pascal por segundo.

A continuación se presentan las conversiones entre las dos unidades de la viscosidad dinámica en el SI.

$$1 \text{ poise} = 0.1 \text{ pascal /segundo}$$

$$1 \text{ pascal} = \frac{N}{m^2}$$

$$1 \text{ pascal /segundo} = \frac{Ns}{m^2}$$

$$1 \text{ poise} = \frac{0.1Ns}{m^2} = 0.1 \text{ pas}$$

$$1 \text{ centipoise (cp)} = 0.001 \text{ pas} = 1 \text{ mpas}$$

VISCOSIDAD CINEMATICA

La viscosidad. Se calcula midiendo el tiempo necesario para que un volumen determinado de aceite fluya a través de un tubo capilar. El coeficiente de viscosidad cinemática es el resultado de dividir el coeficiente de viscosidad dinámica por la densidad del líquido.

La unidad SI para la viscosidad cinemática es el m^2 / s (metro cuadrado por segundo), pero en la industria del petróleo se utiliza más centistokes (cst) que equivale a mm^2/s (milímetros cuadrados por segundo).

Las conversiones entre viscosidad dinámica y cinemática son las siguientes:

Centipoise = centistokes x densidad

$$Cp = cst \times Kg / m^2 \times 10^{-3}$$

$$Centistokes = centipoise / densidad \quad Cst = cp / Kg / m^2 \times 10^{-3}$$

$$Cst = cp / Kg / m^2 \times 10^{-3}$$

PUNTO DE FLUIDEZ

Es la temperatura más baja a la que un líquido puede fluir. Es una especificación muy importante, si el sistema hidráulico está expuesto a temperaturas extremadamente bajas. Como regla general el punto de fluidez debe estar $20^\circ f$ ($6^\circ c$) por debajo de la temperatura más baja de utilización.

CAPACIDAD LUBRIFICADORA

Es deseable que las piezas móviles del sistema hidráulico, tengan holgura suficiente para que puedan deslizarse sobre una película de fluido. Esta condición se llama lubricación completa. Si un fluido tiene una viscosidad adecuada, las pequeñas imperfecciones de las superficies de las piezas metálicas no se tocarán.

Sin embargo en equipos de alta precisión las altas presiones y velocidades juntamente con holguras finas originan que la película del fluido se haga muy delgada. originándose entonces una condición límite de lubricación.

RESISTENCIA A LA OXIDACION

La oxidación o reacción química con el oxígeno es un factor importante que reduce la vida o duración de un fluido: Los aceites de petróleo son particularmente susceptibles a la oxidación ya que el oxígeno se combina fácilmente con el carbono y el hidrógeno que forman parte de la composición química de los aceites.

La mayoría de los productos de la oxidación son solubles en el aceite y tienen lugar reacciones entre ellos formándose goma, lodo o barniz, que debido a su acidez pueden originar corrosión en el sistema, además de aumentar la viscosidad del aceite.

Los productos de oxidación que son insolubles, taponan orificios, aumentan el desgaste y hacen que las válvulas se agarroten.

PROTECCION CONTRA LA CORROSION

La oxidación es la unión química del hierro (acero) con el oxígeno, la corrosión es una reacción química entre un metal y un ácido, los ácidos resultan de la combinación química del agua con ciertos elementos. Ya que generalmente es imposible impedir que el aire atmosférico y la humedad que contiene penetren en el sistema hidráulico, siempre habrá posibilidades de que haya oxidación y corrosión.

Durante la corrosión las partículas de metal, se disuelven y se desprenden del componente tanto la oxidación como la corrosión contaminan el sistema y originan un desgaste. También originan fugas excesivas y puede ocurrir que los componentes se agarroten.

DESEMULSIBILIDAD

Desemulsibilidad es la capacidad del fluido para separar el agua. Pequeñas cantidades de agua pueden ser toleradas en la mayoría de los sistemas. De hecho, algunos componentes antioxidantes promueven con cierto grado la emulsificación o mezcla con el agua que se introduce en el sistema, esto impide que se deposite y rompa la película anti-oxidación.

Sin embargo demasiada agua en el aceite facilita la acumulación de contaminantes que pueden originar el agarrotamiento de las válvulas y la aceleración del desgaste.

DENSIDAD

Dos cuerpos aunque tengan el mismo volumen pueden tener distinta masa, es decir estar hechos con distinta cantidad de materia; por ejemplo, un trozo de plancha de aluminio tiene menos masa que un trozo de igual tamaño de plancha de hierro. La cantidad de masa que tiene un cuerpo por cada unidad de volumen se le llama **densidad del cuerpo**.

Para comprobar que el aceite es menos denso que el agua, se puede echar aceite en una vasija con agua. El aceite queda siempre encima; esto es debido a que en un litro de aceite hay menos masa que en un litro de agua. Para saber si un cuerpo es más o menos denso, lo que se hace, frecuentemente, es comparar su densidad con la de otro cuerpo que se toma como punto de comparación o referencia. Entonces se puede saber cuantas veces la densidad del cuerpo es mayor o menor que la densidad del cuerpo que se toma como referencia y a este número de veces es a lo que se llama densidad relativa con respecto a la del cuerpo que se toma como referencia. Por ejemplo, el acero tiene una densidad que es 7,8 veces mayor que la densidad del agua; entonces el número 7.8 es la densidad relativa del acero con respecto al agua.

PESO ESPECIFICO

Se llama peso específico de un cuerpo al peso de una unidad de volumen de dicho cuerpo. Para medir los pesos específicos se suele tomar como unidad de volumen el decímetro cúbico y así por ejemplo, el peso específico del hierro es de 7.8 kilogramos por decímetro cúbico, lo cual quiere decir que un decímetro cúbico de hierro pesa 7.8 kilogramos.

DIFERENCIA ENTRE DENSIDAD Y PESO ESPECIFICO

Existe en la práctica alguna confusión entre las características de densidad y peso específico,

la densidad es masa por unidad de volumen y que se mide en relación a la masa por unidad de volumen de otro cuerpo. Esta relación será constante en cualquier lugar de la tierra. El peso específico por el contrario es una fuerza por unidad de volumen y variará según el lugar de la tierra en que se considere, aunque estas variaciones son mínimas.

TRABAJO Y POTENCIA

Cuando se ejerce una fuerza a lo largo de una distancia, se realiza un trabajo:

$$\text{Trabajo} = \text{fuerza} \times \text{distancia}$$

En un sistema hidráulico la velocidad queda indicada por el caudal, en gpm, ó lpm), y la fuerza, por la presión. De esta forma podemos expresar la potencia hidráulica como sigue:

$$\text{Potencia} = \text{fuerza} \times \text{distancia/tiempo}$$

$$\text{presión} \times \text{superficie} \times \text{distancia/tiempo}$$

$$\text{presión} \times \text{volumen /tiempo} = \text{presión} \times \text{caudal}$$

Para expresar esta relación en unidades, hay que tener en cuenta que:

$$1 \text{ galón} = 231 \text{ pulgadas cúbicas}$$

$$12 \text{ pulgadas} = 1 \text{ pie}$$

Entonces:

$$\text{Potencia} = \text{galones /minuto} \times 231 \text{ in/galón} \times \text{libra/in} \times 1 \text{ pie/12 pulgadas}$$

$$= 231 \text{ libras pie/12 minutos}$$

Esto nos da la potencia mecánica equivalente a un caudal de un galón por minuto a una presión de 1 psi. Para expresarlo en términos de potencia hay que dividir por 3,000 libras/minuto

$$\frac{231 \text{ ft.lb / 12 min}}{33,000 \text{ ft.lb / min}} = 0.000583$$

Esta formula corresponde a la potencia hidráulica a la salida de la bomba. La potencia requerida para accionarla será algo mayor puesto que el rendimiento del sistema no es del 100%.

Si suponemos un rendimiento medio del 83%, la potencia mecánica para el accionamiento de la bomba será:

$$Hp = \text{gpm} \times \text{psi} \times 0.0007$$

$$Kw = \text{lpm} \times \text{bar} \times .002$$

Así, un galón por minuto a un psi es equivalente a: 0.000583 hp ($4.37 \times 10^{-4} \text{ Kw}$)

PRESION ATMOSFERICA

La presión atmosférica no es otra cosa que la presión ejercida por el aire de nuestra atmósfera, debida a su propio peso. A nivel del mar, una columna de aire de 1 pulgada (6.45cm²) de sección, y cuya altura es la atmosférica, pesa 14.7 libras. (65.39 N).

CAPITULO II

Bombas de desplazamiento Positivo

Capitulo en donde se define el concepto de desplazamiento positivo, que es parte importante para el entendimiento de la operación de este tipo de bombas, analizando sus características principales, calcificación, configuración y aplicaciones de las bombas más utilizadas en la industria hidráulica, diferencia más significativa entre una bomba de desplazamiento positivo y una del tipo centrífuga.

BOMBAS HIDRAULICAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO

Una bomba de desplazamiento positivo es el tipo de bomba en la cual los elementos de trabajo internos están ajustados de tal forma que hay muy poca fuga entre ellos. Las categorías generales para tal tipo de bombas son, engranes, paletas y pistones, pero hay muchas variaciones en cada uno de estos tipos. El volumen de las cavidades internas el cual se incrementa o reduce en cada rotación es llamado el desplazamiento y es usualmente expresado en C.I.R.(pulgadas cúbicas por revolución). El volumen del flujo de tales bombas es directamente proporcional a la velocidad de la flecha y es catalogado como GPM(galones por minuto). A ciertas r.p.m. (nota: 231 pulgadas por minuto es = 1 galón). Debido a los ajustes precisos entre los elementos de la bomba, la más alta presión que puede ser bombeada eficientemente. Esta es la razón por la que las bombas de pistones tienen rangos de presión más altos que los otros tipos, es más práctico construir estas bombas con un ajuste interno más preciso.

En contraste con las bombas de desplazamiento positivo, hay del tipo de impelente o del tipo centrífugo. Su impelente no hace un ajuste preciso con la carcasa así que hay una cantidad grande de fugas internas. Por lo tanto, estas bombas están limitadas a producir un máximo de presión que no son suficientes para la mayoría de las aplicaciones prácticas en sistemas hidráulicos. Son utilizadas mayormente para trabajos secundarios, para mover volúmenes grandes de aceite pero a una presión máxima de 20 a 30 PSI y son raramente utilizadas para producir el flujo de la fuerza fluida.

En una bomba de desplazamiento positivo de ajuste preciso, si el flujo del aceite es bloqueado, la bomba va continuar acumulando presión hasta el límite de los caballos de fuerza disponibles de la flecha conductora, o hasta que algo se rompa una línea, una

válvula, o la carcasa de la bomba. Por esta razón una bomba debe ser descargada en lugar de bloqueada durante el tiempo en que en el ciclo de la maquina no se requiere el flujo. La Fig. 2.1 muestra el principio de las bombas de desplazamiento positivo.

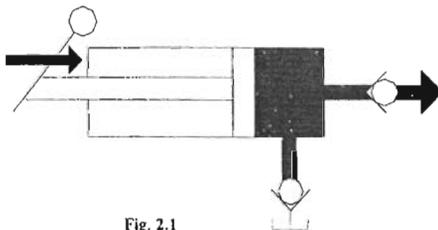


Fig. 2.1

En teoría, una bomba suministra una cantidad de fluido igual a su desplazamiento por ciclo o revolución. En realidad el desplazamiento efectivo es menor debido a las fugas internas. A medida que aumenta la presión las fugas desde la salida de la bomba hacia la entrada o al drenaje también aumentan y el rendimiento volumétrico disminuye.

El rendimiento volumétrico es igual al caudal real de la bomba dividido por el caudal teórico. Se expresa en la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia Volumétrica} = \frac{\text{Caudal real}}{\text{Caudal teórico}}$$

Una bomba viene caracterizada por su presión máxima de funcionamiento y su caudal de salida a una velocidad de rotación dada.

La presión nominal de una bomba viene determinada por el fabricante y está basada en una duración razonable en condiciones de funcionamiento determinadas. Es importante observar que no existe un factor de seguridad normalizado correspondiente a esta estimación. Trabajando a presiones más elevadas se puede reducir la duración de la bomba o causar daños serios.

Con la clasificación como bomba de desplazamiento positivo significa que exceptuando los cambios de rendimiento, la salida de la bomba es constante, aislada de la entrada, de forma que cualquier cosa que entre se ve obligada a salir por el orificio de salida.

El único objetivo de una bomba es dar caudal. Aunque existe la tendencia de culpar a la bomba por la pérdida de presión, con pocas excepciones la presión puede perderse solamente cuando hay fugas que desvían todo el caudal procedente de la bomba.

No se requiere de un sistema de lubricación externo para lubricar las bombas hidráulicas, dado que el fluido que está siendo bombeado sobre los rodamientos de la flecha. No solo mantiene los rodamientos lubricados, se lleva también el calor generado por la fricción del rodamiento.

El fluido debe tener características de lubricante. Este no es un problema cuando se bombea aceite hidráulico, pero debe ser puesto en consideración cuando se bombean otros fluidos.

EL agua no debe ser bombeada con cualquiera de las bombas diseñadas para servicio hidráulico en aplicaciones móviles o industriales. Fluidos resistentes al fuego incluyendo al fosfato éster y agua con una emulsión lubricante pueden usualmente ser manejados Por la mayoría de las bombas, pero para conseguir un ciclo de vida útil satisfactorio pudiera ser necesario operarlos por debajo del rango considerado para aceite.

La vida de una bomba varía dependiendo del fabricante y del tipo de aplicación. Las bombas fabricadas para servicio industrial son generalmente diseñadas con rodamientos más grandes para dar un tiempo de vida más largo que las diseñadas para aplicaciones en maquinaria móvil.

El utilizar una bomba para servicio de maquinaria móvil en aplicaciones industriales resultaría en un tiempo de vida insatisfactorio.

Aparte de los rodamientos la vida útil de una bomba depende además de otros factores que son responsabilidad del usuario. Tales como sistemas de filtración, limpieza de aceite, cantidad de carga lateral o en los extremos aplicados a la flecha, temperatura del aceite, grado de cavitación a la entrada de la bomba. El fabricante de la bomba no tiene control sobre estos factores.

En la actualidad se encuentran en uso dos tipos de bombas de desplazamiento positivo:

- a) Reciprocantes
- b) Rotatorias

BOMBAS ROTATORIAS

Las bombas rotatorias son bombas en las cuales la acción principal de bombeo es originada por el movimiento relativo entre los elementos rotatorios de la bomba y los estacionarios. Su movimiento rotatorio las distingue de las bombas alternativas de desplazamiento positivo en las que el movimiento principal de los elementos en movimiento es alteranativo. La naturaleza del desplazamiento positivo de su acción de bombeo las distingue de la clase general de bombas centrífugas, en que el desplazamiento del líquido y la acción de bombeo depende en gran parte de la velocidad desarrollada del líquido.

Es característica de una bomba rotatoria de desplazamiento positivo, que el líquido desplazado en cada revolución de la bomba sea independiente de la velocidad.

Otra característica de las bombas rotatorias es la de mantener un sello continuo entre los orificios de entrada y de salida de la bomba por la acción y posición de los elementos de bombeo y los cerrados claro de operación de la bomba. Por lo tanto, las bombas rotatorias generalmente no requieren de arreglos de válvulas de entrada y salida, como lo hacen las bombas alternativas.

Las bombas rotatorias son útiles para el manejo tanto de fluidos como de líquidos, en donde **fluido** es un término general que incluye líquidos, gases, vapores y mezclas de ellos y a veces incluyendo sólidos en suspensión y en donde **líquido** es un término más específico que se limita a los líquidos verdaderos que son relativamente incompresibles y relativamente libres de gases vapores y sólidos.

PARTES DE UNA BOMBA ROTATORIA

La cámara de bombeo se define generalmente como el espacio interior de la bomba que puede contener el fluido bombeado, mientras la bomba está en operación. Los fluidos entran a la cámara de bombeo a través de uno o más orificios de entrada y la abandonan a través de uno o más orificios de salida, todos los cuales incluyen generalmente arreglos para conexiones herméticas a prueba de líquidos o a prueba de aire, a los sistemas exteriores del fluido. El cuerpo es la parte de la bomba que rodea los límites de la cámara de bombeo y se llama a veces carcasa o alojamiento. En algunas bombas rotatorias el cuerpo puede ser también un ensamble rotatorio, pero en la mayoría de los tipos es estacionario y a veces se llama estator. Las placas extremas son aquellas partes del cuerpo o separadas del que cierran los extremos del cuerpo para formar la cámara de bombeo. A veces se llaman cubiertas de la bomba. El ensamble rotatorio generalmente incluye todas las partes de la bomba que giran cuando la bomba está en operación, mientras que el rotor es la parte específica del ensamble rotatorio que gira dentro de la cámara de bombeo. A los rotores se les pueden dar nombres específicos de bombas rotatorias. Estos pueden llamarse engranes tornillos, etc. la mayoría de las bombas rotatorias están acopladas mecánicamente a la fuente motriz, algunas están acopladas magnética o electromagnéticamente a la fuente motriz por medio de configuraciones llamadas transmisiones sin sello.

Los sellos de las bombas son de dos tipos generales, estáticos y móviles. Los sellos estáticos proporcionan un sello hermético a prueba de líquido o aire entre las parte

estacionarias desmontables de la cámara de bombeo y los sellos móviles se usan en lugares limítrofes de la cámara de bombeo, a través de los cuales pasan los elementos móviles, generalmente ejes. Los sellos móviles también se forman entre los rotores de la bomba, a través de la cual pasa un eje, se llama cámara de sellado y las fugas a través de la cámara de sellado se controlan ya sea con un sello radial, el cual sella sobre su diámetro exterior por medio de un ajuste de interferencia con su agujero correspondiente o en el eje rotatorio con una superficie deslizante cargada radialmente, o bien con un sello mecánico, en el cual dos caras del sello están cargadas axialmente y en sentido opuesto, manteniéndose una junto a la otra todo el tiempo. A veces se usa un estopero en vez de una cámara de sellado. Un material compresible, llamado empaque, se comprime en el estopero por medio de una parte llamado prensaestopas, que mantiene el empaque en contacto íntimo con las superficies estacionarias y rotatorias en la caja del estopero. La presión en el orificio de salida y en la parte de la salida de la cámara de bombeo se obstruye o se bloquea, por ello se utilizan válvulas de alivio para limitar la presión, abriendo un pasaje auxiliar a determinada presión. La válvula puede ser integral con el cuerpo, integral con una plaza extrema o sobrepuesta. La baja velocidad del fluido (relativa a algunas bombas centrífugas, que está pasando a través de las cámaras de una bomba rotatoria, permite algún control de la temperatura de la bomba o del fluido en la bomba, mediante pasajes o chaquetas en o sobre el cuerpo de la bomba o placas extremas, a través de las cuales se puede hacer circular un fluido auxiliar para transferir calor hacia o desde el fluido de la bomba. Tales bombas se llaman bombas enchaquetadas o encamisadas.

Existen varios tipos de bombas rotatorias que a su vez tienen algunas variantes, el objetivo del presente trabajo es mostrar los tipos de bomba principales considerando que cada uno de ellos tiene sus propias características de diseño y sus propias variantes. En donde se usan ejes motrices la dirección de rotación generalmente aceptada como en el sentido de las manecillas del reloj o en el sentido contrario a las manecillas, viendo la bomba desde el extremo del eje motriz. En las bombas de desplazamiento positivo de rotor múltiple, el par se puede transmitir a los rotores y mantener la relación angular entre ellos mediante la acción de engranes sincronizadores, a veces llamados engranes pilotos. En ciertas bombas de paletas y de pistones, el desplazamiento puede variarse desde cero hasta el máximo.

TIPOS DE BOMBAS ROTATORIAS DE DES PLAZAMIENTO POSITIVO

Bombas de engranes

Las bombas de engranes son bombas rotatorias en las cuales hay dos o más engranes para efectuar la acción de bombeo. Es característico que uno de los engranes sea capaz de conducir a los otros. Los contactos mecánicos entre los engranes forman una parte del sello fluido en movimiento entre los orificios de entrada y salida y las puntas exteriores radiales de los engranes y los lados de los engranes, forman una parte del sello fluido en movimiento entre los orificios de entrada y salida y las punta exteriores radiales de los engranes, se mueve a lo largo de las superficies de los dientes y después brinca en forma

discontinuada de diente en diente a medida que él engrane gira. En una bomba de engranes externos, éstos están situados lateralmente. Cuando los dientes engranan, se crea un vacío parcial en la entrada, aspirando el fluido en las cámaras formadas entre los dientes. Estas cámaras transportan el fluido por la parte exterior de los engranes, donde es impulsado fuera cuando los dientes engranan otra vez a la salida. Cuando los dientes engranan, el fluido que está en la cámara desarrolla un nivel elevado de presión. Unas muescas de descompresión mecanizadas en las placas laterales descomprimen este fluido. El fluido a presión se canaliza en una ranura para lubricar los cojinetes. La figura 2.2 muestra una bomba de engranes externos.

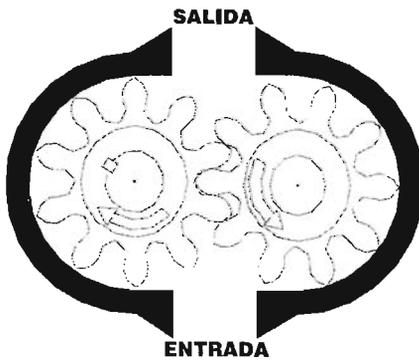


Fig. 2.2

BOMBAS DE ENGRANES INTERNOS

Una bomba de engranes internos es aquella en la cual los dos engranes o elementos de bombeo están uno dentro del otro como se muestra en las figuras 2.3 y 2.4. En una bomba típica de engranes internos el diseño está formado por un engranaje externo que engrana con los dientes que están en el interior del engranaje mayor, el cual está acoplado a la flecha con una cuña al engranarse él engrane interno arrastra con él al externo.

El aceite se mueve a través de las aberturas de la bomba por las cavidades abiertas entre los dientes en el lado de adentro y el engranaje de los dientes en el lado del lado de descarga. Un divisor estacionario de forma de media luna separa las porciones del fluido de la succión y de la descarga.

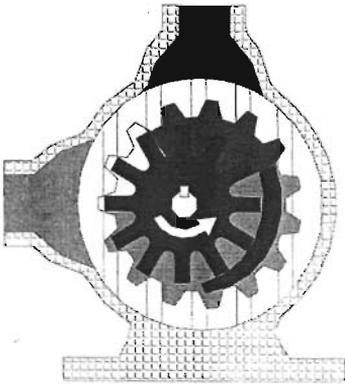


Fig. 2.3

Al igual que la mayoría de las bombas de engranes, la rotación de la flecha debe ser especificada en una dirección para evitar que se reviente el sello de la flecha. Como el tipo de engranes externos estas bombas son de desplazamiento constante y están disponibles en configuraciones simples y múltiples. El método de alimentación de aceite dentro y fuera de los elementos varía de alguna forma de las bombas estándar de engranes externos. El volumen a entrada abierta de la cámara de bombeo está

definido por las paredes del cuerpo y por las superficies de los dientes de los engranes entre los puntos del sello fluido en donde cada punta del diente del engrane llega y sella con las paredes del cuerpo a medida que deja el volumen a entrada abierta.

BOMBA TIPO GEROTOR

Es otro tipo de bomba de engranes internos. Fig. 2.5 con un engranaje o "gerotor" dentro de otro. El flujo de aceite es producido al abrirse o cerrarse las cavidades internas en cada revolución de la flecha.

El gerotor interno es el elemento conducente y está acoplado a la flecha con una cuña. Se engrana con el gerotor externo y ambos elementos giran dentro de una cavidad de la carcasa. El elemento interno tiene un diente menos. Esto causa una progresión rotacional en la posición relativa de un elemento contra el otro. Por ejemplo, un cierto diente del elemento interno avance hasta la próxima ranura en cada giro de la flecha.

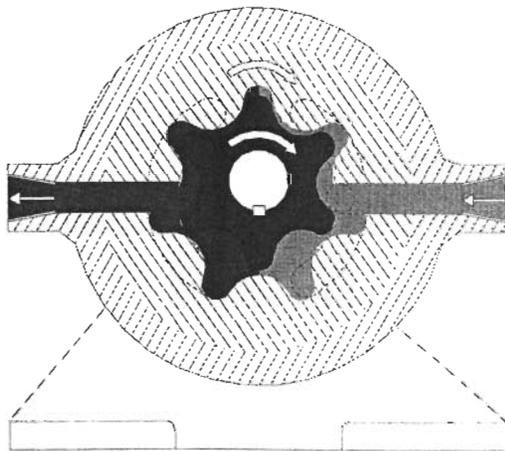


Fig. 2.5

El fluido entra y sale de los espacios de los dientes a través de unas aberturas en forma de riñón en las placas laterales. Estas aberturas están conectadas a los puertos de entrada y de salida. Son mostradas con líneas punteadas en el dibujo.

Cada diente del elemento interno está en contacto deslizante con la superficie del elemento externo y nunca pierde contacto con él, manteniendo de esa manera un sellado preciso entre los elementos previniendo así fugas de regreso cuando el aceite está siendo movido a través de la bomba. Al girar los elementos, se crea un vacío al empezar los dientes a separarse en la posición del punto muerto superior. Este vacío jala el aceite del puerto de entrada a través de las aberturas de forma de riñón en las placas laterales para llenar las cavidades que están abriendo. Cuando la posición de centrado es alcanzada los dientes empiezan a acoplarse, cerrando las cavidades entre los dos elementos y empujando el aceite hacia el puerto de salida a través de las aberturas laterales de forma de riñón.

BOMBA DE PALETAS

El principio de funcionamiento de una bomba de paletas se basa en lo siguiente: Un rotor ranurado está acoplado al eje de accionamiento y gira dentro de un anillo ovalado. Dentro de las ranuras del rotor están colocadas las paletas que siguen la superficie interna del anillo cuando el rotor gira.

Debido a que el anillo y el rotor son concéntricos las cámaras van aumentando de tamaño, creando un vacío parcial que aspira fluido por el orificio de entrada. Cuando pasan por el centro, estas cámaras van disminuyendo de tamaño, impulsando el fluido hacia la salida. El desplazamiento de la bomba depende de la anchura del anillo y del rotor y de la distancia que la paleta puede extenderse desde la superficie del rotor a la del anillo.

El contacto entre la superficie interna del anillo y la punta de las paletas significa que ambos están sometidos al desgaste. Para mantener un grado constante de contacto, las paletas salen más de sus ranuras cuando se desgastan. Las bombas de paletas cubren la zona de caudales pequeños y medios con presiones de funcionamiento hasta 3000psi. Son confiables, de rendimiento elevado, y de fácil mantenimiento. Además tienen un bajo nivel sonoro y una larga duración

BOMBA DE PALETAS DE DESPLAZAMIENTO VARIABLE CON COMPENSACIÓN DE PRESIÓN

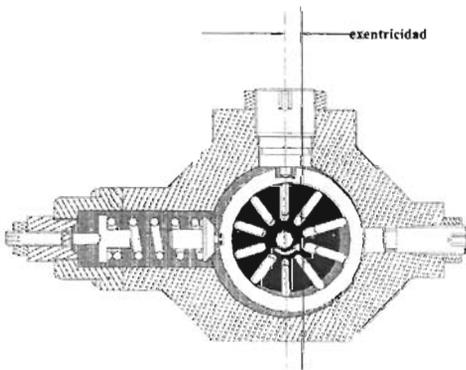


figura 2.6

La construcción de una bomba con un anillo circular tiene una capacidad más bien limitada debido a que no está equilibrada hidráulicamente (cargas laterales sobre el eje).

El desplazamiento de una bomba de paletas no equilibrada puede cambiarse o reducirse a cero mediante controles externos, tales como un volante o un compensador de presión.

El control desplaza al anillo haciendo variar la excentricidad de este y el rotor, reduciendo y aumentando así las dimensiones de la cámara de bombeo. La figura 2.6 muestra una bomba de paletas

Otros controles opcionales disponibles para estas bombas incluyen:

- Sensor de carga
- Sensor de carga con limitador de presión
- Compensador por presión con válvula de descarga
- Compensador por presión con electroválvula para dos o tres ajustes de presión.
- Compensador por presión con control hidráulico A distancia.

Diseño EQUILIBRADO:

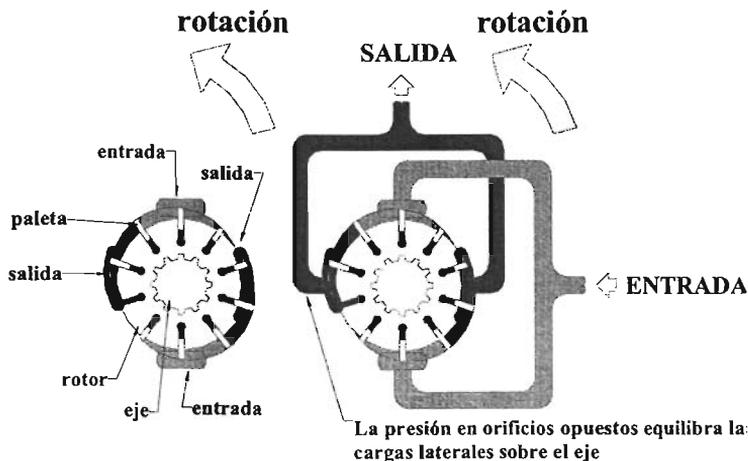


figura 2.7

El funcionamiento de estas bombas es esencialmente el mismo que el de las bombas no equilibradas exceptuando que el anillo es elíptico en vez de circular. Esta configuración permite utilizar dos conjuntos de orificios internos en lados opuestos del rotor que están conectados mediante pasajes dentro del cuerpo. Debido a que los orificios están separados entre sí 180°, las fuerzas de presión sobre el rotor se cancelan evitándose así, las carga laterales sobre el eje y los cojinetes. La figura 2.7 representa el funcionamiento de una bomba de paletas equilibrada.

BOMBAS DE PISTONES

Todas las bombas de pistones funcionan según el principio de que un pistón, moviéndose alternativamente dentro de un onficio, aspirará fluido al retraerse y lo expulsará en su carrera hacia delante. Los dos diseños básicos son radial y axial; ambos están disponibles con desplazamiento fijo o variable. Una bomba radial tiene los pistones dispuestos radialmente en un bloque de cilindros o barrilete, mientras que en las unidades de axiales, los pistones son paralelos entre sí y con el eje de barrilete. Existen dos versiones para este último (con una placa inclinada y en ángulo).

BOMBAS DE PISTONES RADIALES

En una bomba radial, el bloque de cilindros gira sobre un pivote estacionario y dentro de un anillo circular o rotor. A medida que el bloque va girando, la fuerza centrífuga, la presión hidráulica o alguna forma de acción mecánica, obliga a los pistones a seguir la superficie interna del anillo, que es excéntrico con relación al bloque de cilindros. Al tiempo que los pistones se desplazan alternativamente en sus cilindros, los orificios localizados en el anillo de distribución les permite aspirar el fluido cuando se mueven hacia fuera y descargarlo cuando se mueven hacia adentro. En las fig. 2.8 y 2.9 se muestra la configuración de una bomba de pistones radiales y la variación del desplazamiento de la bomba.

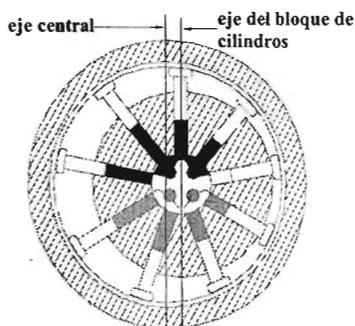


Fig. 2.8

VARIACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO DE LA BOMBA

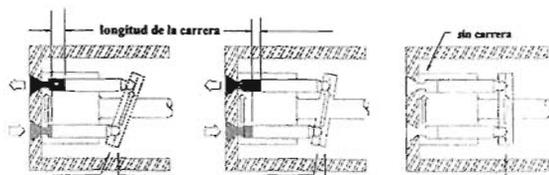


Fig. 2.9

El desplazamiento de la bomba viene determinado por el tamaño y número de pistones y, naturalmente por la longitud de su carrera.

BOMBA DE PISTONES AXIALES

En las bombas de pistones en línea, el conjunto de los cilindros y el eje estacionario tienen la misma línea central y los pistones se mueven alternativamente en sentido paralelo al eje.

BOMBA DE PISTONES EN LINEA

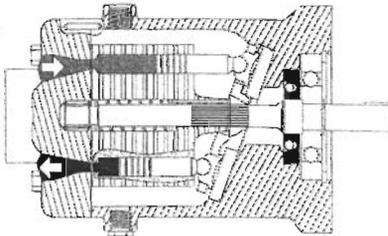


Fig. 2.10

El eje de accionamiento hace girar al barrilete, conteniendo los pistones, que están ajustados en sus alojamientos y conectados mediante patines y una placa de soporte, de forma que los patines y la placa de soporte están apoyados sobre una placa circular inclinada (placa de presión).

A medida que el barrilete gira los patines siguen la inclinación de la placa haciendo que los pistones tengan un movimiento alternativo.

FUNCIONAMIENTO DEL COMPENSADOR

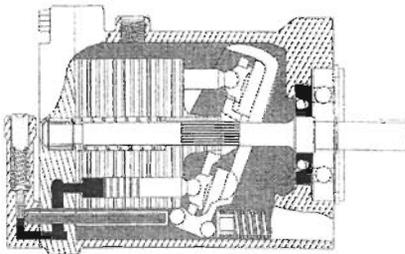


Fig. 2.11

El funcionamiento del compensador de una bomba de pistones consiste en que el control es una válvula compensadora equilibrada, entre la presión del sistema y la fuerza del muelle, un pistón controlado por la válvula para mover el bloque y un muelle de retorno de este. Cuando la presión es inferior al taraje del muelle el muelle de retorno del bloque sitúa a este en su posición de inclinación

máxima, que corresponde al desplazamiento máximo. A medida que la presión del sistema va aumentando, actúa en el extremo de la corredera de la válvula; cuando la presión es lo suficientemente elevada para vencer su muelle, la corredera se desplaza y el aceite entra en el pistón del bloque, que es actuado por el aceite a presión y disminuye el desplazamiento de la bomba. Si la presión del sistema disminuye, la corredera se mueve en sentido contrario. Las fig. 2.10 y 2.11 muestran la configuración y funcionamiento de una bomba de pistones axiales.

CAPITULO III

Controles de dirección

En esta sección se hace un resumen sobre válvulas de control direccional, características principales, como métodos de actuación, manual, mecánico, hidráulico y eléctrico, haciendo un enfoque especial en el del mando tipo eléctrico, comparando la operación de un solenoide operado por C.A. y uno operado por C.C. ventajas que ofrece la operada por CC. Y sus aplicaciones, funcionamiento de las válvulas de 1,2,3 y 4 vías, operadas por solenoide, operadas por piloto- controladas por solenoide, representación gráfica de las válvulas y configuración de las válvulas antirretorno y deceleración, características y aplicaciones.

CONTROLES DE DIRECCIÓN

Las válvulas direccionales como su nombre lo indica son para controlar la dirección del caudal. Aunque todas realizan esta función, estas válvulas varían considerablemente en construcción y funcionamiento. Se clasifican según sus características principales tales como:

Tipo de elemento interno: Obturador (pistón o esfera), corredera rotativa o deslizante.

Métodos de actuación: Manuales, mecánicos, neumáticos, hidráulicos, eléctricos o combinaciones de estos.

Numero de vías: dos, tres o cuatro vías.

VÁLVULAS ANTIRRETORNO

En su forma más sencilla, una válvula antirretorno es una válvula que permite el paso libre del aceite en una dirección y lo bloquea en otra. El símbolo gráfico para esta válvula es una esfera y su asiento.

Un muelle ligero generalmente equivalente a 5psi(0.34bar)(34.47kpa), mantiene el obturador en la posición normalmente cerrada. Hay disponibles otros tarajes de muelle para satisfacer aplicaciones especiales. En la dirección de paso libre el obturador se abre a una presión equivalente al taraje del muelle, permitiendo que el fluido pase por la válvula. Con conexiones cilíndricas o cónicas estas válvulas antirretorno en línea están disponibles para un amplio intervalo de caudales hasta 100GPM (378.53LPM). Las figuras 3.1 a y b representan el símbolo y la configuración de una válvula antirretorno respectivamente.

SIMPLE (BOLA Y ASIENTO)

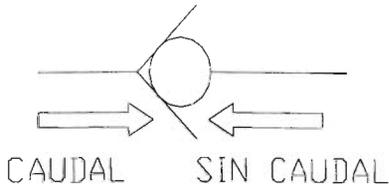


Fig. 3.1 a

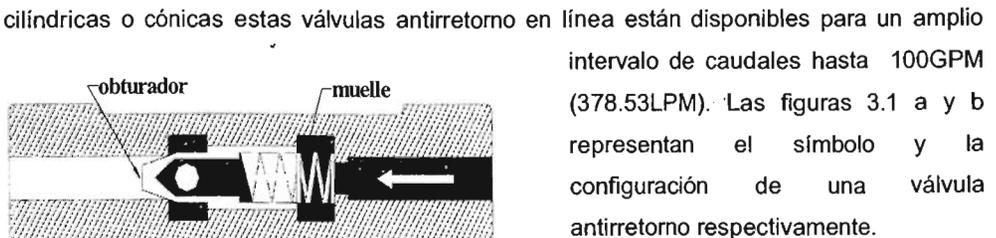


Fig. 3.1 b

Las válvulas antirretorno, son conectadas en otras válvulas tales como las de secuencia, reductoras de presión, de control de flujo, de contrabalance, etc. Para permitir que el fluido fluya libremente en la dirección de retorno. Estas aplicaciones son típicas en líneas que conectan una válvula de control direccional con un cilindro donde el fluido debe fluir en ambas direcciones al avanzar o retornar el cilindro. muy a menudo la válvula de retención es construida dentro del mismo cuerpo como un componente.

Válvulas antirretorno en ángulo recto

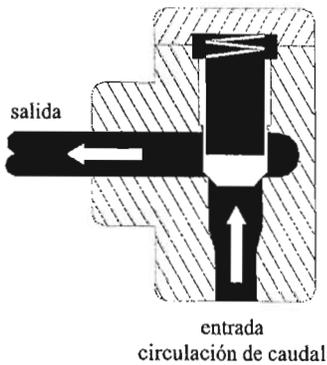


Fig. 3.2

Las válvulas antirretorno en ángulo recto. (Fig. 3.2) han sido diseñadas de forma que los orificios de entrada y de salida están en ángulo recto. Este diseño permite el paso de caudales más elevados con menos pérdida de carga. Para aumentar su duración, llevan generalmente asientos y obturadores de acero endurecido. Este tipo de válvulas está disponible con orificios roscados, cilíndricos o cónicos para montar con bridas. La capacidad de caudal llega hasta aproximadamente 30gpm (135.59lpm).

Válvulas antirretorno con retorno restringido

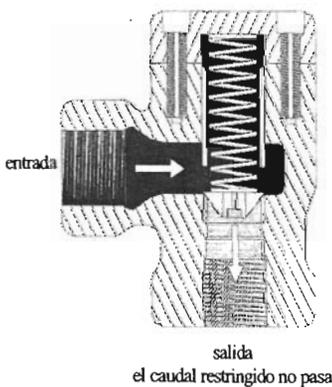


Fig. 3.3

Una válvula antirretorno con retorno restringido Fig. 3.3 es una modificación de una válvula antirretorno simple. Un tapón perforado está situado en el pistón de la válvula para permitir un caudal restringido en la posición normalmente cerrada. Estas válvulas se utilizan típicamente para controlar la descompresión del aceite en las prensas grandes antes de desplazar la corredera de la válvula principal.

Válvulas antirretorno pilotadas

Las válvulas antirretorno pilotadas están diseñadas para permitir el paso libre del fluido en una dirección y para bloquear el caudal de retorno en la dirección opuesta, hasta que la válvula se abra debido a la acción de un pilotaje exterior. Existen dos modelos distintos de válvulas antirretorno pilotadas: pilotadas para abrir y pilotadas para cerrar.

Pilotadas para abrir: Estas válvulas similares a las válvulas antirretorno de mando directo, han sido diseñadas para permitir el paso libre del caudal en una dirección e impedirlo en la dirección opuesta. La diferencia consiste en que el caudal puede pasar en ésta última

dirección cuando se aplica una presión al orificio de pilotaje. Estas válvulas tienen unas fugas internas muy pequeñas y se utilizan típicamente para mantener un cilindro en reposo hasta que se actúe la válvula direccional principal. Las figuras 3.4a y 3.4b representan una válvula pilotada para cerrar

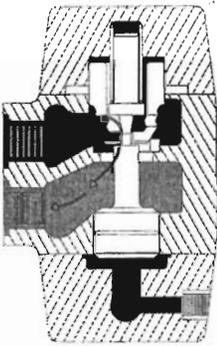


Fig. 3.4 a

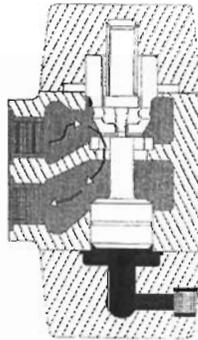


Fig. 3.4 b

Pilotadas para cerrar

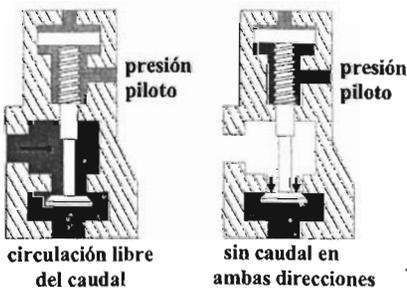


Fig. 3.5

Estas válvulas (figura 3.5) son menos corrientes que las anteriores y han sido diseñadas para permitir el paso del caudal en la posición de paso libre hasta que se aplica una señal de pilotaje al orificio auxiliar.

La aplicación más corriente es en los circuitos con acumuladores, donde por razones de seguridad se desea un vaciado automático de este cuando para la máquina.

VÁLVULAS DE DOS, TRES Y CUATRO VIAS

La función básica de estas válvulas es dirigir el caudal de entrada desde el orificio **P** a cualquiera de los dos orificios de salida. El número de orificios por los que el fluido debe pasar determina si la válvula es de dos, tres o cuatro vías.

VÁLVULAS DE MANDO DIRECTO

Un operario o un actuador acciona la corredera o elemento giratorio de una válvula direccional de mando directo. Los cinco tipos de mando directo son: manual, mecánico, neumático, hidráulico y eléctrico.

Mando manual: Este mando generalmente es una placa sencilla conectada a la corredera mediante algún tipo de unión

Mando mecánico: Los mandos mecánicos son dispositivos tipo rodillo o pistón. Cuando se acciona mediante algún dispositivo mecánico.

Mando neumático: Este mando utiliza aire a presión aplicado a un pistón, para mover la corredera. Las piezas de este tipo de mando se fabrican normalmente de aluminio u otro material no corrosivo.

Mando hidráulico: El mando hidráulico utiliza el aceite a presión para mover la corredera. Debido a que el caudal de pilotaje debe controlarse por la propia válvula .

Mando eléctrico: Estos mandos se denominan normalmente solenoides, existen dos tipos de solenoides, los del tipo todo/nada debido a que después de recibir una señal eléctrica su núcleo está completamente dentro o fuera, el otro tipo de solenoide tiene características especiales son llamadas válvulas proporcionales las cuales poseen muchas de las características de control de las más sofisticadas servoválvulas sin su complejidad de diseño y su elevado costo.

Un solenoide está formado por dos partes básicas: una bobina y un núcleo. Al excitar eléctricamente a la bobina, se crea un campo magnético que atrae al núcleo que empuja la corredera o la varilla actuadora cuando son atraídos por el campo magnético. Los dos diseños de solenoides utilizados actualmente son los de entrehierros de aire y de aceite. En el primer tipo Fig. 3.6 un espacio de aire separa el núcleo del sistema hidráulico.

La acción directa es posible solamente en carretes de válvulas donde la fuerza para

posicionarlos no exceda de unas pocas libras por lo tanto están limitadas a aplicaciones de bajo flujo o de baja fuerza.

En el diseño de entrehierro de aceite Fig. 3.7, todas las piezas móviles del solenoide funcionan dentro del fluido hidráulico del sistema, eliminando la necesidad de una junta dinámica.

Una bobina encapsulada rodea a un tubo central que retiene el núcleo y el fluido del sistema. Únicamente utilizan dos juntas: una junta

estática en el lugar en que el tubo central está atornillado en la válvula y otra junta estática en el pasador del accionamiento manual que solo actúa dinámicamente cuando éste se empuja.

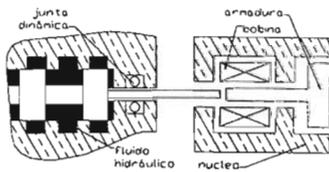


Fig. 3.6

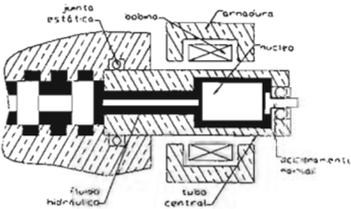


Fig. 3.7

CORRIENTE ALTERNA Y CORRIENTE CONTINUA

Los solenoides pueden funcionar con una u otra corriente (CA) o (CC). Los diseños son ligeramente diferentes pero el principio de funcionamiento es el mismo. Si el núcleo del solenoide no puede finalizar su carrera, continúa extrayendo una corriente elevada y eventualmente puede quemarse. Los solenoides de CC extraen una corriente constante cuando se excitan y han sido diseñados para poder funcionar con corrientes elevadas. Este diseño elimina el quemado de la bobina como resultado de una carrera incompleta o ciclos de frecuencia muy elevados.

VÁLVULAS OPERADAS POR PILOTO CONTROLADAS POR SOLENOIDE

Una válvula "operada por piloto" es aquella en la cual el carrete principal es posicionado no directamente por el solenoide sino por una presión de fluido que viene del puerto de entrada. El solenoide abre y cierra un orificio miniatura de la válvula de control para aplicar presión al extremo del carrete. Aun que la presión de posicionamiento es generalmente tomada del puerto de entrada a través de un pasaje interno, puede también ser traída de una fuente externa a través de un puerto en la base de la válvula.

Modelo de Solenoide sencilla:

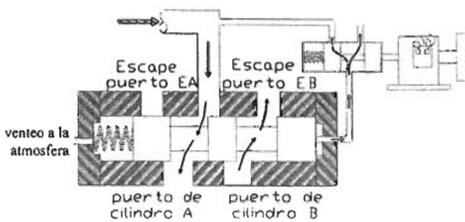


Fig. 3.7

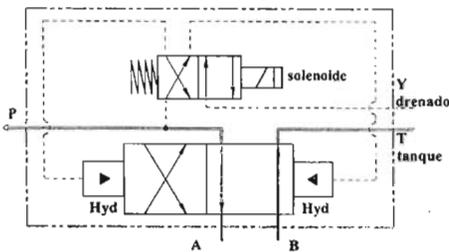


Fig. 3.8

La válvula es construida en dos secciones. La primera sección es la sección piloto e incluye una válvula de tres vías o de cuatro vías de acción directa de mando miniatura, operada por una solenoide montada "sobre la espalda" en el cuerpo de la válvula la cual está ajustada para el rango de flujo. Las figuras 3.7 y 3.8 muestran su configuración y símbolo respectivamente.

Una base de montaje es maquinada sobre la superficie del cuerpo principal. La sección piloto es atornillada a esta base con conexiones al cuerpo principal a través de agujeros que se comunican y son sellados con anillos "O". la posición del carrete principal debido a la abertura de la válvula miniatura se mantendrá en el lado derecho mientras el solenoide permanezca energizada. Cuando el solenoide es desenergizada el aceite de entrada es bloqueado en el carrete piloto y el extremo derecho del carrete principal se convierte en venteador al depósito. El carrete retorna a su posición "normal" en el lado derecho del alojamiento debido a la acción de un resorte.

VÁLVULA DE DOBLE SOLENOIDE TRES POSICIONES

Esta válvula hidráulica es de tres posiciones, centrada por resorte, centro cerrado. La pequeña válvula montada en la espalda controla el posicionamiento del carrete principal. Esta válvula piloto tiene un carrete de centro flotante. Con ambas solenoides no energizadas ambos extremos del carrete están ventados al depósito y el centrado por resortes coloca al carrete a la posición neutral al centro. La Fig. 3.9 muestra una válvula de doble solenoide tres posiciones y cuatro vías.

Con ambas solenoides no energizados el carrete piloto y el carrete principal están ambos en la posición neutral al centro. Al energizar el solenoide de la derecha provoca que el

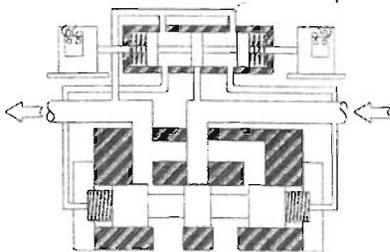


Fig. 3.9

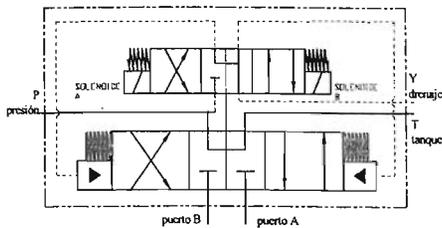


Fig. 3.10

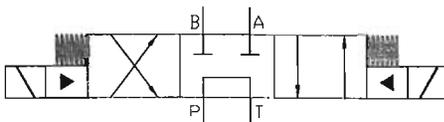


Fig. 3.11

carrete se mueva hacia la izquierda, abriendo un pasaje para el aceite a alta presión del puerto principal P para fluir por el carrete piloto y adentro del extremo derecho del carrete principal. El carrete se moverá entonces hacia la izquierda dado que

su extremo izquierdo está ventado hacia el depósito (o a la atmósfera).

El símbolo gráfico como se muestra en su forma completa (Fig. 3.10) a manera de ilustrar su funcionamiento es raramente utilizado en los

diagramas hidráulicos para tal fin se hace una representación simplificada de la válvula. (Fig. 3.11)

Existen varios tipos de correderas utilizadas una de las más populares

es el tipo tandem aquí mostrada. Este tipo de válvula así como la de corredera de centro abierto en la que la posición central está abierta al tanque, debe ser pilotada externamente.

VÁLVULAS DE DOS POSICIONES, DOBLE SOLENOIDE 4-VIAS

Al remover los resortes centradores del carrete principal de una válvula de doble solenoide tres posiciones – 4 vías, se va a eliminar la posición de centro neutral. Al energizar uno de los solenoides va a causar que el carrete principal se mueva hacia la dirección opuesta y se mantendrá ahí aún después de que el solenoide del lado opuesto se energice. El mismo tipo de válvula “montada a la espalda”, de tres posiciones con carrete de centro flotante puede ser utilizado igual en una válvula de dos posiciones. Para evitar que el carrete principal se mueva fuera de su posición debido a la vibración de la máquina o debido al flujo excesivo, el carrete principal debe ser detenido y la válvula montada con el carrete en posición horizontal.

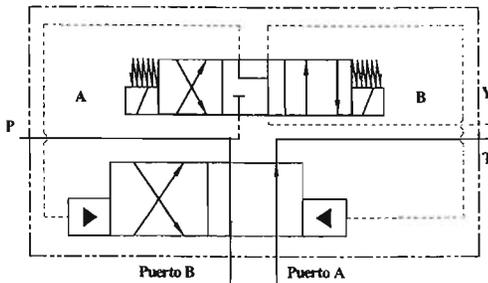


Fig. 3.12 a

En las figuras 3.12a y 3.12b se muestran los símbolos completo y simplificado respectivamente de una válvula de dos posiciones doble solenoide, cuatro vías.

Utilizando la flexibilidad y la potencia de la hidráulica, las válvulas de dos etapas pueden controlar grandes volúmenes de fluido. Si el orificio de presión se conecta al depósito como en el caso de las correderas abiertas y tandem, debe instalarse una válvula antirretorno con un muelle fuerte en la línea del tanque para crear una presión de pilotaje. Puesto que las válvula de dos etapas pueden, como opción, drenarse internamente al orificio principal del depósito, un antirretorno en el orificio del tanque no serviría.

Una alternativa sería obtener la presión piloto de otra procedencia y utilizar una válvula pilotada externamente.

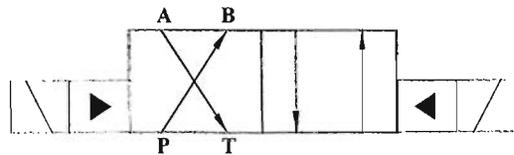


Fig. 3.12 b

POSICIONES CENTRALES

CENTRO ABIERTO

En la posición central todos los puertos están abiertos uno a otro y al tanque, Fig. 3.13 es utilizado más frecuentemente con motores hidráulicos que con cilindros, algunas veces es llamado "corredera de motor".

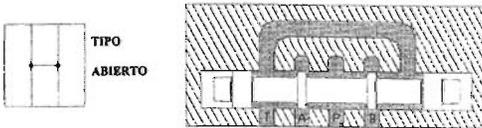


Fig. 3.13

CENTRO CERRADO

En la posición central todos los puertos son bloqueados uno del otro y del tanque, Fig. 3.14. Puesto que la corredera no proporciona a la bomba una vía de descarga cuando es centrada, por lo que se debe utilizar un sistema de descarga alternativo para la bomba como válvula de seguridad a la presión de trabajo.

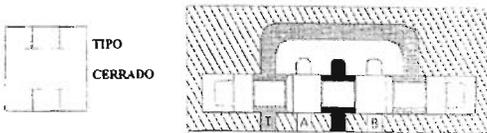


Fig. 3.14

CENTRO FLOTANTE

La posición neutral al centro de esta corredera bloquea la entrada de la válvula pero ventea ambos puertos de salida A y B al tanque, relevando de esa manera cualquier presión bloqueada en cualquiera de los puertos del cilindro, Fig. 3.15. Un cilindro conectado a los A o B es libre de "flotar" cuando el carrete es centrado, y el pistón puede ser jalado o empujado por una fuerza externa.

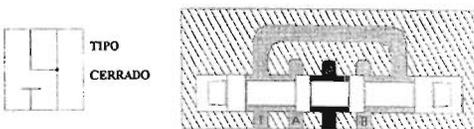


Fig. 3.15

CENTRO TIPO TANDEM

Este tipo de carrete es muy popular para sistemas hidráulicos de baja presión, porque cuando se posiciona en neutral para detener el movimiento del cilindro provee una ruta de flujo libre para el flujo de la bomba al depósito. Fig. 3.16. Aún que la bomba continúe girando la carga hidráulica es removida de la bomba y del motor que la maneja. Esta acción es llamada “descargando la bomba”. También los puertos del cilindro son bloqueados cuando la

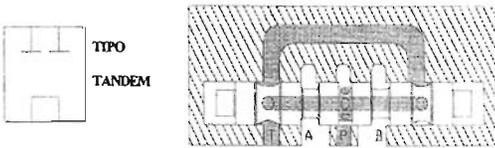


Fig. 3.16

corredera está en posición central lo cual sostiene el cilindro y evita que pierda su posición excepto cuando esto es causado por fugas de los sellos en las válvulas o fugas el pistón.

VÁLVULA ROTATIVA DE CUATRO VIAS

Una válvula rotativa de cuatro vías consiste simplemente en un rotor estrechamente ajustado dentro del cuerpo de la válvula. Fig 3.17. Los pasajes en el rotor conectan o bloquean los orificios de la válvula para obtener las cuatro vías de caudal. Si se desea puede incorporarse una posición central

El símbolo gráfico es el mismo que el de corredera deslizante y se fabrican para montarse en línea, sobre el panel, sobre placa base.

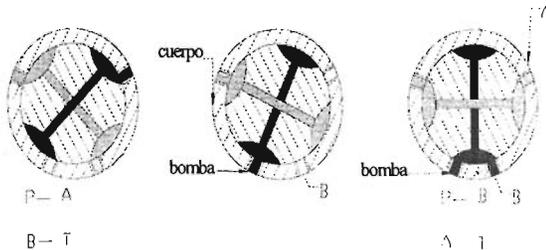


Fig. 3.17

Las válvulas rotativas se accionan manual o mecánicamente. Aunque pueden invertir el caudal dirigido a cilindros o motores, sin embargo se utilizan principalmente como válvulas piloto para controlar el caudal de pilotaje de las válvulas grandes.

VÁLVULAS DECELERADORAS

Los cilindros hidráulicos tienen frecuentemente, amortiguadores incorporados para decelerar pistones en los extremos de su carrera. Cuando es necesario decelerar un cilindro en alguna posición intermedia, decelerar o parar un actuador giratorio (motor), se requiere una válvula externa.

Algunas aplicaciones requieren que una válvula deje pasar el caudal cuando es accionada y lo corte cuando no se actúa sobre la corredera. En este caso se usa una válvula "normalmente cerrada".

La mayoría de las válvulas deceleradoras son accionada por leva con correderas cónicas como se muestra en la Fig. 3.18. Se usan para disminuir gradualmente el caudal que va o viene de un actuador y para detener suavemente o decelerar. Una válvula "normalmente

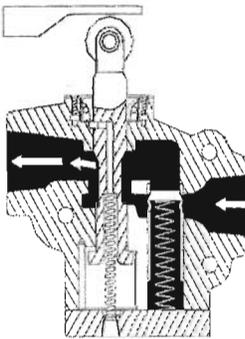


Fig. 3.18

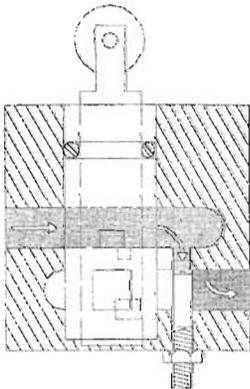


Fig. 3.19

abierta" va cortando el paso del aceite cuando su corredera es accionada por una leva. Puede utilizarse para decelerar el cilindro de un cabezal de taladro, desde el avance rápido al trabajo lento, o para detener suavemente las masas pesadas y prensas grandes.

Un diseño antiguo de válvula deceleradora utilizaba una corredera cónica para reducir el caudal cuando era accionado por una leva. Antes de que la corredera sea actuada el aceite pasa libremente de la entrada a la salida de

la válvula. Actuando gradualmente la corredera el caudal se va reduciendo. La válvula antirretorno incorporada permite la circulación libre del aceite en sentido contrario. Con valores de caudal bajos, sólo una parte de la carrera está disponible para el control. Este inconveniente ha sido superado en la válvula de orificio ajustable Fig. 3.19. Con una modificación al diseño original que permite la regulación Para cualquier caudal.

CAPITULO

IV

Controles de Presión

En el presente capítulo, se define el concepto de control de presión, la función que tiene un dispositivo de este tipo en un sistema hidráulico, clasificación general, funcionamiento y aplicación de cada válvula seleccionada. Comparativo gráfico del rendimiento entre una válvula operada por piloto sobre una válvula de acción directa, principio de venteo, diferentes arreglos para operar sistemas hidráulicos, válvulas de cartucho, configuración aplicaciones, ventajas y limitaciones.

CONTROLES DE PRESION

Las válvulas de control de presión realizan funciones tales como limitar la presión máxima de un sistema o regular la presión reducida en ciertas partes de un circuito, y otras actividades que implican cambios en la presión de trabajo. Su funcionamiento se basa en un equilibrio entre la presión y la fuerza de un muelle.

Las válvulas utilizadas para control en los sistemas de fuerza hidráulica pueden ser clasificadas en tres grupos de acuerdo a sus funciones generales. Para entender porque es necesario el uso de los controles de presión, es necesario comprender con claridad el funcionamiento de una bomba de desplazamiento positivo. La función primaria de una bomba de desplazamiento positivo es la de generar un flujo (la presión es una función secundaria). En el caso de una bomba suministrando caudal para mover un pistón, un manómetro registrará muy poca o casi nula presión cuando no exista una resistencia contra el perno del pistón. La bomba producirá solo la suficiente presión generada por la fricción causada en el cilindro más las pérdidas a través de las líneas de la tubería. Como la carga es colocada contra el perno del pistón, el manómetro también registra la presión de carga.

Es necesario limitar la máxima presión en un sistema hidráulico, primero protege todos los componentes contra daños estructurales, segundo conseguir la expectativa de vida de la bomba, y tercero limitar la cantidad de caballos de fuerza en el sistema para prevenir la sobrecarga eléctrica del motor que opera el sistema de esta manera se puede proteger al motor eléctrico que hace trabajar a la bomba. Lo que es de una importancia primordial para la operación continua y segura de la maquina. Todos los sistemas que utilizan una bomba de desplazamiento fijo deben incluir una válvula de alivio en la línea de presión y algunas veces en otros puntos del sistema. Sin un ajuste apropiado en la válvula de alivio de la bomba, un cilindro pudiera estar sujeto a sobrecarga, lo que reventaría la bomba. Limitar la presión no solo es importante para protección del equipo, lo es aún más para la seguridad del personal. Mientras una válvula de alivio siempre es recomendada para bombas de desplazamiento fijo usualmente es recomendada también para bombas de desplazamiento variable. Estas bombas con compensador de presión, pueden algunas veces ser operadas seguramente sin válvula de alivio dependiendo de la velocidad con que su compensador actúe cuando la sobrecarga ocurra y también de la tensión del aceite entre la bomba y el punto del circuito en donde se bloquea el aceite debido a la sobrecarga.

VÁLVULAS DE SEGURIDAD

La válvula de seguridad se halla prácticamente en todos los circuitos hidráulicos. Es una válvula normalmente conectada entre la línea de presión (salida de la bomba) y el depósito. Su objetivo es limitar la presión del sistema hasta un valor máximo predeterminado mediante la variación de parte o todo el caudal de la bomba al tanque, cuando se alcanza el ajuste de presión de la válvula.

VÁLVULA DE SEGURIDAD SIMPLE

Una válvula de seguridad simple o de acción directa puede consistir en una bola u obturador mantenido en su asiento, en el cuerpo de la válvula mediante un muelle fuerte. Cuando la presión en la entrada es suficiente para vencer la fuerza del muelle, la válvula permanece cerrada. Cuando se alcanza la presión de abertura, la bola u obturador es desplazado de su asiento y ello permite el paso del líquido al tanque mientras se mantenga la presión.

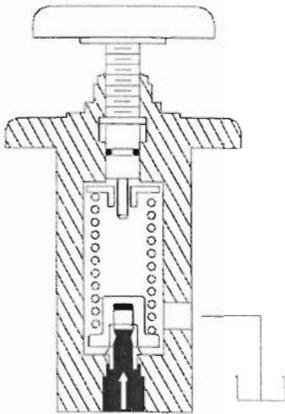


Fig. 4a

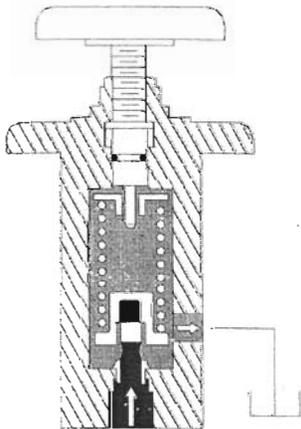


Fig. 4b

Las válvulas de alivio de acción directa (Figuras 4a y 4b), se encuentran disponibles generalmente en tamaños relativamente pequeños debido a que es difícil diseñar resortes con la suficiente fuerza para mantener el obturador cerrado a alta presión y alto flujo. El aceite que fluye a través de una válvula relevadora o de alivio va a generar calor el cual puede ser calculado de la manera siguiente.

$$HP(\text{calor}) = \text{PSI}(\text{alivio}) \times \text{GPM}(\text{descarga}) / 1714$$

$$\text{BTU/HR} = \text{Hpcalor} \times 2545$$

VÁLVULA DE ALIVIO OPERADA POR PILOTO

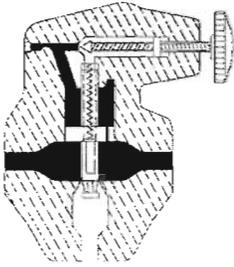


Fig. 4.1a

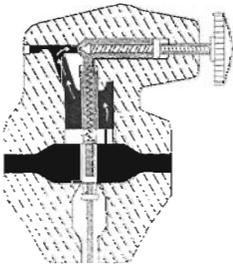


Fig. 4.1b

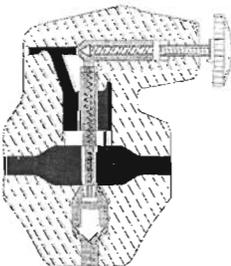


Fig. 4.1c

La válvula es construida en dos fases, la primera fase incluye el disco principal mantenido en su posición normal de cerrado por un resorte ligero no ajustable, esta fase es construida lo suficientemente grande para manejar el máximo rango de flujo de la válvula. La segunda fase es una válvula de alivio más pequeña de acción directa generalmente instalada como un cabezal cruzado en el cuerpo principal de la válvula, incluyendo un disco de alivio piloto, un resorte piloto y una perilla de ajuste.

La primera fase con su disco principal es básicamente una válvula de dos vías normalmente cerrada, mantenida en su asiento por la ligera presión del resorte principal

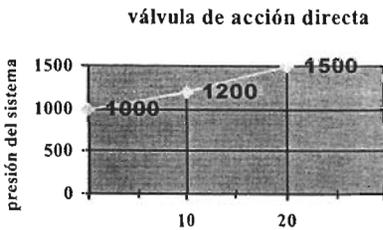
La acción de alivio a través del disco principal es como sigue: Mientras que la presión en la línea es menor que la presión de alivio ajustada en la perilla de control, la presión en la cámara del resorte principal es la misma que en la línea de presión de la bomba porque no hay flujo a través del orificio y consecuentemente no hay caída de presión de un lado al otro Fig.

4.1a. El resorte principal aplica una presión equivalente de 25 a 75 PSI para mantener el disco principal en su asiento. Pero si la presión en la línea se eleva más alto del ajuste puesto por la perilla de control, el disco de alivio piloto se mueve de su asiento. Esto inicia un flujo de aceite de la línea de la bomba, a través del orificio, a través del disco de alivio piloto y hacia el tanque Fig. 4.1b. Este flujo restringido provocado por el orificio crea un diferencial de presión entre la línea de la bomba y la ahora más baja presión en la cámara del resorte. Este desbalance provoca que el disco principal se mueva fuera de su asiento justo lo suficiente (pero no más) para descargar el suficiente flujo de la bomba Fig. 4.1c.

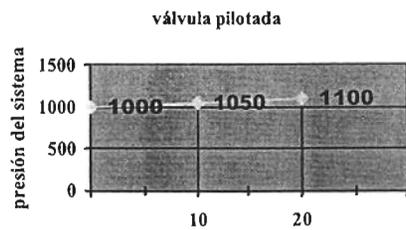
COMPARACION DE OPERACION ENTRE UNA VALVULA DE ALIVIO DE ACCION DIRECTA Y UNA VALVULA DE ALIVIO OPERADA POR PILOTO

Para ilustrar la comparación del rendimiento de ambas válvulas se hará referencia gráfica de ambas. Algunas válvulas de alivio de acción directa pueden tener un mejor rendimiento, algunas válvulas operadas por piloto pudieran tener también un rendimiento menor que el mostrado en las gráficas 4.1 y 4.2 que representan el rendimiento en una misma aplicación, bajo las mismas circunstancias utilizando la misma bomba, ilustra el posible aumento de presión en el sistema después de que la presión de rompimiento ha sido alcanzada, hasta que el volumen total de la bomba esté disponible para pasar a través de la válvula de alivio al tanque.

La bomba utilizada es de una capacidad de 20 galones por minuto. La escala muestra en la parte horizontal el gasto de 20 galones por minuto a través de la válvula y en la parte vertical se muestra la presión. En la gráfica cada válvula ha sido ajustada hasta el valor de rompimiento de la presión de 1000psi. El aumento en la línea del punto A al punto B muestra el incremento de la presión del sistema en el momento en que la válvula comienza a abrir hasta que puede descargar totalmente los 20GPM. Idealmente esta línea debería mostrarse completamente horizontal, el mayor incremento entre los puntos A y B se muestra en la gráfica correspondiente a la válvula de alivio de acción directa lo que representa una eficiencia más pobre.



(Gráfica 4.1) caudal en gpm

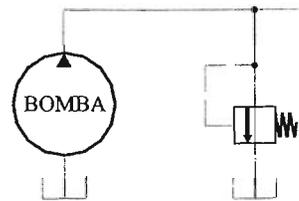


(Gráfica 4.2) caudal en gpm

En la válvula de acción directa todo el caudal es retenido hasta que la presión del sistema alcanza las 1000psi a esta presión la válvula empieza a abrir y cuando la presión alcanza las 1200 psi aproximadamente la válvula abre lo suficiente para descargar 10GPM al tanque, 10G PM están produciendo un trabajo útil y los otros 10 GPM a través de la válvula no producen utilidad.

APLICACIONES DE LAS VALVULAS DE ALIVIO DE ACCION DIRECTA

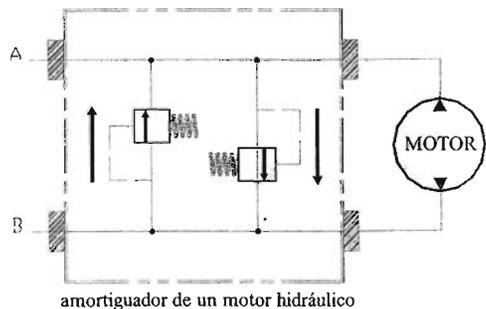
En sistemas de baja potencia, especialmente en los de bajo caudal por su simplicidad y bajo costo la válvula de acción directa Fig. 4.2 es una buena opción. Pero si se utiliza en sistemas de alto caudal, podría limitarse al uso de protección de emergencia de la bomba, puede ser utilizada adecuadamente en algunas aplicaciones en donde el punto de rompimiento puede ser ajustado suficientemente alto, lo que bajo condiciones normales el sistema no operaría en el rango de sangrado entre el punto de ruptura y descarga total. Todos los circuitos diseñados para una descarga continua durante su operación normal deben utilizar una válvula de alivio pilotada en lugar de una de acción directa. Algunas veces una válvula de alivio secundaria es utilizada a través de uno de los puertos de un cilindro (generalmente en el extremo del perno) para limitar la presión en una dirección de movimiento a menos de lo que está ajustado en la válvula de alivio de la bomba principal.



alivio de presión de una bomba de bajo volumen

Fig. 4.2

Válvulas de Alivio Amortiguadas: La válvula amortiguada es también conocida como “una válvula de alivio cruzada”. Es estrictamente para uso hidráulico, principalmente para motores hidráulicos, ocasionalmente con cilindros, para absorber momentáneamente los picos de presión que pudieran ocurrir en el sistema. Dos válvulas de alivio en la misma carcasa de cara a las direcciones opuestas para protección en ambas direcciones del movimiento del actuador. Una válvula de alivio tiene su entrada en la línea superior y descarga en la línea inferior. La otra descarga de la línea de abajo a la de arriba Fig. 4.3.



amortiguador de un motor hidráulico

Fig. 4.3

DESCARGA A PRESION REDUCIDA

Las válvulas de seguridad pilotadas pueden ser controladas remotamente mediante un orificio situado en la tapa superior, enfrente del obturador Fig. 4.4. Cuando este orificio se pone en comunicación con el tanque, la única fuerza que mantiene la corredera sobre su asiento es la del muelle ligero, y la válvula se abrirá completamente a aproximadamente 20 PSI.

Algunas veces cuando se necesita una presión de pilotaje, este muelle normalizado puede substituirse por otro más fuerte que origina presiones de descarga a tanque de aproximadamente 80 PSI. Otra ventaja del muelle fuerte es que da lugar a un cierre más rápido y positivo de la corredera.

1111

DESCARGA DE LA BOMBA POR CONTROL REMOTO

Si una línea externa es conectada en el puerto venting al tanque a través de una válvula de paso, la bomba puede ser descargada cuando la válvula de paso se abre o puede producir un incremento de presión hasta el punto de ajuste de la perilla cuando la válvula se cierra. La acción de controlar externamente la válvula creando un flujo libre al tanque se denomina "venting", la apertura de la válvula de paso provee una ruta de alivio alterna al tanque. El disco principal puede no quedar cerrado cuando la presión hidráulica en la cámara del resorte principal no aumenta, el flujo de la bomba levante el disco principal de su asiento y descarga a través del puerto de salida de la válvula de alivio. Esta acción no reduce la presión de la bomba totalmente a cero. Permanece una residual acorde a la fuerza del resorte principal. Lo cual usualmente es del orden de 75 a 100 PSI, y puede ser utilizado como presión piloto de cualquier válvula de cuatro vías del sistema.

La válvula de paso para crear la acción venting usualmente se una válvula de dos vías, dos posiciones, normalmente abierta operada por solenoide, conectada a través del puerto de descarga con un tubo de acero de 3/8" de diámetro y descarga el tanque con un tubo similar, la distancia debe ser tan corta como practica sea posible pero no mayor de 10 pies.

MODULACIÓN ELÉCTRICA

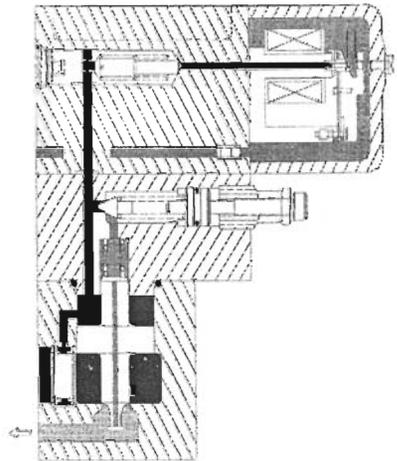
Una válvula de seguridad modulada eléctricamente puede modular la presión del sistema utilizando un controlador eléctrico a distancia Fig. 4.5.

Esta válvula es una unidad completa que modula eléctricamente la presión del sistema en un amplio intervalo sin dispositivos externos de realimentación, y puede controlar la presión del sistema desde cualquier distancia o lugar.

Sin corriente en la válvula, las condiciones de presión y de caudal son las siguientes: el aceite fluye por el orificio de entrada de la válvula y el muelle ligero mantiene cerrada la corredera principal contra su asiento hasta que la presión debajo de la corredera llega a 80 PSI. Esta diferencia de presiones eleva la corredera, enviando aceite al depósito.

Además esta pérdida de carga de 80 PSI hace que el aceite circule a través de la malla filtrante y del orificio de control, hasta el área superior de la corredera y los pasajes del cuerpo de la válvula. Este caudal continua por el orificio formado por la lengüeta y la boquilla, creando una contrapresión en la parte superior de la corredera y aumenta los 80 PSI originales hasta aproximadamente 150 PSI. Cuando se aumenta la corriente a la bobina ocurre lo siguiente:

- Este aumento de corriente aumenta el campo magnético y atrae a la lengüeta con una fuerza mayor hacia la boquilla.
- El orificio modular disminuye de tamaño, aumentando la presión más arriba el orificio. Este aumento de presión queda reflejado en la parte superior de la corredera y se suma a la fuerza del muelle ligero. Se requiere entonces una presión más elevada en el orificio de entrada para elevarla.



VÁLVULA DE SEGURIDAD Y DESCARGA

Una válvula de seguridad y descarga se utiliza en los circuitos con acumuladores para limitar la presión máxima y poner a descarga la bomba. Esta válvula está formada por una válvula de seguridad pilotada, una válvula antirretorno para impedir que el caudal procedente del acumulador llegue a la bomba y un pistón accionado hidráulicamente, que neutraliza la válvula de seguridad a una presión escogida previamente.

Válvula reductora de acción directa

Esta válvula utiliza una corredera accionada por un muelle que controla la presión de salida. Si la presión a la entrada es inferior al ajuste del muelle, el líquido fluye libremente desde la entrada hasta la salida. Un pasaje interno, unido a la salida de la válvula transmite la presión de salida al extremo de la corredera que no lleva muelle.

Cuando la presión de salida llega al taraje de la válvula, la corredera se mueve bloqueando parcialmente el orificio de salida.

Válvulas reductoras pilotadas

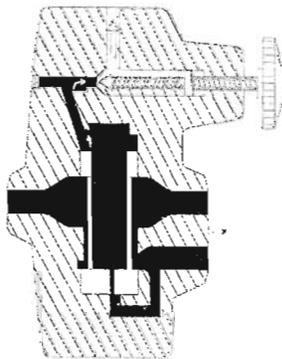


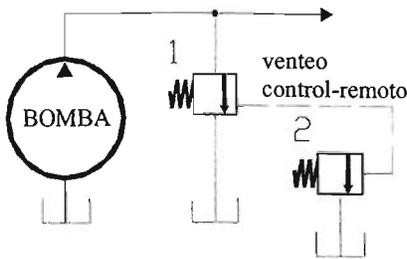
Fig. 4.6

La válvula reductora de presión pilotada mostrada en la Fig. 4.6. tiene un intervalo de ajuste más amplio y generalmente suministra un control más preciso. La presión de funcionamiento se ajusta mediante un muelle regulable situado en la tapa superior de válvula. La corredera de la válvula, situada en el cuerpo central, funciona esencialmente de la misma forma que en la válvula reductora de acción directa. Cuando la presión a la entrada de la válvula es menor que el ajuste del muelle, la corredera está equilibrada hidráulicamente a través de un orificio situado en su parte central, y un muelle ligero mantiene la válvula completamente abierta.

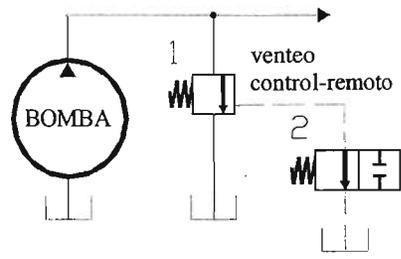
PRINCIPIO DE VENTEO

El diagrama muestra un circuito de venteo, siendo la válvula de alivio principal operada por piloto tipo miniatura. La válvula 2 en los diagramas de las figuras 4.7 y 4.8 está localizada externamente a la válvula principal.

Para descargar una bomba hidráulica, las válvulas solenoide miniatura son preferidas en sistemas controlados eléctricamente, por lo que la válvula solenoide de descarga puede ser



línea de control de presión
Fig. 4.7

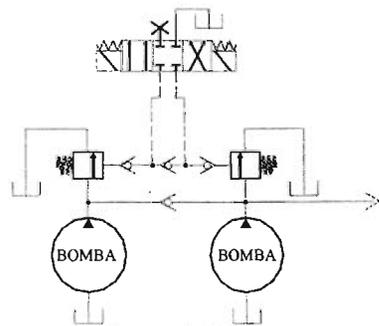


e descarga por venteo

conectada eléctricamente con válvulas direccionales. Mientras la válvula No.2 puede estar ya sea normalmente cerrada o normalmente abierta, la del tipo normalmente abierta es preferida para asegurar al circuito una "autoprotección".

CONTROL DE DOS BOMBAS

Este circuito puede ser utilizado para controlar la descarga de dos bombas trabajando al mismo tiempo en el mismo sistema. Ambas bombas pueden ser descargadas o cargadas al mismo tiempo, o una de ellas puede ser descargada dejando a la otra trabajando para revisión, disponible para set-up, o en un circuito operado eléctricamente "high-low" donde una de las bombas puede utilizar enteramente la entrada de potencia en caballos de fuerza para operar a alta presión mientras la otra bomba se encuentra sin utilizar. Siguiendo la idea básica los circuitos pueden ser diseñados para descargar tres o más bombas Fig. 4.9.



línea de venteo de dos bombas
Fig. 4.9

CONEXION DE VÁLVULAS DE ALIVIO EN PARALELO

Las válvulas 1,2 y 3 de la Fig. 4.10 son conectadas en paralelo a través de línea de descarga de la bomba. Cuál será la presión que la bomba debe desarrollar para descargarse hacia el tanque. Las válvulas de alivio están ajustadas a los valores de 2000 1500 y 1000 psi respectivamente.

El aceite fluirá por el camino que ofrezca menor resistencia. En este caso el fluido pasará a través de la válvula 3 y la bomba desarrollará una presión de 1000psi

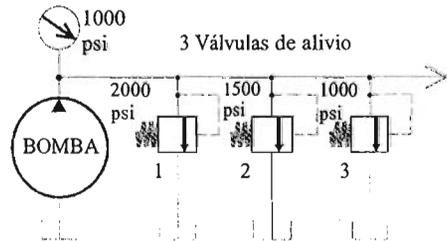


Fig. 4.10

CONEXIÓN DE VÁLVULAS DE ALIVIO EN SERIE

Esta es una situación más difícil de visualizar. Todo el aceite de la bomba debe pasar a través de las tres válvulas de alivio y son ajustados a los valores de 500 1500 y 1000 psi respectivamente en las válvulas 1,2 y 3 Fig. 4.11. Se debe recordar que los manómetros están referidos a la presión atmosférica mientras las válvulas de alivio son referidas a sus propias salidas las cuales no siempre son a la presión atmosférica. Comenzando en el puerto hacia el tanque de la válvula 3 estando la válvula de alivio y el manómetro referidos a la presión atmosférica, el manómetro registrará el mismo valor a como está ajustada la válvula de alivio.

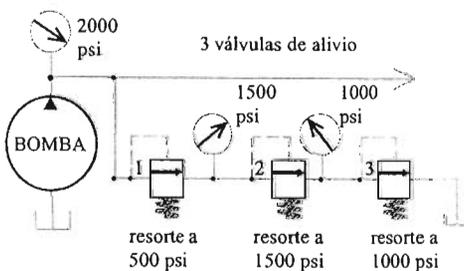


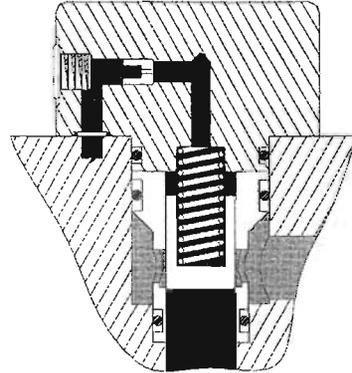
Fig. 4.11

Continuando en la válvula 2 el aceite entrando por su puerto de entrada primero deberá primero tener suficiente presión para abrir el resorte el cual está ajustado a 500psi. Entonces el aceite deberá tener suficiente presión adicional para abrir el resorte de la válvula 3 el cual está ajustado a 1000 psi. Por lo tanto el aceite deberá estar a 1500 psi o más alto

al entrar a la válvula 2 o no podrá abrir ambos resortes.

VALVULAS DE CARTUCHO

Estas válvulas son similares a las válvulas antirretorno con obturador y están formadas por un conjunto deslizante que se inserta en una cavidad mecanizada dentro de un bloque. Una placa de control atornillada sobre este bloque asegura el inserto dentro de la cavidad. Este inserto está formado por una camisa, un obturador, un muelle y juntas. Fig. 4.12.



construcción de una válvula de cartucho para insertar

Fig. 4.12

VENTAJAS DE LAS VÁLVULAS DE CARTUCHO

- Mayor flexibilidad para el diseño de los sistemas
- Menor costo de instalación
- Tamaño menor del bloque
- Respuesta más rápida
- Capacidad de presión más elevada
- Eliminación de fugas externas y reducción de las internas.
- Mayor tolerancia a la contaminación
- Ciclos más rápidos

LIMITACIONES DE LAS VÁLVULAS DE CARTUCHO:

No son para todos los sistemas, usualmente no están disponibles como componentes individuales en bloques con puertos roscados. Están disponibles como cartuchos, Son para diseños requeridos por el cliente. Cada sistema es diferente y requiere más altas habilidades de ingeniería que los usualmente en los circuitos estándar utilizando componentes individuales. Quien planea utilizarlas deberá consultar con los ingenieros diseñadores de la compañía fabricante quien la suministrará de acuerdo a los requerimientos del cliente.

CAPITULO V

Servoválvulas y sistemas

Este capítulo hace referencia a los principios teóricos del control automático de una servo válvula electro hidráulica, configuración y características de operación de las servo válvulas más utilizadas ventajas que ofrece el uso de amplificadores operacionales en las servo válvulas, tipos de conexiones en las bobinas que utiliza un motor par, condiciones de diseño para conseguir una transferencia máxima de potencia.

SERVOVALVULAS

Una servoválvula es una válvula direccional de infinitas posiciones, que ofrece la característica adicional de controlar tanto la cantidad como la dirección del caudal.

Un servomecánico es esencialmente un amplificador de fuerza, utilizado para controlar una posición. Una palanca de control u otro acoplamiento mecánico se conecta a la corredera de la válvula. El cuerpo de la válvula está unido a la carga y se mueven conjuntamente. Cuando se actúa la corredera, el fluido se dirige al cilindro o pistón para mover la carga en la misma dirección en que la corredera es actuada. El cuerpo de la válvula "sigue" así a la corredera. El fluido continúa pasando hasta que el cuerpo se centra con la corredera. El resultado es que la carga siempre se mueve a una distancia proporcional al movimiento de la corredera. Cualquier tendencia a desplazarse más allá invertirá el caudal de aceite para situar la carga en su posición normal.

SERVOVALVULAS ELECTROHIDRAULICAS

Las servoválvulas electrohídricas funcionan esencialmente, enviando una señal eléctrica a un motor par o a un dispositivo similar, que directa o indirectamente posiciona la corredera de la válvula. La señal al motor puede ser originada por un potenciómetro corriente por un controlador electrónico, u otro dispositivo. Esta señal una vez aplicada a la servoválvula a través de un amplificador, "ordena" a la carga que se desplace hasta una posición determinada o que adquiera una velocidad deseada.

La figura 5.0 presenta un diagrama de bloques para una servoválvula.

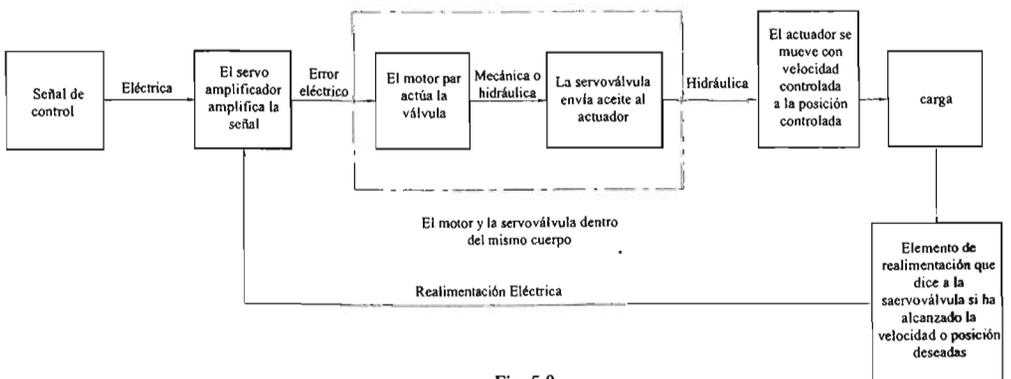


Fig. 5.0

SERVOVALVULAS DE CORREDERA DE UNA SOLA ETAPA

En el funcionamiento de una servoválvula de corredera de una sola etapa, la corredera deslizante es actuada directamente por el motor par, y abre los orificios de la válvula proporcionalmente a la señal eléctrica. La capacidad de caudal de este tipo de válvulas es generalmente pequeña, debido a las pequeñas fuerzas y a los desplazamientos limitados de la armadura del motor par. Fig. 5.1

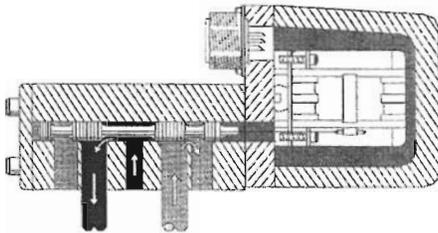


Fig. 5.1

Esta válvula puede montarse sobre placa base con juntas tóricas "o", atomillada sobre la misma o sobre un bloque unido a un motor hidráulico, lo que reduce la cantidad de aceite comprimido, que es un factor crítico en los circuitos con servoválvula. Las válvulas convencionales de cuatro vías utilizan dos solenoides individuales conectadas en los extremos opuestos de la corredera. Las servoválvulas tienen solamente una estructura magnética.

SERVOVALVULAS DE CORREDERA DE DOS ETAPAS

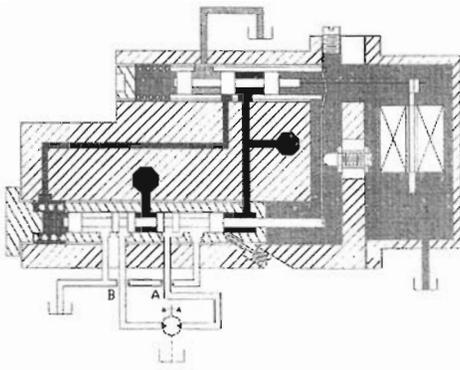


Fig. 5.2

Las servoválvulas de corredera de dos etapas se utilizan cuando se desean controlar caudales mayores. En este diseño, el motor par utiliza una válvula piloto, que dirige el caudal para desplazar la corredera de la válvula principal, que a su vez dirige el fluido al actuador.

Fig.5.2

SERVOVALVULA DE TUBO INYECTOR

Esta servoválvula lleva, también una corredera controlada por diferencia de presiones. La distancia que se desplaza depende de la magnitud de esta diferencia. Esta válvula lleva también incorporados muelles de realimentación que suministran una realimentación mecánica. Fig. 5.3

Su funcionamiento es como sigue: La sección piloto está formada por la boquilla y un tubo con un orificio en uno de sus extremos que dirige un chorro continuo de aceite de control a un receptor adecuado. El receptor tiene dos orificios de salida unidos a los extremos de la corredera de la válvula.

La presión es la misma en ambos orificios cuando la boquilla está centrada con respecto a los orificios del receptor. Siendo la presión la misma en ambos extremos, los muelles mantienen la corredera en la posición central.

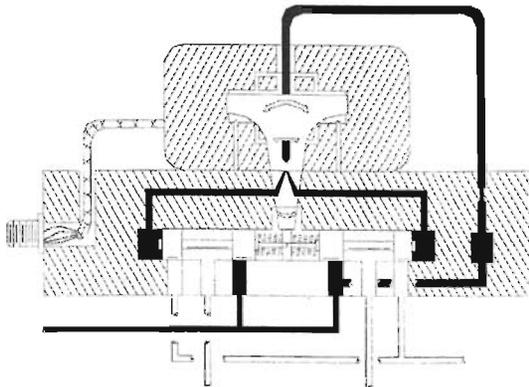


Fig. 5.3

El motor par puede desviar la boquilla en cualquiera de las dos direcciones a una distancia proporcional a la señal eléctrica positiva o negativa que recibe. Al desviarse la boquilla se, origina una diferencia de presiones que empuja la corredera contra uno de sus muelles de realimentación. El muelle empuja la armadura de realimentación. Esta fuerza sobre la armadura posiciona la boquilla con el receptor y restablece el equilibrio de fuerzas a lo largo de la corredera.

SERVOVALVULAS DE FUNCIONAMIENTO

ELEVADO CON MOTORES PAR

El diseño simétrico y el funcionamiento mecánico de las servoválvulas SM4 es similar al de la servoválvula tipo lengüeta-boquillas, esta servoválvula lleva una etapa de pilotaje con una lengüeta y dos boquillas, y una válvula de cuatro vías de corredera deslizante en la etapa principal. La deflexión de la lengüeta crea una diferencia de presiones, entre las dos boquillas de la etapa piloto, que hace desplazar la corredera de la etapa principal.

Esta servoválvula, con una precisión típica en la posición, inferior a 0.0001 pulgadas (0.0025mm), ha sido diseñada para funcionar en aplicaciones de robótica que requieren de un control de movimiento extremadamente preciso. (Fig. 5.4). A diferencia de las otras servoválvulas, las servoválvulas SM4 pueden utilizar electrónica de control digital. Este método de control, eficiente y fiable, permite que la válvula proporcione un control de movimiento preciso, así como un control rápido de la posición, velocidad, y aceleración en los sistemas de lazo cerrado.

La misma servoválvula SM4 puede ir equipada con los circuitos electrónicos que la controlan y accionan, desarrollando información del diagnostico y recibiendo y enviando señales desde un dispositivo principal tal como un ordenador lógico programable (PLC) o una computadora personal.

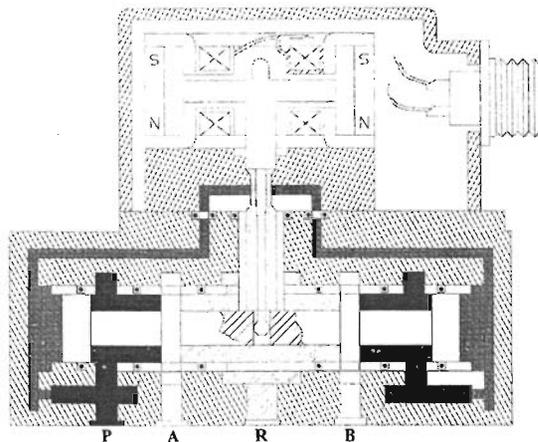


Fig. 5.4

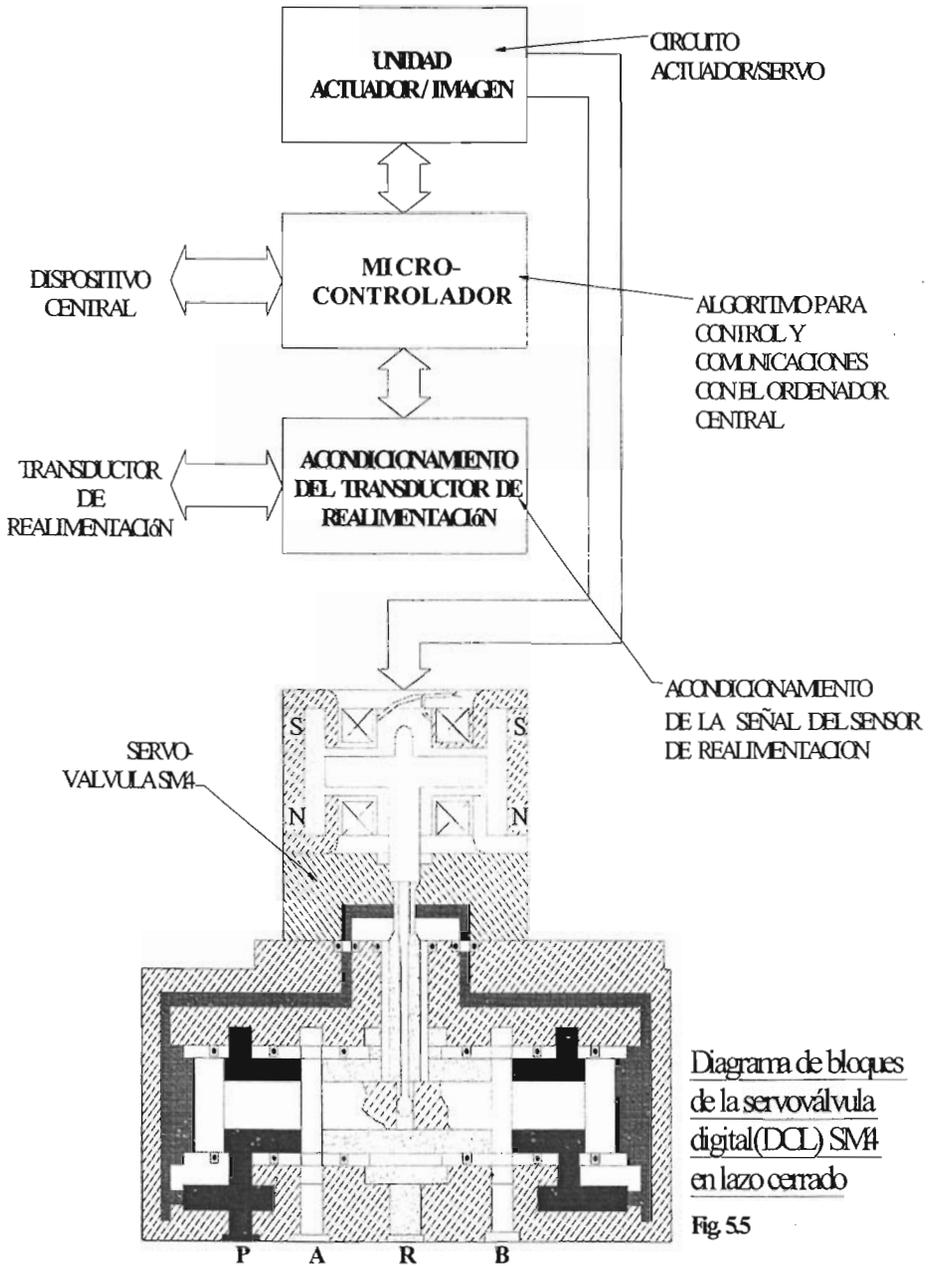
Realimentación mecánica

La lengüeta de la etapa piloto de la servoválvula **SM4** está unida a la corredera deslizante de la etapa principal de la válvula. Cuando la lengüeta flexionada restringe una de las dos boquillas, se mueve la corredera de la etapa principal apartándose del lado de la boquilla bloqueada, donde la presión es más elevada. Este movimiento hace que se deflexione el muelle de realimentación lo que origina una fuerza sobre la lengüeta de la válvula piloto que se opone a la fuerza originada por el movimiento de la armadura.

Cuando la fuerza del muelle de realimentación se equilibra con la fuerza de la armadura, la lengüeta retorna a una posición que mantiene un equilibrio de fuerzas entre los dos extremos de la corredera. En este instante, se para la corredera de la etapa principal y permanece en la misma posición hasta que la señal de entrada cambia otra vez. Este sistema altamente dependiente de la realimentación mecánica de la corredera elimina la necesidad de disposiciones complejas de muelles, palancas, pilotos y otros complicados mecanismos de realimentación. Para asegurar una larga duración de estas servoválvulas modernas se requiere de una filtración adecuada del fluido para protegerlas contra la contaminación por partículas muy pequeñas. La filtración es vital debido a que las boquillas pasajes, y las holguras de las correderas han sido dimensionadas críticamente para un mejor funcionamiento. Las servoválvulas de rendimiento elevado **SM4** utilizan tres sistemas principales de control: amplificadores analógicos normalizados, control directo digital, y control digital en lazo cerrado.

El primer sistema de control de estas servoválvulas utiliza señales de mando y amplificadores analógicos normalizados. Un transductor de posición o dispositivo sensor similar, mide la posición de la carga y realimenta esta información a la conexión sumadora del amplificador donde las señales de mando y de realimentación se comparan para producir una nueva señal de error. Este proceso se repite hasta que las señales de mando y realimentación se cancelan.

Mientras que otras servoválvulas reciben señales analógicas de mando desde dispositivos tales como potenciómetros sencillos, la servoválvula **SM4** con el control digital de mando directo (DDL) recibe una serie de señales digitales de mando desde un dispositivo digital central. Los circuitos dentro de la tapa de la válvula utilizan la técnica de la modulación por impulsos para suministrar diferentes tensiones al motor par.



DIGITAL Y LAZO CERRADO (DCL)

La válvula DCLMSM4 proporciona el control más avanzado de fuerza y movimiento. Mientras el ordenador central envía una serie de señales digitales de error a la servoválvula DDL, las señales enviadas a la válvula DCL representan los valores deseados para cada parámetro controlado de la válvula DCLMSM4 proporciona el control más avanzado de fuerza y movimiento. Mientras el ordenador central envía una serie de señales digitales de error a la servoválvula DDL, las señales enviadas a la válvula DCL representan los valores deseados para cada parámetro controlado de la misma, tales como la posición, velocidad, fuerza o par, deseados de la carga. Las válvulas DCL funcionan directamente en una red de comunicaciones de bus en serie que permite conectar hasta 16 válvulas DCL sobre un bus de comunicaciones de 3 cables.

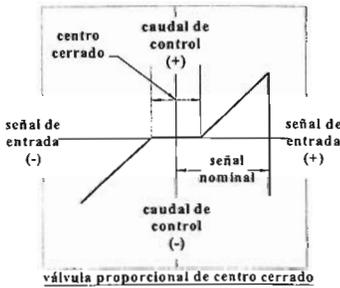


Fig. 5.6

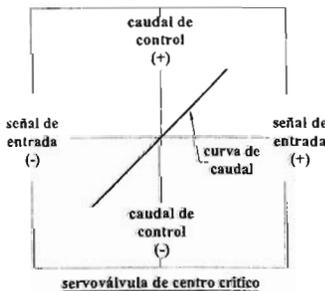


Fig. 5.7

En el funcionamiento de una válvula típica hay una zona inactiva en la que una señal de entrada no produce caudal de salida. Fig. 5.6. Esto es debido a que los recubrimientos de la corredera son más anchos y los mantienen cerrados; por consiguiente, cualquier movimiento de la corredera inferior al requerido para que el fluido pueda pasar por los orificios no puede originar un caudal de salida. La servoválvula tiene una zona inactiva muy pequeña. Fig.5.7. Los recubrimientos de la corredera han sido mecanizados cuidadosamente hasta casi la misma anchura que las oberturas de los orificios. Fig.5.7. De esta forma, incluso una señal de entrada muy pequeña produce un caudal de salida proporcional a través de la válvula lo que origina una curva característica lineal. Lo que muestra claramente la comparación entre la eficiencia de cada una de estas dos válvulas siendo muy superior la de centro crítico.

TRANSFERENCIA MAXIMA DE POTENCIA EN UN SERVO SISTEMA

Mientras el cilindro está en movimiento la relación ideal a través del sistema es permitir una caída de presión de 1/3 de la presión del sistema a través de la corredera de la servoválvula, dejando las 2/3 partes restantes a través de la carga. Esto da un poder máximo de transferencia de la bomba al actuador y da a la servoválvula un buen control de velocidad de carga. El tamaño de la servoválvula debería ser seleccionado de acuerdo a las condiciones que cumplan con estos requerimientos. Por supuesto que cuando el actuador se detenga, toda la presión aparecerá a través de la carga pero no habrá transferencia de presión. En un sistema convencional se utiliza una válvula de control de flujo para controlar la velocidad, el tamaño de la válvula de 4 vías permite que la 1/3 parte de la presión caiga a través de la corredera de la válvula, la válvula de control de flujo y las pérdidas ocasionadas por los accesorios en las conexiones. La división ideal de presión a través de un servosistema se muestra en la Fig. 5.8.

Una de las funciones básicas de un servosistema es la medición del flujo a través de la servoválvula la corredera es movida con una solenoide de D-C controlada por la magnitud de corriente que aplica.

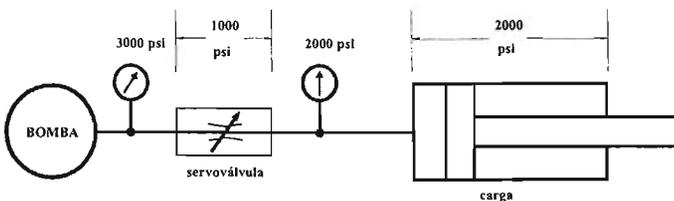


Fig. 5.8

Esta puede ser movida desde un extremo a cualquier posición de medida ya sea al centro neutral por la regulación del voltaje D-C y corriente a su motor-servo Una válvula de

control de flujo no debe ser utilizada en un servosistema. La medida del flujo es realizada por la misma válvula a través de los orificios de la válvula. Matemáticamente un sistema puede ser calculado con un máximo de transferencia de potencia de la bomba al actuador cuando 1/3 de la presión cae a través de los orificios de la corredera. Las otras 2/3 partes están entonces disponibles en el actuador cilindro o motor. Esto significa que el tamaño de la válvula debe ser cuidadosamente seleccionado.

CONDICIONES DE FLUJO Y PRESION EN UNA SERVOVALVULA

Si la válvula es correctamente dimensionada, la caída de presión en el sistema mientras la válvula es movida, debería ser como se muestra en la Fig.5.9.. Comenzando con 3000 psi en el puerto de salida de la bomba, deberá haber un total de 1000psi de pérdida de presión a través de la válvula, dividida igualmente entre la salida y los pasajes de retorno. Esto deja un máximo disponible de 2000psi para la carga mientras esta está en movimiento. Si la carga se para y la corredera de la servoválvula permanece en la posición a la que fue movida, la presión total aparecerá a través de del actuador. La caída de las 1000psi presión a través de la servoválvula es necesaria, mientras la carga está en movimiento, no solo para dar la máxima potencia de transferencia sino para dar también mejor control sobre el actuador.

Cuando el actuador está corriendo sin carga, la presión del sistema cae a un valor bajo en donde hay un mínimo de transferencia de potencia, máxima velocidad (con la válvula totalmente desplazada), mínima potencia de entrada, mínima pérdida de potencia y mínimo calentamiento del aceite. Cuando la corredera es centrada, cerca de la mitad de la presión, 1500psi debería de aparecer a través de los puertos del cilindro causada por las fugas internas de la corredera. Sin embargo si existe una reacción de carga en contra del cilindro cuando es detenido, la presión a través de los puertos será dividida inequitativamente. La válvula sería anulada.

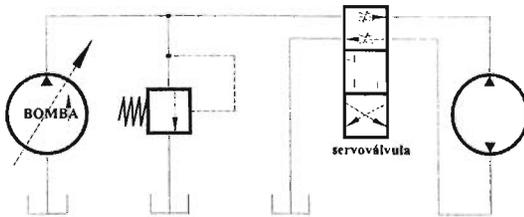


Fig. 5.9

La condición de una válvula anulada (null) enciende todo el sistema, incluyendo el voltaje de mando, y con el sistema de regulación una posición, hace el ajuste nulo en la servoválvula hasta que la lectura de voltaje en la

servoválvula sea cero o menos. Este ajuste puede lograrse dejando la válvula null ligeramente descentrada, ya sea para proveer más presión en un lado del cilindro para resistir la reacción de una carga cuando el cilindro está parado, regresa y restablece la ganancia de ajuste en el amplificador.

AMPLIFICADORES PARA SERVOVALVULAS ELECTROHIDRAULICAS

Un Servosistema opera en mando de entrada a bajo voltaje d-c. Variando este voltaje hacia arriba o hacia abajo, el actuador del servosistema puede ser controlado. Todos los sistemas ya sean de posicionamiento, de velocidad o de control de presión operan el comando de voltaje de la misma manera.

El requerimiento de potencia de las bobinas de un servomotor es levemente más bajo y teóricamente podría ser operada por una batería y un potenciómetro el cual pudiera enviar una variación de bajo voltaje d-c. Pero en la práctica los beneficios obtenidos por un amplificador hace que su utilización sea mayoritariamente en todas las aplicaciones.

Un amplificador es utilizado específicamente por la clase aplicación, bajo diseño puede ser hecho por el fabricante de las válvulas y se puede conseguir entre las diferentes servoválvulas. Algunas de las mayores ventajas otorgadas por un amplificador son:

(1). Puede amplificar un voltaje de retroalimentación al nivel donde puede ser comparado a la entrada de mando. Algunos transductores, piezoeléctricos por ejemplo, envían voltaje por un minuto que puede ser amplificado grandemente antes de ser utilizado.

(2). Amplificando el voltaje de retroalimentación, la exactitud a la cual el sistema puede responder es grandemente incrementada. Como sea, si la amplificación o ganancia es muy alta el sistema llegará a ser inestable. En la mayoría de los amplificadores la ganancia es inestable.

(3). El amplificador puede proveer una señal "dither" (vibración) a la corredera principal de la servoválvula. La señal dither provoca una vibración provocando un movimiento hacia atrás y hacia delante en una corta distancia y alta frecuencia, para reducir la fricción estática y la histéresis.

(4). El rango del voltaje comando en la entrada puede distribuirse a través de todo el recorrido de la corredera. Esto hace menos crítico la variación del comando de entrada e incrementa la exactitud del sistema.

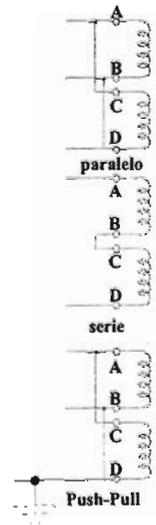
(5). Un amplificador puede proteger los bobinados del motor- torque de una servoválvula previniendo la excesiva corriente que pudiera aplicarse accidentalmente.

(6). Un amplificador puede compensar algo de los errores causados por los cambios de condiciones del ambiente o cambios en el alambre de cobre en los bobinados.

Conexiones de bobinas en las servovalvulas

Bobina conectada en paralelo

Las terminales A y C en la deben ser alambradas juntas y conectadas a un lado del circuito de control. Las terminales B y D deben ser alambradas juntas y conectadas al otro lado del circuito de control. Cuando el voltaje de control (comando) es reducido a cero, la corriente a través de las bobinas será cero y la corredera piloto estará en su posición de centro cerrado. Si la línea superior (+) y la línea de abajo (-), la corredera principal se mueve en una dirección. Si una carga total de 7.5 volts son aplicados, la corredera principal se trasladará totalmente proporcionando un máximo de flujo. Si el voltaje es reducido a la mitad, a 3.75 volts, la corriente de la bobina decrecerá de 80 a 40 ma, y la corredera principal se moverá a la posición a la cual el orificio proveerá la mitad del flujo máximo.



Bobina conectada en serie

Las terminales B Y C deben ser alambradas juntas pero no conectadas ya sea al circuito de control. El voltaje comando es aplicado a las terminales A y D. La potencia requerida es la misma 0.60 watts pero a 15 volts y 40 ma. La resistencia total es ahora de 400 ohms. La operación es la misma como la descrita para la conexión en paralelo, pero la conexión en serie permite la operación de una fuente de alto voltaje a más baja corriente.

Conexión Push – Pull

En la conexión push-pull las bobinas se encuentran opuestas, cada bobina debe ser capaz de proporcionar la potencia total al servomotor. Cuando un voltaje de igual polaridad (3.75 en este caso) es aplicado a ambas bobinas la armadura del servomotor es centrada. La armadura del servomotor se moverá en una dirección si el voltaje es elevado en una bobina y disminuido en igual cantidad en la otra. Se moverá en la dirección opuesta si el voltaje es disminuido en el primero y elevado en el segundo.

CAPITULO VI

Circuitos hidráulicos Típicos

Se incluye en este capítulo el estudio del proceso de moldeo de plástico por inyección, análisis de su configuración a través de un diagrama de bloques, estudiando de manera individual al bloque de inyección, bloque presión / caudal y bloque de sujeción, se muestran también una selección de los diagramas más significativos por su aplicación en la industria tales como circuitos alternativos y circuitos de descarga.

Bloque presión /caudal (P/Q)

El bloque P/Q Fig. 6.1 es un bloque que controla el caudal solicitado a la bomba, diseñado para utilizarlo con dos o más bombas de desplazamiento fijo. La relación de caudales ($Q2: Q1$) depende de los requerimientos de la máquina. Q2 puede representar una o más bombas según cual sea el caudal requerido.

El bloque P/Q funciona en la forma de control del caudal o de la presión. Si la presión (M1) a la entrada de la válvula reguladora de caudal proporcional 4.0 es inferior al taraje de control de presión proporcional 2.3, el bloque P/Q funciona regulado como control de caudal, compensado por presión, y sensor de carga. Si el caudal que llega a la carga es inferior al caudal regulado, por ejemplo, cuando el cilindro llega ha llegado al final de su carrera, la presión (M1) aumenta hasta el taraje de presión regulado. En este caso, el bloque P/Q funciona controlando la presión.

La bomba pequeña Q1 suministra caudales pequeños para los movimientos lentos y el mantenimiento de la presión. Si la demanda de caudal del sistema es inferior a la salida de Q1, la bomba grande Q2 descarga al depósito.

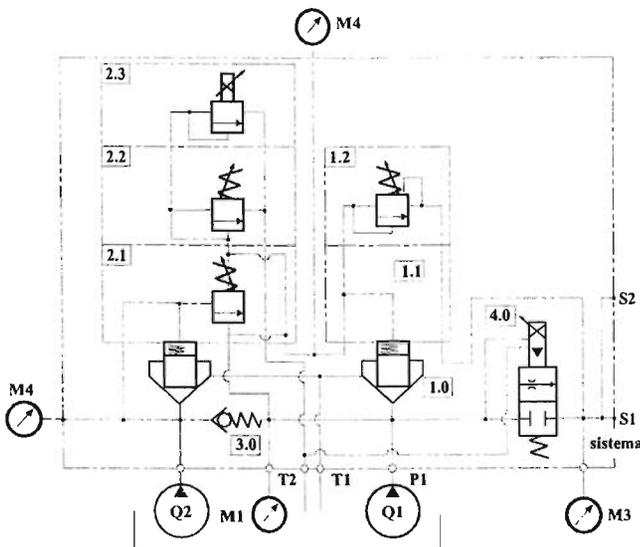


Fig. 6.1

Función de control de la presión: La válvula 2.3 es una válvula de presión piloto proporcional que controla la presión de la válvula de seguridad 1.0(M1) o de la 2.0(M2). Si el caudal del sistema es inferior al de la salida de la bomba Q1 la válvula de seguridad 1.0 está cerrada y la presión del sistema viene controlada por la válvula de seguridad 2.0.

Bloque de inyección

El ciclo de inyección está formado por las fases siguientes:

Carrera de extrusión / Control de la contrapresión

- Descompresión de la masa fundida (retorno de la inyección)
- Avance de la inyección.

La unidad de inyección está formada por los siguientes elementos: husillo y camisa, tolva, motor de extrusión, y cilindro de inyección, y están todos montados sobre un carro móvil. El tornillo, motor de extrusión, y cilindro de inyección forman una sola unidad que es capaz de moverse mientras el carro permanece estacionario. Fig. 6.2

El bloque de inyección debe ser capaz de controlar las siguientes variables de la unidad de inyección:

- La velocidad del motor de extrusión durante la fusión del plástico.
- La contrapresión contra el plástico durante el proceso de fusión.
- La temperatura del calefactor de la camisa.
- La velocidad de inyección (perfil de inyección).
- El control de la presión de llenado del molde y las secuencias de mantenimiento.

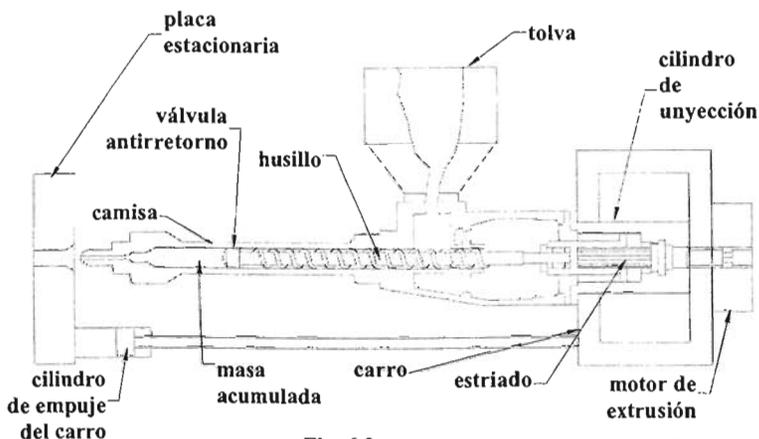


Fig. 6.2

Carrera de extrusión / Control de la contrapresión. Durante la fase inicial del ciclo de inyección. Los granos de plástico se transforman en un material viscoso que puede inyectarse dentro de un molde. El motor de extrusión es un motor hidráulico y par elevado que está acoplado al husillo de inyección. Cuando el motor y el husillo giran, los granos de plástico descenden por gravedad de la tolva, y son empujados y son empujados hacia adelante por el movimiento del husillo a lo largo de los filetes de éste y dirigidos a la parte delantera de la camisa.

Cuando los granos pasan entre los filetes del husillo y el interior de la camisa, se aplica sobre los granos una energía calorífica al polímero mediante resistencias calefactoras eléctricas. El husillo que gira continuamente proporciona una acción mezcladora que se combina con cualquier colorante y ayuda a mantener una mezcla homogénea.

La distancia que retrocede el husillo viene normalmente controlada por algún tipo de transductor de posición o limitador de carrera. La realimentación desde este dispositivo se dirige al controlador electrónico que envía la orden de mando al motor de extrusión y al husillo. Cuando se ha llegado a la carga adecuada, el controlador para el motor de extrusión.

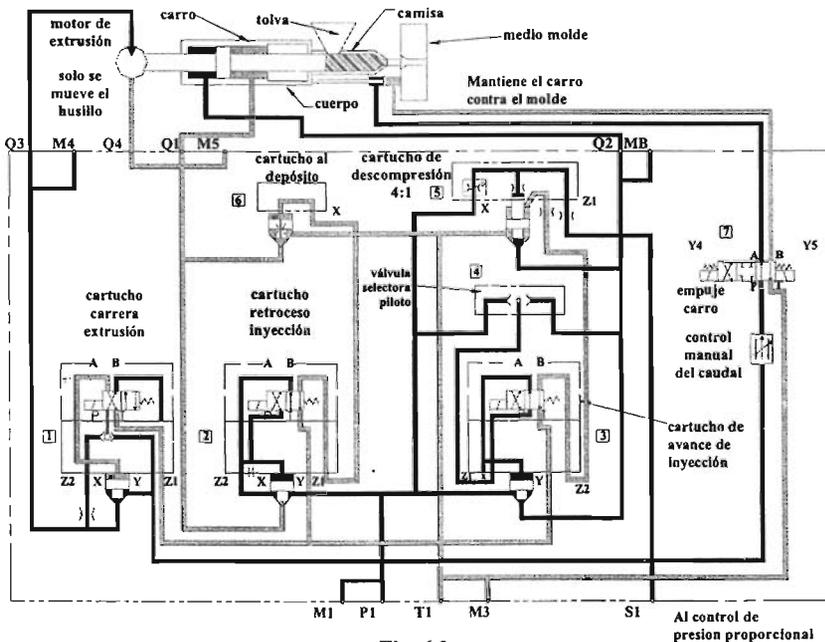


Fig. 6.3

Bloque de cierre

Este bloque controla la dirección y velocidad de los movimientos de cierre durante el ciclo del proceso de la inyección por moldeo. Este ciclo incluye cierre del molde, su protección de baja presión, su presurización, cambio de prellenado, descompresión y molde abierto en circuito diferencial. La unidad de cierre está formada por dos placas, una móvil y otra estacionaria, las dos mitades del molde un cilindro principal, un tubo amplificador, una válvula de prellenado, y un depósito.

SOLENOIDE	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
CIERRE DEL MOLDE		X		X	X		
PMBP		X		X	X	X	
PRESURIZACION		X		X	X		X
DSCOMPRESION							X
ABERTURA DEL MOLDE/DIFERENCIAL	X		X	X			

Solenoides Y1 (válvula 6) = cierre abierto con válvula piloto direccional en diferencial.

Solenoides Y2 (válvula 4) = válvula direccional selección de contrapresión

Solenoides Y3 (válvula 3) = cartucho abertura cierre

Solenoides Y4 (válvula 9) = cartucho abertura cierre al depósito

Solenoides Y5 (válvula 1) = cartucho de cierre

Solenoides Y6 (válvula 11) = válvula de protección de molde a baja presión

Solenoides Y7 (válvula 10) = válvula de prellenado

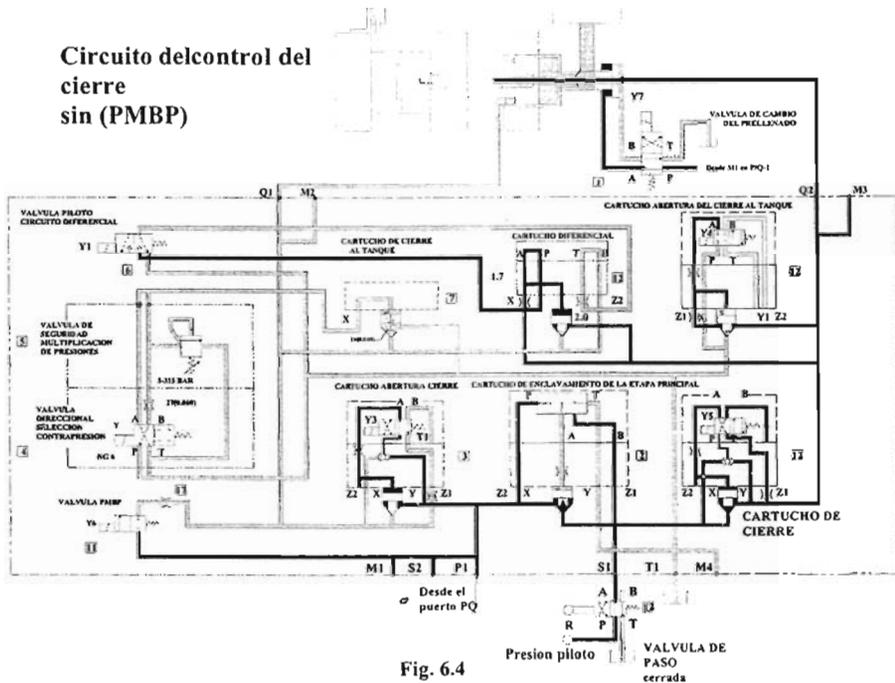
Válvula 1 = cartucho de cierre (solenoides Y5)

Válvula 2 = cartucho de cierre de la etapa principal

Válvula 3 = cartucho de abertura del cierre (solenoides Y3)

CIERRE DEL MOLDE

El paso del caudal por las vías de presión y de tanque involucradas en el cierre del molde al principio del ciclo de cierre. El fluido a la presión principal entra en el bloque por P1 y a la presión piloto a través de la válvula de cierre (12) por R. La válvula (12). Fig. 6.4 se muestra en la posición que indica que la reja enfrente del área del molde está cerrada. La presión piloto actúa para mover de su asiento la esfera de la válvula antirretorno pilotada en la parte superior de la válvula 2. Esto comunica al tanque la presión en el área de Ap de la válvula de cartucho y permite que se abra la válvula 2 debido a la presión principal aplicada en el orificio B de la válvula de cartucho. El caudal principal queda bloqueado en la válvula 3 debido a la presión que actúa en el área Ap de este cartucho combinada con la fuerza del muelle. Este caudal está también bloqueado en la válvula 11. El fluido a la presión principal atraviesa la válvula 2 y después la válvula 1, el cartucho de cierre. En este instante, se excita el solenoide Y5 abriendo una vía desde el área Ap de la válvula 1 al lado de baja presión del cartucho. Permitiendo que la presión principal en el orificio A separe el obturador de su asiento.



Presurización del cierre/ Cambio de prellenado. Las condiciones de este circuito son las mismas que la del control de cierre sin PMBP en las que el cartucho principal de enclavamiento (2) y el cartucho de cierre están todavía abiertos y permiten que el caudal a la presión del sistema, llegue al cilindro de cierre. El solenoide Y4 está excitado manteniendo cerrado el cartucho 9. El solenoide Y6 está desexcitado porque el PMBP ya no está activado cuando el cierre está completamente cerrado. Fig.6.5

Las otras condiciones del circuito son las de antes con la excepción Y7 que está excitado durante el ciclo de presurización. Esto permite que la presión desde m1 en el bloque P/Q aplique una fuerza para cambiar la válvula de prellenado a su posición cerrada. Al cerrarse la válvula de prellenado se bloquea la vía entre el área principal de cierre y el depósito pero se establece una comunicación entre esta área y el área del tubo amplificador. El área principal de cierre puede ahora presurizarse bajo el control del bloque P/Q y la bomba variable.

Circuito del control del cierre con (PMBP)

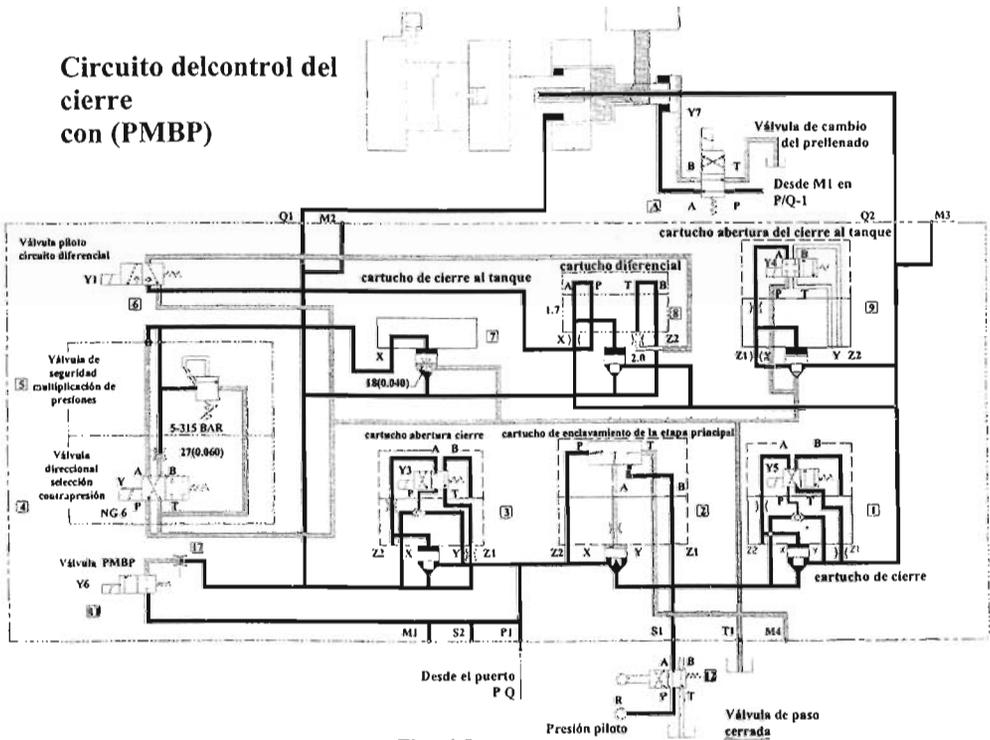


Fig. 6.5

CIERRE ABIERTO CON CIRCUITO DIFERENCIAL

La figura 6.6 muestra el circuito direccional de cierre durante el ciclo de abertura del mismo. El circuito incluye también un montaje diferencial para permitir que el fluido procedente del tubo multiplicador ayude a la apertura del cierre. La velocidad diferencial depende normalmente de la relación de áreas 2:1 entre el tubo multiplicador y el cierre abierto (retroceso del empuje) y debe por consiguiente, considerarse esto cuando se diseña.

Al principio del ciclo de abertura del cierre, se excita el solenoide Y3 permitiendo que se abra el cartucho (3) de abertura. Inicialmente, el fluido a la presión principal está presente en el orificio B de la válvula 3. El área A_p del cartucho está unida a la línea procedente del orificio A a través de la válvula direccional de la tapa, de forma que el caudal en el orificio B abre la válvula. La pérdida de carga desde B hasta A hace que el fluido de pilotaje desde el área de A_p fluya a la línea conectada al orificio A. El caudal a través de la válvula 3 va directamente al área de retroceso del cilindro de cierre y empieza a abrirlo. La válvula de cartucho 2 está abierta, si la llave de paso está cerrada, pero la válvula de cartucho 1 se mantiene cerrada por la fuerza del muelle.

Circuitos de descarga

M3

Un circuito de descarga es un sistema en donde el caudal de la bomba se desvía al tanque, a baja presión, durante parte del ciclo. La bomba puede ponerse a descarga porque las condiciones de la carga en ciertos momentos, exceden de la capacidad de potencia disponible en el motor o, simplemente, para evitar la pérdida de energía o disipación de calor durante los periodos de reposo.

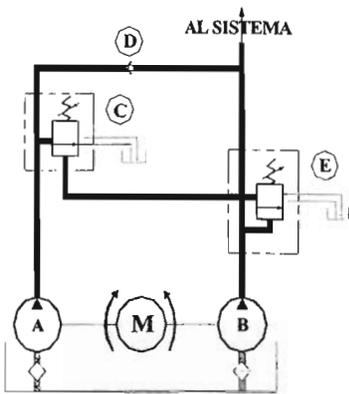


Fig. A

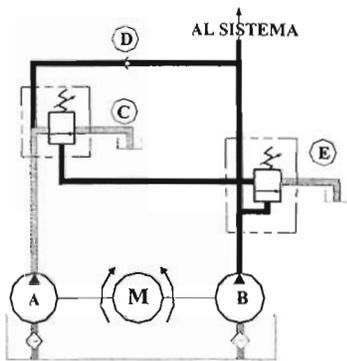


Fig. B

Sistema de descarga con dos bombas. Con frecuencia es conveniente combinar el caudal de dos bombas para obtener una velocidad mayor cuando un cilindro avanza a baja presión.

Avance rápido a baja presión. El aceite procedente de la bomba mayor pasa a través de la válvula de descarga y de la válvula antirretorno, para combinarse con el caudal de la salida de la bomba menor. Este funcionamiento continúa mientras la presión del sistema sea inferior al taraje de la válvula de descarga. La presión del sistema es inferior a los tarajes de las válvulas de control de la presión (c) y (E). Por consiguiente, ambas válvulas se mantienen en sus posiciones normalmente cerradas. El caudal de la bomba (B) se dirige al sistema a través de (E) y el de la bomba (A) mediante (c) y la válvula antirretorno (D), y se combina con el caudal (B) para dirigirse también al sistema. Fig.A

Avance lento a alta presión: La presión del sistema excede del taraje de la válvula de descarga, que se abre y permite que la bomba mayor descargue al tanque prácticamente a presión nula. La válvula antirretorno se cierra, impidiendo que el caudal procedente de la línea de presión llegue a la válvula de descarga. Fig. B

DESCARGA DE LA BOMBA DEL ACUMULADOR CONTROL ELECTRICO

La bomba se pone a descarga cuando se alcanza una presión máxima determinada y vuelve a cargar al acumulador cuando la presión disminuye hasta un valor mínimo predeterminado.

Este circuito muestra un sistema de poner a descarga la bomba cuando el acumulador está completamente cargado. Fig. 6.7

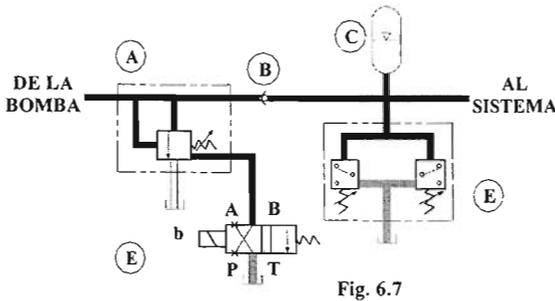


Fig. 6.7

El circuito eléctrico realiza las siguientes operaciones:

1. Excitar el solenoide (Eb) cuando el motor eléctrico se pone en marcha.
2. Desexcitar (Eb) cuando la presión del sistema alcanza el ajuste superior del presostato.
3. Excitar (Eb) cuando la presión del sistema se reduce al ajuste inferior del presostato.
4. Desexcitar (Eb) cuando se para el motor eléctrico.

CIRCUITOS DE DESCARGA PARA ACUMULADORES

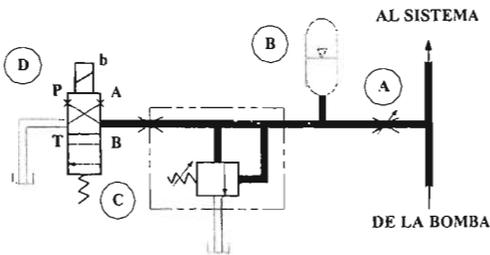


Fig. 6.8

El circuito de seguridad Fig.6.8 para descompresión del acumulador se utiliza para descomprimir automáticamente un acumulador cuando la bomba está parada, impidiéndose así el funcionamiento accidental de un actuador, permitiendo que se pueda desmontar una línea del sistema sin riesgos, en caso de mantenimiento. La descompresión se realiza mediante una electroválvula distribuidora, de retorno por muelle y una restricción fija.

CIRCUITOS ALTERNATIVOS

Los circuitos alternativos convencionales utilizan una válvula direccional de cuatro vías, conectada directamente a un cilindro o a un motor para obtener la inversión. La velocidad de retroceso del vástago de un cilindro es mayor que la de extensión, debido al volumen del vástago, cuando se utiliza un cilindro diferencial.

TIEMPO MUERTO

El siguiente circuito Fig. 6.9 muestra el tiempo muerto del circuito cuando ambos solenoides (Da) y (Db) están desexcitados. La bomba descarga un caudal al depósito a través de la válvula (D) y el antirretorno de 75 psi.

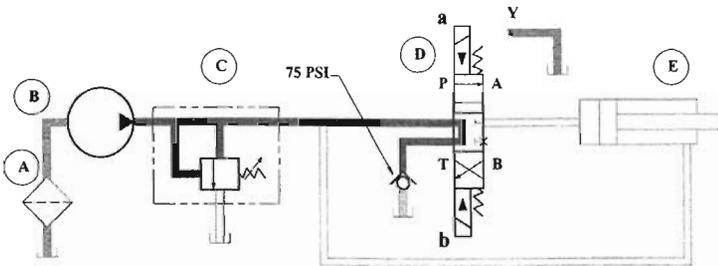


Fig. 6.9

AVANCE

En la Fig. 6.10 se muestran las condiciones de caudal y fuerza cuando se excita el solenoide (Da) para el avance en circuito diferencial. El caudal que sale de la sección anular del cilindro se une al caudal de la bomba en el orificio "P" de la válvula (D) para aumentar la

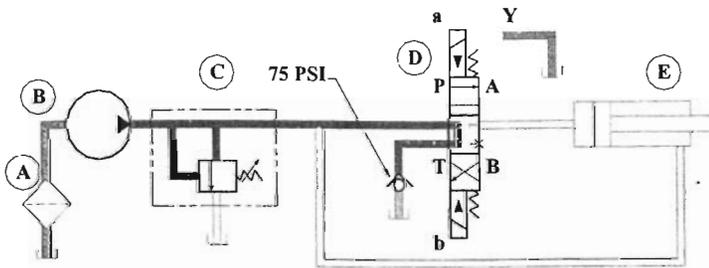


Fig. 6.10

velocidad del pistón. No obstante obsérvese que la presión del sistema actúa también en la sección anular del cilindro y reduce la fuerza ejercida a la salida.

CAPITULO VII

Analogía de Control por Relevador y Control por PLC

Capitulo en el que se hace una propuesta de estudio para la solución de problemas en los sistemas de control automático para PLC's y para relevadores. Considerando que el control por relay tiene aún una presencia muy importante en la industria, haciendo una comparación entre ambas tecnologías, analizando las ventajas que ofrecen los PLC's en operación y mantenimiento, se contempla la configuración típica de cada uno de estos sistemas, con aplicaciones ejemplificadas de cada uno.

ANALOGIA DE CONTROL POR RELAY Y CONTROL POR PLC

En la actualidad el equipo que se fabrica opera controlado digitalmente o también llamado CNC. Lo cual se define como la parte de un sistema electromecánico que gobierna una máquina utilizando instrucciones digitales. Una tecnología utilizada ampliamente en el control automático es la de los controladores lógicos programables o PLC's. En las máquinas moldeadoras de plástico tienen una aplicación importante en el control de operación. Sin embargo existen en la actualidad una cantidad importante de equipo que aún utiliza la tecnología de control por relevador que de aquí en adelante llamaremos relay la cual estará presente en la industria por mucho tiempo. Por lo que la necesidad de capacitación técnica en esta área es de suma importancia para resolver problemas de reparación por fallas, específicamente en máquinas moldeadoras de plástico.

El circuito de control industrial Fig.7.0 puede dividirse en tres partes o secciones distintas: (a) sección de entrada, (b) sección lógica y (c) sección de salida.

La sección de entrada, algunas veces llamada sección de adquisición de datos, está formada por los dispositivos encargados de recoger la información proveniente del operador y del sistema mismo.

La sección lógica, algunas veces llamada sección de toma de decisiones o decisoria, es la parte del circuito que actúa de acuerdo con la información suministrada por la sección de entrada, toma decisiones con base en dicha información y envía ordenes a la sección de salida. Los circuitos de la sección de lógica son generalmente construidos con relés magnéticos circuitos transistorizados discretos, o circuitos transistorizados integrados.

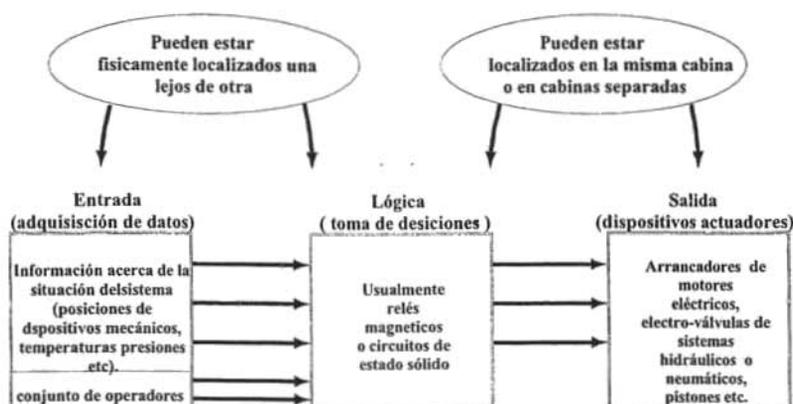
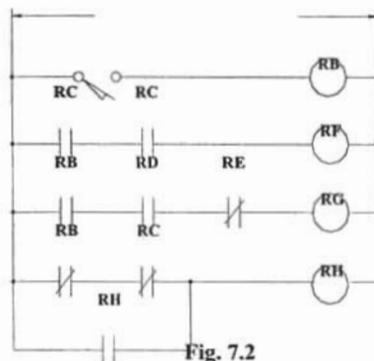
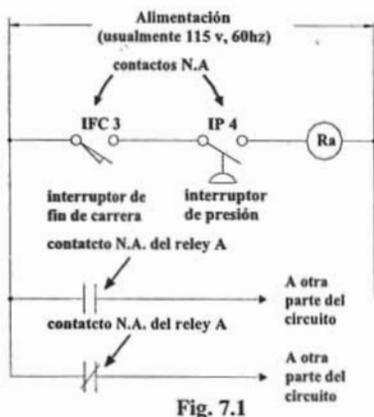


Fig. 7.0

CIRCUITOS LOGICOS IMPLEMENTADOS CON RELES MAGNETICOS

El relay A del circuito Fig. 7.1 se energiza si una cierta combinación de eventos ocurre en el sistema. La combinación necesaria, es el cierre de IFC1 por el aparato que lo opere, y al mismo tiempo el cierre de IP4 por un aumento en la presión del líquido o gas que lo afecte. Si estas dos acciones se suceden en el mismo instante, el relay A se energizará.

Por el contrario, si uno o los dos interruptores es abierto, entonces el relay A será desenergizado, lo mismo ocurrirá si uno de los interruptores se cierra y el otro permanece abierto.



conectados en serie, si estuviesen conectados en paralelo, bastaría que uno cualquiera de los interruptores se cerrase para energizar el relé.

Si RA es desenergizado, sus contactos volverán a su estado normal, es decir los contactos normalmente cerrados (N.C) se cierran y los contactos normalmente abiertos (N.A) se abren. En cambio, Si RA es energizado, todos sus contactos asociados cambian de estado, es decir, los contactos N.C se abrirán y los contactos N.A se cerrarán. El circuito de la Fig. 7.2 muestra solamente un contacto de cada clase es de notar que los relays de uso industrial tienen asociados

varios contactos de cada clase (algunos contactos N.C y algunos N.C.). Aun cuando este circuito es bastante simple, sirve para ilustrar las dos ideas fundamentales de los circuitos lógicos de relés y aplicables a todos los circuitos lógicos.

Un resultado positivo (en este caso energización del relé), está condicionado a la ocurrencia de una serie de eventos, y depende de cómo los contactos de mando se encuentren conectados. En el circuito Fig. 7.2 ambos interruptores IFC1 e IP4 deberán cerrarse porque se encuentran

El interruptor de fin de carrera Fig.7.2 (operado mecánicamente) se cerrará cuando el pistón del cilindro hidráulico #3 se encuentre completamente extendido. El cilindro hidráulico #3 se encuentra en un sitio cualquiera del sistema mecánico y acciona el interruptor por medio de una especie de leva que los une. Cuando el contacto N.A. del interruptor IFC3 se cierra, RB se energiza. La idea de "transferencia" o "ramificación" se ilustra muy bien aquí por que los tres contactos asociados con RB están conectados a otras partes del circuito, por Tanto la acción de RB se manifestará en estas tres partes, que en este caso son los relays RF, RG, y RH. La idea de " ramificación " es algunas veces asociada como un fan-out (factor de carga del circuito)

Para apreciar mejor la habilidad que tienen estos circuitos para tomar decisiones, consideremos el relay RG. Supongamos que RG controla el solenoide de una elctro-válvula la cual permite o no que el agua fluya por un determinado tubo. Tenemos pues, que el agua fluirá si las siguientes condiciones se cumplen:

- a. RB está energizado, y
- b. RD está energizado, y
- c. RE está desenergizado

Hemos visto que RB está controlado por la posición del pistón del cilindro hidráulico #3 a través del interruptor IFC3. Los relés RD Y RE, aunque no se describen en la figura representan cualquier condición en el sistema mismo, o datos del operador o una combinación de ambos. Para concretar, supongamos que RD se energizará cuando se tiene una determinada presión de agua y RE cuando se detecte en el agua cierto tipo de contaminación. La decisión que tome RG sobre permitir o no el flujo del agua, depende de las tres condiciones siguientes (estado de los contactos).

- a. RB (N.A.): Pistón del cilindro hidráulico #3, completamente extendido.
- b. RD (N.A.): Presión del agua adecuada.
- c. RE (N.C): No hay contaminación presente en el agua.

CONCEPTOS BASICOS PARA LA LECTURA DE DIAGRAMAS

Conductor: Un conductor es una línea a través de la cual puede fluir corriente eléctrica. Los conductores se pueden cruzar entre sí sin hacer contacto esto se representa en un diagrama trazando las líneas sin puntos en los cruces, en muchos diagramas aparecen con un semicírculo entre las líneas, por otro lado cuando se interconectan se representa con punto negro que indica la unión de las líneas.

Interruptor: Nótese que un switch siempre tiene dos pequeños círculos en los extremos, algunas veces, conectando algo a través de estos dos círculos se crea un puente eléctrico entre los dos conductores, también se debe hacer notar que en un diagrama aparecen algunos switches como abiertos, y otros cerrados los que nos lleva a otra importante consideración, ya que los switches siempre son diseñados para operar ya sea normalmente abiertos o normalmente cerrados. Un switch normalmente abierto en sus estado desactivado no conduce corriente, en el lado opuesto un switch normalmente cerrado en su estado desactivado conduce. Los diagramas siempre representan a los switches y contactos en su estado desactivado. Los diagramas también muestran como se activará un limit switch. Siempre se dibujan como una "rampa" un triángulo invertido, viendo el diagrama de izquierda a derecha, se puede visualizar un rodillo moviéndose a lo largo de la rampa, si el rodillo es movido hacia la derecha el brazo del switch se moverá hacia abajo, si el rodillo es movido hacia la izquierda el brazo se moverá hacia arriba. El brazo del limit switch está armado con un resorte y siempre regresará a su posición original. Un limit switch normalmente cerrado siempre se dibujará con el brazo de contacto bajo los círculos.

Interruptores selectores: Son más difíciles de visualizar, utilizan un movimiento rotatorio par abrir o cerrar sus contactos, usualmente tienen dos o tres posiciones, sin embargo hay disponibles switches con más posiciones, existen del tipo momentáneo que regresan a su posición cuando se sueltan y del tipo que mantiene su posición seleccionada, pueden utilizar bloques de contactos adicionales para abrir y cerrar diferentes juegos de contactos. Así moviendo el switch selector simultáneamente controlará otros circuitos lo cual se representa en un diagrama con una línea punteada lo que significa que existe una conexión mecánica entre si no indica paso de corriente eléctrica esta línea punteada. En el diagrama se indica el número de posiciones que tiene el switch selector señaladas sobre el símbolo del switch selector.

Pushbuttons: En los símbolos esquemáticos se indica el número de polos que trabaja, el número de caminos que sigue cada polo, y si es normalmente cerrado normalmente abierto, siempre son dibujados en su posición normal o no activado, y se asume que cada polo cambia de estado cuando el botón es activado. La mayoría de los botones son de acción momentánea sin embargo existen ensambles de estos botones que mantienen su posición.

Bobinas: Dos símbolos son encontrados en un diagrama eléctrico de control industrial, y se encuentran en extremo derecho del diagrama conectado siempre al ramal común. El símbolo dibujado con un círculo es una bobina shunt y en el mayor de los casos es un dispositivo de baja potencia como un relay, o un contador, el cual controla un dispositivo de más alta potencia, como un solenoide. El símbolo que aparenta una señal tipo diente de sierra es llamado bobina serie, es usualmente un dispositivo de mayor potencia y es el dispositivo de control final de en el circuito.

Contactos: Están generalmente divididos en dos grandes categorías: de acción momentánea y de acción retardada. Los contactos (generalmente relays o temporizadores) son indicados por dos líneas paralelas, cuando son del tipo normalmente cerrado una diagonal atraviesa a las dos líneas paralela. Los contactos de acción retardada son un tipo de contactos que retardan el contacto o la ruptura de estos.

Numeración del diagrama: En el diagrama de escalera se encontrarán escritos números y letras que ayudarán a la lectura y comprensión de este. En la parte izquierda del diagrama se encontrarán una serie de números consecutivos, los cuales identifican el número de líneas en el diagrama. Se encontrarán números o letras al final de un cable a través de toda la máquina estos números corresponden a la identificación del alambrado en diagrama de escalera. Los dispositivos de salida asignan letras y números, si se utilizan relays se asignan CR que indica la bobina del relay, si aparece con minúsculas cr indica un juego de contactos de ese relay. Los temporizadores están identificados como TR1. Para identificar temporizadores de estado sólido se asignan letras minúsculas, en el lado derecho del diagrama al lado del cable común, se describe la función del dispositivo de salida.

Reconociendo el diagrama de escalera

Un diagrama de escalera es la representación esquemática de un circuito eléctrico. Es escrito en forma de H con conductores energizados representados por líneas verticales y circuitos individuales representadas por líneas horizontales. La utilización del diagrama de escalera resulta relativamente simple una vez que se conocen los símbolos eléctricos, el diagrama de escalera representa las rutas que toma la corriente eléctrica mostradas como travesaños de escalera. Para cada uno de los dispositivos controlados o energizados como son: bobinas, solenoides, temporizadores etc. Son controlados eléctricamente y provocan que el equipo opere. Se interpreta leyendo de izquierda a derecha el recorrido de la corriente a través de switches y contactos que son los componentes eléctricos que controlan al dispositivo de salida.

Para el uso efectivo del diagrama de escalera existen algunos puntos claves que son importantes comprender concernientes a la representación física de los símbolos del diagrama.

En el lado derecho del diagrama, siempre está localizado el alambre común aterrizado el cual es identificado ya sea por número que comúnmente es 2 o por un color Único el cual en el panel siempre es el blanco. Este alambre común corre hasta al final. En el alambre común siempre están conectado un lado de todos dispositivos de salida. La condición de conectar el dispositivo de salida siempre al lado derecho del diagrama que es el cable aterrizado responde una medida importante de seguridad. Significa esto que el circuito completo al lado izquierdo del dispositivo de salida no está aterrizado (es el lado caliente del circuito). Por lo tanto cualquier corto circuito quemará el fusible del transformador. Este fusible se coloca entonces en el lado izquierdo del diagrama.

Que ocurriría si el dispositivo de salida se colocara en el lado izquierdo del diagrama?. El lado caliente del circuito sigue siendo el izquierdo, cualquier corto circuito a tierra, activaría al dispositivo de salida, el chasis completaría el circuito. El peligro que representa es de gran alcance. Un corto circuito a tierra no quemaría el fusible, activaría el circuito, un cilindro hidráulico puede activarse y puede causar graves daños al personal o al equipo. Se puede visualizar entonces porque el dispositivo de salida está situado inmediatamente al lado aterrizado. Cualquier cosa agregada al lado derecho del dispositivo de salida causaría que se activara en lugar de protegerse por medio del fusible. Por eso se recomienda que siempre

que se agregue algún alambrado se haga en el lado caliente del circuito.

En el circuito también se aprecia que hay un solo fusible y que está colocado en el lado caliente del circuito de control (P1) pero no en el lado aterrizado (G1). Esto también es una importante medida de seguridad en este diseño. Si un fusible es colocado en lado aterrizado y este se abre (pero el lado caliente permanece conductivo). El circuito no operará, pero los conductores permanecerán vivos. El circuito podrá no funcionar, pero representa un peligro para cualquiera que trabaje en él. En la práctica, nunca se coloca un fusible en el lado aterrizado del circuito. En la mayoría de los diagramas de escalera el lado derecho aparece con el número 2 asignado a manera de identificación y se utiliza regularmente de color blanco. El diagrama de escalera representa las funciones eléctricas del equipo, no representa la distribución física del alambrado de la máquina.

Limits switches, switches selectores etc. Generalmente tienen una nota que describe la función que desempeña. Hay asignada una sección en el diagrama en donde hace un listado de todos los limits switches, identificados con una nomenclatura que debe contar también físicamente el que está localizado en la máquina para facilitar más de esta manera su identificación. Y de esta forma evitar pérdida innecesaria de tiempo que, que es prioritario en una reparación. Mientras que en todos los circuitos de control consistentes en bobinas y contactos para proveer una secuencia programada, la operación de los contactos de varios tipos de dispositivos varía de un fabricante a otro. Los principios básicos no cambian, es benéfico y altamente recomendado el estudio de la literatura del fabricante de los dispositivos.

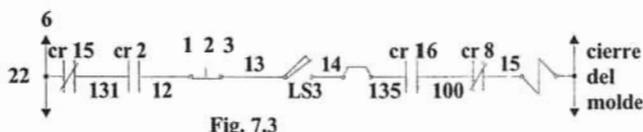
Técnicas de on-line trouble shooting

La manera más fácil de para entender la técnica de on-line trouble shooting, es haciendo referencia directamente a una línea del diagrama de escalera. En la figura 7.3 se representa la parte del circuito de control que corresponde a la línea 22, la cual tiene un número de puntos interruptores y que debería ser de fácil comprensión. Igualmente se asumirá la suposición de que cada contacto mecánico y eléctrico se encuentran cerrados (en otras palabras al tiempo que de prueba CR15 estará desenergizado, CR2 estará, S3 estará cerrado en la posición 2, LS3 estará cerrado, CR16 estará energizado, y CR8 estará desenergizado. La línea entre los puntos 14 y 135 es un puente permanente, así entonces el circuito debería

estar cerrado). Asumiremos el caso también que el alambre #6, el cual alimenta al circuito, está también energizado.

La maquina está en operación, y los controles están colocados para que el solenoide A se energice, si la máquina estuviera funcionando normalmente la secuencia de funcionamiento cerraría el molde. Sin embargo, si existe un problema eléctrico en la máquina y el solenoide que cierra el molde no está funcionando. La bomba hidráulica está funcionando pero la máquina parada. El primer paso para comenzar a resolver el problema es la obtención de información con respecto a la causa que provocaron la falla en la operación de la máquina, preguntando al operador respecto a esto, hacer una inspección visual de la máquina que nos permitiera localizar algún desperfecto que pudiera apreciarse de fácil manera, una vez echo

esto y no encontramos evidencias de la falla procedemos a la lectura del diagrama de escalera para la localización de la falla.



Por principio de cuentas

sabemos que el molde no cierra y que la solenoide que cierra al molde está localizada en la línea 22 lo que nos ayuda a asilar el problema. (hay que hacer aquí una distinción importante entre un componente que no está funcionando y un componente que está fallando. Si el molde no esta cerrando por que el solenoide A no opera, sin embargo esto no quiere decir que el solenoide en sí esté fallando. Puede deberse a cualquier falla mecánica o eléctrica del sistema la cual evita que el voltaje de control alcance al solenoide.

El proceso de trouble shooting

Tenemos un problema en la línea 22, y lo atacaremos si embargo el procedimiento que seguiremos será diferente al típico sistema que utilizan la mayoría del personal involucrado en el mantenimiento industrial (probablemente procederían a parar la maquina y buscarían a través de alambrado circuitos abiertos). Para el proceso de on – line, se procederá como sigue:

Paso 1. Se seleccionan los controles que harán que en operación de un ciclo de la máquina, con el motor funcionando y el circuito de control energizado deberá cerrar el molde.

Paso 2. Empezaremos a hacer el diagnostico, trabajando con el circuito probando continuidad (efectivamente **continuidad** tenemos que recordar que el circuito de control está energizado).

Sin embargo una condición primordial para desarrollar este procedimiento es contar con un multímetro digital que nos permita hacer estas mediciones ya que los multímetros tradicionales no ofrecen la opción de selección de continuidad en líneas vivas. Las técnicas que se utilizan para reparaciones con multímetros tradicionales siguen básicamente el mismo proceso pero tomando lecturas de voltajes, que también se analizarán y que son mayoritariamente utilizadas. Si embargo las ventajas que tiene hacer un diagnostico verificando continuidad representa una ventaja sobre la lectura de voltajes ya que podemos detectar fallas que se pueden volver intermitentes lo cual con un multímetro no sería posible. Por ejemplo los instrumentos de medición que nos permiten hacer lecturas de continuidad en un circuito energizado son capaces de cambiar el tono cuando la resistencia a la corriente eléctrica varía debido a al deterioro de los contactos, lo cual puede ocasionar una falla intermitente que nos siempre se presenta cuando se hace una reparación.

Paso 3. Hasta que no sea necesario la verificación física de un componente individual de la máquina, todas las mediciones de prueba se harán dentro del panel de control. Existen métodos de verificación de funcionamiento de mecanismos, tales como la operación de una válvula solenoide desde dentro del panel.

Procedimiento de prueba utilizando la técnica de continuidad

Primera prueba : La primera y única prueba de voltaje es del alambre #6 al común aterrizado en lado derecho del solenoide A.

Propósito: Verificar la presencia de voltaje de control.

Resultado de la prueba. : El multímetro indica 120 volts. Continuar con la siguiente secuencia de prueba.

Segunda prueba : Cambiar el selector de prueba en el multímetro a la prueba de continuidad. Probando el solenoide A en búsqueda de circuitos abiertos, colocando las puntas del multímetro en el conductor común aterrizado y el punto # 15.

Propósito: Verificar si el circuito entre los puntos común aterrizado y el punto # 15 es completo.

Resultado de la prueba: El sonido de continuidad indica que el circuito se encuentra cerrado.

Tercera prueba: Seleccionamos arbitrariamente un punto medio conectado en la línea 22. El alambre #14 está en bloque terminal y es conveniente trabajar desde aquí. Hacemos prueba de continuidad desde el punto previo a esta.

Propósito: Conocer la conexión del puente (punto 14 al punto 135), contactos de relay cr16, contactos de relay cr8. Y todas la conexiones terminales entre los dos puntos.

Resultado de la prueba: El sonido indicador de continuidad indica que todos los contactos y conexiones están en operación entre los puntos 14 y 15

Cuarta prueba: Ahora probaremos continuidad la otra mitad del circuito del circuito haciendo la prueba desde el bloque de terminales del punto 14 al alambre #6.

Propósito: Probar LS3, selector S3, contactos de relay cr2 y cr15 y todas las conexiones terminales entre estos dos puntos.

Resultado de la prueba: La ausencia de tono indica que el circuito está abierto o que algún componente está fallando entre los puntos 14 y cable #6

Quinta prueba: prueba de continuidad en el bloque de terminales entre los puntos 13 y 14

Propósito: Probar LS3 y sus conexiones.

Resultado de la prueba: El sonido indicador indica que el switch LS3 y sus conexiones forman un circuito cerrado.

Sexta prueba: Probar en bloque de terminales continuidad entre los puntos 12 y13

Propósito: Probar el switch selector S3 y sus conexiones.

Resultado de la prueba: Ausencia de tono indica que el circuito está abierto, ya sea que el switch o el alambreado estén defectuoso entre estos dos puntos, por lo que nos obliga a hacer una revisión en la parte control de la máquina, ya que esta parte del circuito es en su parte de la máquina. Sin embargo antes de proceder a hacer la revisión en la parte de control, necesitamos realizar una última prueba en el panel, para asegurarnos que es la única parte del circuito que está fallando.

Séptima prueba: Probar continuidad entre los alambres 12 y 6 en el bloque de terminales.

Propósito de la prueba: Verificar los contactos de relay cr15 y cr2

Resultado de la prueba: El sonido indicador de continuidad nos asegura que los contactos de los relay están en operación.

Ahora sabemos que la falla se encuentra localizada en el switch selector S3

Octava prueba: Abrir el panel de control del operador y localizar en la parte posterior del switch selector los alambres 12 y 13.

Propósito: Verificar falla ya sea en S3 o su conexión.

Resultado de la prueba: Tocando las terminales del switch (no las puntas de los alambres). La ausencia de tono indicador de continuidad indica la pobre conexión entre los alambres. Hemos encontrado ahora que la falla en la línea 22 es una falla en el SW3 o una conexión pobre en las terminales. Se puede verificar la falta de continuidad a través de las terminales del S3 haciendo un puente con un alambre entre las terminales del S3, con el S3 en seleccionado en operación se esperará que al momento de hacer el puente el molde cerrará. Lo que verificará que el diagnóstico de que la falla se ocasiona por el S3 o por las pobres conexiones entre sus terminales. El resto del trabajo a realizar sigue los procedimientos estándares, apagar la máquina antes de cualquier reparación.

Segunda prueba: Colocamos las puntas de prueba en los puntos 47 y 3

Propósito de la prueba: La prueba establecerá la secuencia de control del circuito alimentando CR8 y los solenoides j, l. Un circuito sencillo será el indicado respectivo de cual de las líneas (32,34, o 35) está conduciendo.

Lecturas indicadas:

Multímetro analógico: La aguja indicará 120 volts cuando los circuitos combinados de las líneas 32,34 y 35 están abiertas y el LS9 está cerrado, cuando el circuito se energiza, la aguja se cae a cero.

Multímetro digital: La pantalla indicadora marcará 120 volts cuando los circuitos combinados de las líneas 32,34 y 35 están abiertos y el LS9 está cerrado. La pantalla ira en cuenta descendente hasta llegar a cero cuando el circuito esté energizado.

(**nota:** Cuando se está utilizando un multímetro para probar conductividad en un circuito energizado, se debe leer correctamente la información. Si se está leyendo un área abierta en un circuito vivo, el multímetro registrará un voltaje de línea total. Cuando el circuito está cerrado la diferencia de voltaje entre los dos puntos debería caer a cero. La dificultad sin embargo es distinguir entre un contacto cerrado y un circuito energizado. Por ejemplo, si se está leyendo a través de los puntos 3 y 47, se tendrá una lectura de cero volts con respecto a la conductividad si LS9 se encuentra abierto. Así si tenemos una lectura de cero volts es necesario la verificación del voltaje de control, colocando las puntas de prueba en el cable 3 y el común aterrizado. Una lectura de cero volts entre los cables 3 y 47, y 120 volts entre el cable 3 y común aterrizado indica que el circuito entre los alambres 3 y 47 es conductivo.

Resultado de la prueba: Bajo condiciones de ciclo normal, la caída de voltaje a cero durante el tiempo del ciclo de eyección. La prueba indica que durante el tiempo total del ciclo de eyección hay un circuito cerrado en las líneas 32,34 y 35.

Prueba con maquina energizada hasta que se presenta la falla:

Después de que maquina se detiene debido a la presencia de la falla que se presenta, empezaremos nuestro procedimiento de reparación. Primeramente sospechamos que cr9 en la línea 34 está fallando. Nuevamente mostraremos como desarrollar una prueba con el multímetro.

Tercera prueba: Las puntas de prueba se colocan en los puntos 87 y 47

Propósito de la prueba: Verificar que el contacto cr9 normalmente cerrado (nc) en la línea 34 es conductivo.

Lecturas indicadas:

Multímetro analógico: 120 volts

Multímetro digital: 120 volts

Resultado de la prueba: El contacto de relay cr9 está fallando.

La presencia de voltaje indica que existe un conductor abierto en cr9. El multímetro lee voltaje en entre las terminales 87 y 47. Si cr9 está abierto (pero todos los contactos en la línea están cerrados), entonces todos los contactos incluyendo de los dispositivos eléctricos de salida actúan como conductores. Más bien que teniendo caída de voltaje a través de los dispositivos de salida como debería la caída total de voltaje es a través de la parte abierta del circuito. Por está razón, la parte abierta del circuito registrará el voltaje total si el resto del circuito está completo.

Prueba de resistencia con el equipo apagado

Hasta este punto, podríamos verificar nuestros resultados de prueba, con pruebas de resistencia, por lo tanto debemos apagar la maquina, pues sabemos que la prueba de resistencia con un multímetro estándar debe ser hecha en un circuito desenergizado.

Sin embargo, cr9 está normalmente cerrado (n.c.), esto no alterará las posiciones de los contactos del relay. (no se podría hacer prueba de resistencia en un contacto normalmente abierto, pues al desenergizar la máquina para la prueba el relay permanecería abierto. Por supuesto que se puede desenergizar la máquina y cerrar manualmente el contacto del relay pero eso alteraría las condiciones de un problema intermitente).

El primer paso entonces es desenergizar la máquina, esto usualmente debe ser hecho desactivando los interruptores térmicos principales. Una sabia precaución antes de todo es verificar voltaje de control.

Cuarta prueba: Las puntas de prueba se colocan en los puntos 47 y 87

Propósito de la prueba: Probar la resistencia en ohms a través del contacto cr9

Lecturas indicadas:

Multímetro analógico: La aguja indica infinito lo que significa un valor de resistencia muy alto.

Multímetro digital: La pantalla indica 0.00 Mohms lo que es un valor de resistencia infinito.

Resultado de la prueba: El contacto NC del relay9 se encuentra defectuoso.

Como puede apreciarse el multímetro digital y analógico puede ser utilizado efectivamente, aunque no pueda ser utilizado para la medición de continuidad en circuitos energizados.

El diagrama eléctrico de control automático completo de una moldeadora de plástico se presenta a continuación.

Diagrama eléctrico de control automático de una maquina

Moldeadora de plástico

Marca: stokes 150 ton

Componentes eléctricos

Interruptores selectores

S1 Operación

S2 Operación de tornillo

S3 Molde abrir-cerrar

S4 Avance- retorno de conector

S5 Unidad de tornillo avance-retorno

S6 Ajuste de altura de molde

S7 Altura de molde

Interruptores de prensa

SW3 Alimentación a calentadores

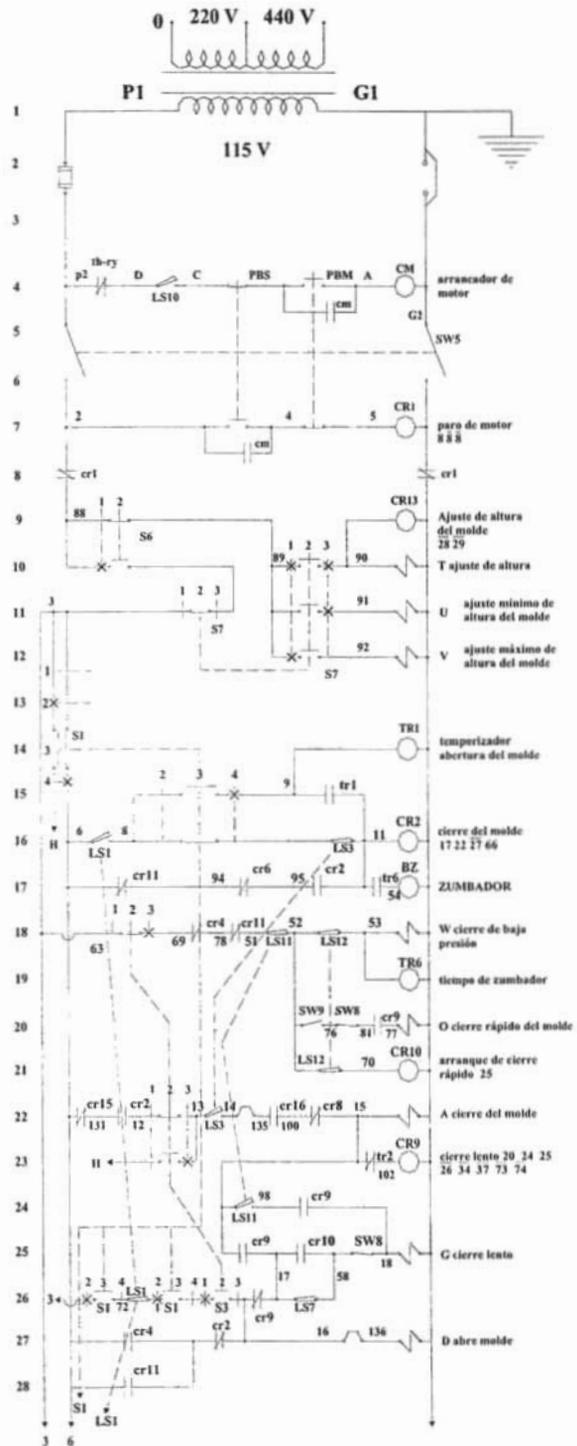
SW5 Alimentación del control

SW8 Prensa lenta

SW9 Cierre rápido de molde

SW10 Intrusión

SW12 Velocidad lenta de



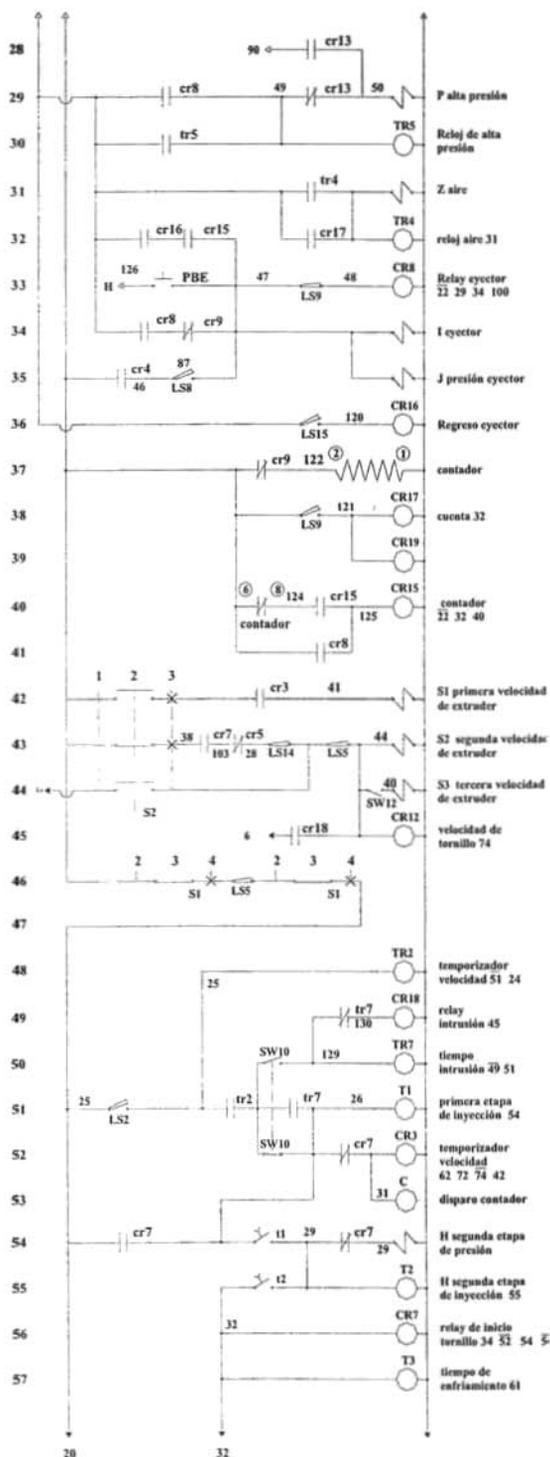
tornillo

Interruptores limitadores

- LS1 Abrir molde
- LS2 Asegurar molde
- LS3 Ciclo sencillo
- LS5 Alimentación
- LS6 Carrera unidad de tornillo
- LS7 Cierre lento
- LS8 Avance eyector
- LS9 Carrera eyector
- LS10 Compuerta de seguridad
- LS11 Alta presión
- LS12 Baja presión
- LS14 Abrir molde de emergencia
- LS15 Regreso de eyector
- LS20 Lubricación

Interruptores push-buttons

- PBM Arranque de motor
- PBS Paro de motor
- PBE Eyector



Controladores lógicos programables

Los controladores lógicos programables son controladores electrónicos digitales aparecidos a comienzos de los 70 para remplazar a los circuitos de relés electromecánicos, interruptores y otros componentes utilizados para el control de los sistemas de lógica combinada. El uso de un lenguaje de programación con una estructura o representación similar a la de los arreglos de relevadores en escalera (diagramas de escalera), fue una elección para "construir programas" que manejen a estos dispositivos, ya que facilitó el entrenamiento de los operadores que conocían estos diagramas. Así el primer lenguaje de programación para PLC's considerado de bajo nivel fue el "Lenguaje LADDER o de escalera". Aún hoy se utiliza este lenguaje, así como "el lenguaje Booleano" que se basa en los mismos principios del álgebra booleana. Este último utiliza las condiciones (AND, OR, NOT, NAND.etc.) enteramente equivalentes al lenguaje de escalera.

En todo proceso industrial existe una secuencia de operaciones en que las variables del proceso (temperatura, humedad, nivel de un líquido, tiempos, presiones etc.) están definidos para obtener resultados esperados.

Los procesos industriales requieren algún tipo de programa de coordinación, supervisión o control, lo cual hace necesario un proceso de automatización de estas funciones que se puedan llevar a cabo de muchas formas. Hace sólo un par de décadas este proceso requería de una secuencia de operación sobre la base de relays que comandaban módulos de control de variables continuas y tableros indicadores, estos indicadores le decían al operador lo que debía hacer, es decir el sistema era semiautomático. Si se debía modificar el proceso de control por algún motivo, normalmente esto requería de un desembolso importante de dinero y realizar el cambio podría demorarse bastante.

Para entender a los sistemas que precisaban cambios constantes, se pensó en un sistema donde las variables pudieran ser gobernadas mediante el accionamiento de relays, levas, o algún otro mecanismo.

Es evidente que con el avance de la tecnología, es posible realizar modificaciones con el simple comando a través del teclado de una computadora, con lo cual es posible realizar el censado de contactos, actuación de relays y contactores, conteo de variables, temporización, procesamiento de variables continuas, etc.

Ventajas que ofrece el uso de PLC's en el control industrial

- (1) Se elimina la mayor parte del alambrado, las únicas conexiones de componentes montadas en la máquina son terminales de entradas y salidas del CPU, y de los dispositivos de control tales como botones de paro/arranque, botones de automático/manual, push buttons y lamparas piloto, también deben ser conectadas a las terminales del CPU.
- (2) El CPU contiene un gran número de componentes de estado sólido, que pueden ser utilizados cuando sea requerido. Un modelo pequeño cuenta con un promedio de 40 relays internos de estado sólido para circuitería interna más un gran número de componentes.
- (3) Los componentes pueden ser programados (interconectados) por un operador utilizando una consola con la que se pueden ingresar cualquier tipo de circuito
- (4) Después de que un programa ha sido almacenado en el banco de memoria del CPU, puede ser si se desea duplicado (copiado) en un audio cassette o en un chip electrónico no volátil para ser almacenado.
- (5) La mayoría de los CPU's no tienen partes móviles por lo tanto casi no desarrollan problemas de servicio.
- (6) En caso de una falla en el sistema eléctrico, un CPU es representa una facilidad para la solución de problemas. El circuito de escalera se puede leer a través de la consola, representado una gran ayuda para encontrar la causa del problema de una manera fácil.
- (7) El costo inicial de un sistema por PLC es algunas veces más alto que el costo inicial de un sistema de control tradicional por relay, pero el ahorro en tiempo de reparación y de modificaciones al sistema de control hacen que al final el costo de un PLC mucho menos caro. Aún en máquinas en el que el circuito de control es relativamente simple.
- (8) Desde que los componentes de estado sólido se han utilizado en los circuitos de control, los controladores programables son mucho más pequeños y ligeros que sus equivalentes en un circuito tradicional controlado por relay.
- (9) Los PLC's pueden ser conectados entre sí para compartir información entre máquinas o procesos, pueden guardar información que puede ser recuperada o comunicada a otras computadoras.

COMPONENTES DEL SISTEMA

Unidad central de proceso (CPU): Esta es la unidad principal del sistema, la capacidad de aceptar cierta cantidad de señales de entrada procedentes de switches limitadores, pushbuttons, switches de palanca o de posiciones, fotosensores, switches de proximidad, sensores acústicos etc. está determinada por el modelo y tamaño del PLC si el sistema necesita de más señales de entrada, su capacidad puede ser ampliada agregando módulos de expansión al CPU.

La fuente del programa para el CPU puede ser ya sea de su propia memoria RAM la cual ha sido previamente programada para la secuencia de operación deseada o puede proceder de una memoria tipo EPROM que contiene el programa deseado y puede ser conectada al CPU.

La memoria del programa en el CPU es del tipo RAM(memoria de acceso aleatorio). Bits individuales de información pueden ser ingresados, cambiados o borrados sin afectar otra información guardada en la memoria.

Para ingresar un nuevo programa, un operador lo puede ejecutar trabajando con un diagrama eléctrico de escalera o una carta de instrucciones teclas de circuitos eléctricos, ingresándolos a la memoria RAM a través de una consola la cual es conectada al CPU con un cable. Después de que el programa ha sido completado y se ha verificado puede ser copiado en un audio cassette, o en una memoria EPROM. Si por alguna razón el programa en la memoria RAM se daña o pierde, se puede restablecer ingresándola por medio del audio cassette o de la unidad de memoria.

Los modelos grandes tienen cierta capacidad de palabras o "ranuras" en donde la información acerca de los contactos puede ser almacenada. Modelos más grandes tienen mayor capacidad. Estas ranuras son llamadas direcciones "addresses". Cada dirección tendrá de instrucciones completas de cada juego de contactos de un circuito eléctrico. incluyendo el número de identificación como es mostrado en diagrama, ya sea si es N.O. ó N.C.

Consola programadora: Es un dispositivo que se utiliza para ingresar el control lógico en la memoria del PLC, los programas son escritos instrucción por instrucción ingresando un contacto o una bobina a la vez. Algunos comandos tienen sus propias teclas, mientras otros pueden requerir de la combinación y secuencia de teclas.

Fuente de poder: La fuente de energía eléctrica viene de una unidad periférica que puede ser instalada dentro del mismo gabinete en donde se encuentra el CPU.

TERMINOS Y ABREVIACIONES UTILIZADAS EN UN CONTROLADOR PROGRAMABLE

PC: Controlador programable. Este termino incluye todas las unidades, unidad central de proceso, fuente de poder y módulos auxiliares.

CPU: Unidad central de proceso. Esta es la sección que contiene circuitos de memoria, componentes de estado sólido para la circuitería, procesamiento de componentes de entrada y salida.

RAM: Memoria de acceso aleatorio Esta es la parte de los circuitos de memoria del CPU donde se almacena un programa por medio de una consola de programación.

ROM: Memoria de solo lectura. El CPU tiene también una sección de memoria ROM. Una memoria ROM es permanente y es programada durante la fabricación y de acuerdo a los requerimientos del usuario, y no puede ser reprogramada.

EPROM : Erasable, Programmable, Read – Only memory (memoria programable, borrrable de solo lectura). Este tipo de memoria es no volátil, pero puedes ser borrada por una radiación ultravioleta y ser reusable nuevamente.

BIT: Dígito binario el cual tiene un valor ya sea 0 ó 1(on/off)

BYTE: Grupo de bits adyacentes usualmente operando como una unidad, en el movimiento de datos de y hacia la memoria. Hay 8 bits por byte.

WORD: Grupo que consistente de uno o más bytes, y es operado como un grupo por el CPU.

I/O: Abreviación de entrada y salida

ADDRESS :Identificación o número de referencia asignado a cada locación de la memoria.

PROGRAMA: Juego de instrucciones **HARDWARE:** Incluye todos los componentes físicos de un sistema de control programable.

SOFTWARE: Cualquier documento escrito asociado con el hardware.

LADDER : Un diagrama ladder "escalera" es un método estandarizado de esquemáticos de control eléctrico industrial

WRITE: Es el proceso de ingresar información a la memoria. Cuando es oprimida la tecla write en la consola de programación, insertara los datos en la memoria RAM.

REGLAS PARA DIBUJAR UN DIAGRAMA DE LADDER

El formato ladder es simplemente una manera de graficar y mostrar como los switches de la máquina deben estar cerrados o abiertos para provocar conductividad a través de cada travesaño a la bobina de un relay a en la salida. La bobina de un relay interno no es del tipo de una estructura magnética. Puede ser considerada como una junta de activación de estado sólido.

Regla 1: Cada bobina ya sea de un relay interno o uno de los conectados a una terminal de salida para activar un dispositivo, debe ser dibujado en un travesaño individual.

Regla 2: Todos los dispositivos actuadores de la naturaleza que sean deben ser conectados a las terminales de entrada y este número de terminal viene a ser su identificación donde estos sean utilizados en circuito.

Regla 3: Todas la bobinas de relays ya sean de relays internos o de salida deberán conectarse al lado derecho del diagrama ladder. Los relays nunca se deberán conectar directamente al lado izquierdo del diagrama.

Regla 4: Cada travesaño deberá comenzar en lado izquierdo del diagrama y progresivamente conectarse a través de contactos para energizar a la bobina de salida conectada al lado derecho del diagrama.

Regla 5: Todos los contactos de los relays deben ser dibujados N.A. o N.C. exactamente como estarían en el diagrama de control por relay. Pero en contactos de switches externos deben ser dibujados con relación al estado de actividad de la terminal de entrada a la que están conectados.

Regla 6: Nunca debe de haber conexiones intermedias en un travesaño hacia un punto de otro travesaño. Esto es una práctica común en los diagramas de control por relay, pero es inaceptable en un diagrama ladder para controlador programable.

Regla 7: Los dispositivos de carga (válvulas solenoides etc.) nunca aparecen en un diagrama ladder. El dispositivo de salida que produce la señal para este es mostrado en el diagrama.

Regla 8: En un diagrama ladder controlado por relay donde un solenoide y una bobina de un relay son energizados al mismo tiempo, son dibujados en paralelo, pero en un diagrama ladder para controlador programable deben ser dibujados en travesaños individuales separados..

COMO DIBUJAR CONTACTOS DE INTERRUPTORES Y RELAYS

Importante: Los símbolos para los contactos N.A. o N.C. cuando son utilizados para representar contactos de relay tienen el mismo significado que cuando son utilizados en un circuito de control por relay. Pero cuando estos símbolos son utilizados para representar switches externos abiertos o cerrados localizados en la máquina, tienen diferente significado. El símbolo del interruptor N.A. no significa necesariamente que no hay continuidad en este punto. Significa que el estado de conductividad es el mismo que el estado de la terminal de la entrada a la que el interruptor está conectado. El símbolo del interruptor N.C. significa que la continuidad a este punto es opuesta al estado de actividad de la terminal de entrada.

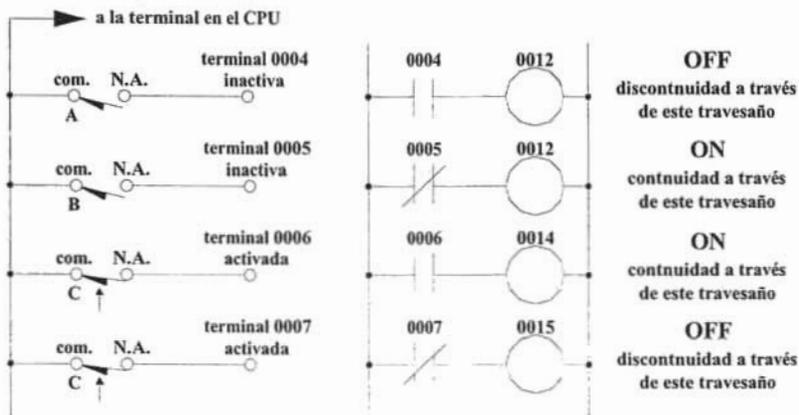


Fig. 7.5

Switches limitadores y pushbuttons: Cuando se alambra el circuito de control de la máquina, corren solamente dos cables entre las terminales de un switch de dos posiciones y terminal de entrada del controlador. Corre un cable desde la terminal del switch N.A. a una de las terminales activas numeradas, deja la terminal del switch N.C. desconectada aún que la acción N.C. es necesaria en el circuito. Puede ser programada en el controlador

Los cuatro interruptores limitadores o pushbuttons Fig. 7.5 son mostrados, A, B, C, Y D. Conectando todos los switches desde su terminal común o N.A. a las terminales 0004, 0005, 0006 y 0007 en el controlador. El switch A está en su estado normal no activado. La terminal 0004 a la cual está conectada está desactivada en este momento y 0004 es dibujado en el diagrama de escalera como un contacto N.A.. Esto da el mismo estado de continuidad como un switch externo.

CONEXIONES ELECTRICAS EN UN PLC

La configuración del alambrado de un PLC puede variar dependiendo de la marca y del modelo, pero básicamente el arreglo típico es el siguiente. Fig. 7.6

Los controles son usualmente diseñados para operar a bajo voltaje, 12 o 24 volts. Los cuales pueden ser obtenidos por medio de una batería o a través de una fuente de poder conectada a una

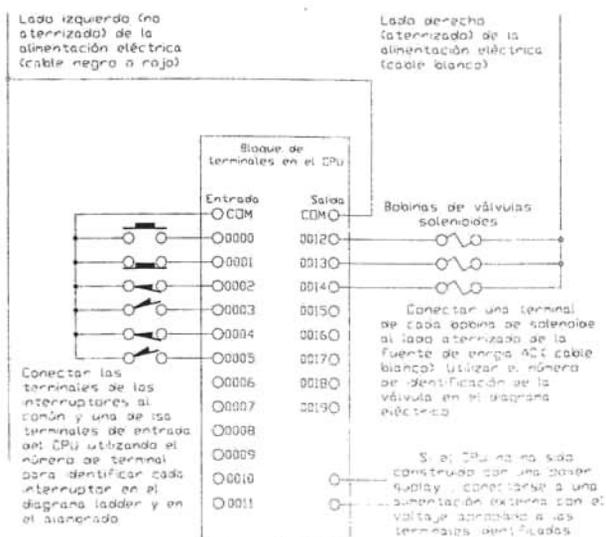


Fig. 7.6

alambrados y conectados a una terminal de entrada del CPU. Con la terminal común del switch conectada a la terminal de entrada. El cable de El cable proveniente de ya sea la terminal N.A o N.C. del switch debe ser conectado a una terminal de entrada, las terminales 0000 a 0011 que se muestran en la figura. Estos números de terminales son la identificación de cada interruptor y deben ser registrados en el diagrama ladder, carta de programación y el programa de control.

Se debe de instalar solamente dos cables por cada switch, aún cuando ambas terminales, N.A. y N.C estén disponibles en el switch. Una regla indica que hay que conectar las terminales N.A. y el común de todo excepto de los switches de seguridad sin considerar cual es su accionar. Si un contacto N.C es requerido, este puede ser programado en el teclado de la consola sin la necesidad conectar cables a las terminales de del switch N.C. Esto mantiene a la terminal en el CPU en una condición activada durante la operación normal. Si un contacto fallara, se rompiera o se soltara esto desactivaría la terminal de entrada del CPU y pararía el ciclo.

alimentación de alimentación de corriente alterna de 120 o 220 volts. La cual puede estar construida ya sea en el mismo controlador o como un modulo separado. Los interruptores de entrada en donde se incluyen los switches montados en la máquina. Otros pueden incluir botones selectores, de arranque y de paro, de pánico, manual/automático. Pueden considerarse también otros switches sensores como de proximidad, de calor y fotoeléctricos. Cada uno de estos switches deben ser

EJEMPLO DE APLICACIÓN

Para la operación de un controlador programable, los mismos interruptores son utilizados en la maquina como se utilizan en un alambrado de control por relay, y deben ser conectados a las terminales de entrada. Los mismos switches operadores y pushbotons son requeridos y son también conectados a las terminales de entrada. Señales análogas también pueden ser conectadas dependiendo del modelo del controlador en el ejemplo mostrado no se considera una señal de este tipo. Un diagrama ladder para un control por relay puede ser muy similar pero cambian algunas reglas.

Las terminales de entrada en un controlador pueden ser consideradas como puntos de información. Cada terminal puede ser cambiada de un estado no activado a un estado activado y viceversa. Los 4 dígitos asignados pueden ser dibujados en cualquier parte del diagrama las veces que sea deseado,

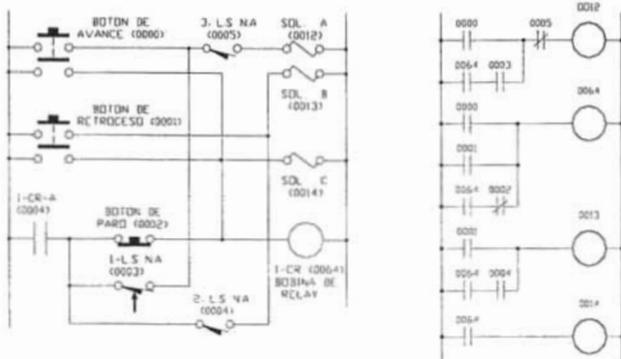


Fig. 7.7

mismo control por un controlador lógico. Fig. 7.7

Hay tres bobinas de solenoides y un relay. Esto requiere de cuatro travesaños en el diagrama de control. Se utiliza uno de los relays internos del controlador y seleccionado en la memoria random el cual sería el relay 0064. Un contacto del mismo número (0064) es utilizado para el relay de contacto 1 CR A.

El limit switch es un interruptor de seguridad en una compuerta que debe estar cerrado antes de que comience el ciclo de la máquina. Se debe de conectar la terminal N.C del switch, para mantener la terminal 0005 activada antes de que el ciclo de la máquina a comience. Pero en este momento no queremos continuidad para el solenoide A, así que debemos de dibujarlo N.C. en el diagrama del controlador. Cuando la compuerta de seguridad ha sido cerrada, la terminal 0005 se desactiva lo que produce continuidad al solenoide A. Ahora el operador puede energizar el solenoide A con el botón de avance.

aún en partes del diagrama que no tienen relación, para cambiar el estado de conductividad cuando un switch conectado a la terminal es activado.

El propósito de este diagrama es mostrar como deberían ser conectados los switches externos en un diagrama ladder. En el circuito se muestra el control de un equipo operado por relay y el

EJEMPLO DE APLICACION

Hay 6 válvulas solenoides y un relay en el diagrama de control por lo que tendrá 7 travesaños. Fig. 7.8 en el diagrama de control por relay el relay 1-CR y el solenoide A están en paralelo. En diagrama de control estos deberán ser dibujados en travesaños separados.

Para el travesaño 1, trazar un circuito desde el lado izquierdo a través de 2-LS (0002), 5-LS (0005), 6-LS (0006), y 1-PB (0000) AL RELAY 1-CR (0064). Todos estos contactos están en serie. Otra ruta en paralelo es a través de 2-LS, 5-LS, y 1-CR-B, todos en serie. Dibujar esto como una ramificación del mismo travesaño en paralelo con la rama superior. Nota: Los contactos 0002 y 0005 no tienen que ser repetidos en estas ramificaciones si las conexiones son hechas como se muestra.

El switch 2-LS (0002), es del tipo N.A. pero es sostenido en estado activado antes de que el ciclo

empiece. Eso mantiene a la terminal 0002 activada. Siendo este el estado de continuidad deseado, 0002 debería ser dibujado N.A. La misma aplicación para 0005.

El switch 6-LS (0006), tiene ambas terminales N.A. y N.C. las cuales en el

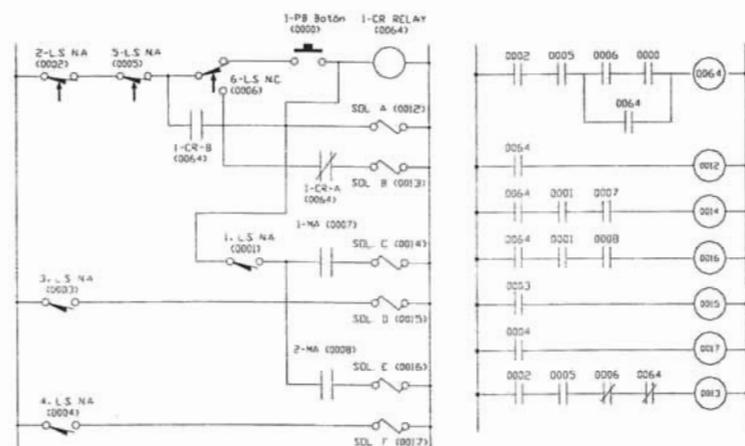


Fig. 7.8

diagrama de control por relay ambas son activadas, pero para un controlador solamente la terminal N.A. deberían ser asignadas a una terminal de entrada (0006). La acción del N.C. puede ser programada desde el controlador. La terminal 0006 a sido mantenida activada. Siendo este el estado de continuidad deseado en el travesaño 1, 0006 debería ser dibujado N.A. aunque en el diagrama de control por relay es mostrado cerrado. En el travesaño 7 el estado de continuidad deseado es opuesto al de la terminal 0006, dibujar 0006 como N.C. en ese travesaño.

Tabla #1 de características típicas de un PLC

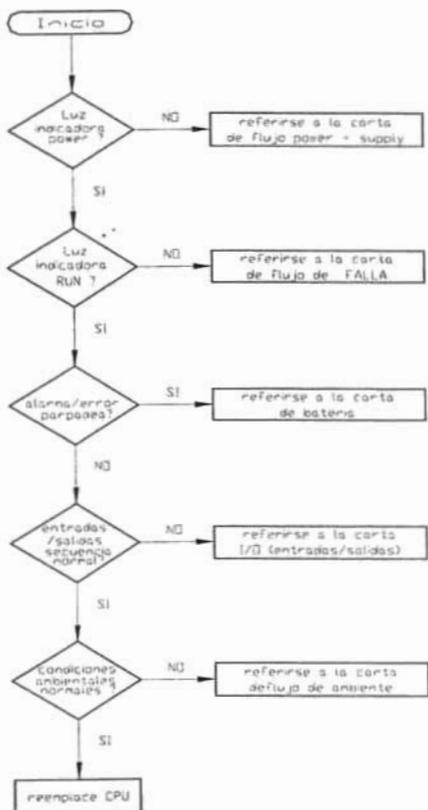
Control principal		MPU, CMOS, LS-TTL
Método de programación		Diagrama ladder
Numero de instrucciones		49
Longitud de la instrucción		1 dirección por instrucción, 6 bytes por instrucción
Tiempo de ejecución		Promedio de 10 microsegundos por instrucción
Capacidad de memoria		1,194 instrucciones (direcciones)
Relays Auxiliares Internos	Numero	136 (varia con el modelo)
	Tareas	1000 a 1807
	Aplicación	1804 a 1806 son reservadas para reversible drum counter (DRM), si se utiliza el 1807 se reserva como un reset suave de entrada de entrada para un contador de alta velocidad.
Relays Auxiliares especiales	Numero	16 (varia con el modelo)
	Tareas	1808 a 1907
	Aplicación	Utilizados para fallas de batería, normalmente ON, normalmente OFF, scan inicial ON, pulso 0.1- segundo, pulso 0.2-segundo, pulso 1.0 segundo
Relays De sostenimiento (holding)	Numero	160
	tareas	TR0 A TR7
Relays de Memoria temporal	Numero	8
	Tareas	HR0000 a HR0915
Canales De datos De memoria	Numero	64
	Tareas	DM CH 00 A DM CH63
	Aplicación	DM CH 00 A CM CH31 son utilizados como los limites superiores e inferiores de áreas de ajuste para RDM CM CH32 a dm ch36 son utilizados como los limites superior e inferior de áreas de ajuste para HDM Si RDM Y HDM no son utilizadas los canales de datos de memoria pueden ser utilizados de otra manera
Temporizadores/ contadores	Numero	48 temporizadores en total, temporizadores de alta velocidad, contadores del tipo decreciente y reversibles.
	Rangos/escalas	TIM 00 a 47 (temporizadores): 0 a 999.9 segundos CNT 00 a 15 (temporizadores de alta velocidad): 0 a 99.99 segundos CNT 00 a 47 (contadores del tipo decreciente): 0 a 9999 segundos
	Aplicación	CNT 46 sirve como RDM, CNT46 sirve como HDM, si RDM y HDM no se utilizan, CNT56 y CNT 47 pueden ser utilizados de otra manera.

El diagrama de flujo para solución de problemas de operación y mantenimiento de un PLC Fig. 7.9 forma parte del procedimiento de mantenimiento.

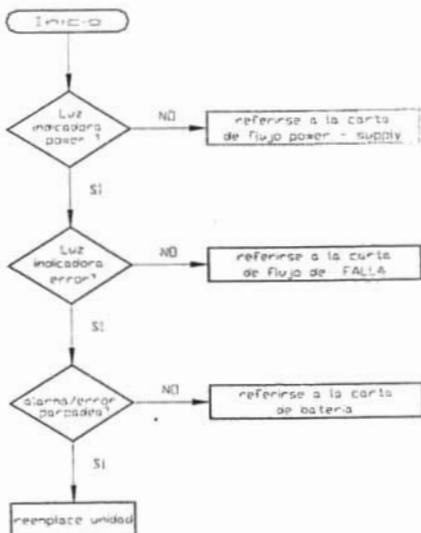
Diagrama de flujo general de Mantenimiento y reparación de un PLC

Fig. 7.9

PARA CPU



PARA UNIDADES DE ENLACE I/O



CAPITULO VIII

Procedimiento de mantenimiento de máquinas moldeadoras de plástico

En este capítulo se ha escrito un procedimiento que será aplicado como parte de un sistema de calidad basado en los requerimientos de ISO 9000 que asegura la operación eficiente del departamento de mantenimiento de la empresa Leech Industries localizada en la ciudad de Nogales, Sonora.

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DE MAQUINAS MOLDEADORAS

Objetivo: Elaborar un procedimiento de mantenimiento de maquinas moldeadoras de plástico que garantice la operación continua y eficiente del equipo de producción, y por consecuencia contribuir al logro de las metas de producción.

Alcance: El presente procedimiento se aplica a todo el equipo que está involucrado en producción de moldeo de plástico, ya sea directa o indirectamente como lo son sistemas de enfriamiento de agua, sistemas de refrigeración para la conservación de materia prima, moldes, máquinas moldeadoras y preformadoras de pastillas.

Responsabilidad: Será responsabilidad del supervisor y de mantenimiento y a todo el personal involucrado en el mantenimiento del equipo de producción de moldeo, cumplir con los requerimientos del presente procedimiento.

PROCEDIMIENTO

1. En el archivo del departamento de mantenimiento deberá existir un listado del equipo del área de producción de moldeo en donde se deberá incluir lo siguiente: Marca, modelo, número de serie, tonelaje, potencia eléctrica, voltaje al que está conectado el equipo, y el tipo de proceso de moldeo que opera ya sea por inyección, transfer, o prensa.
2. En el archivo del departamento de mantenimiento deberá existir un archivo individual para cada máquina, el cual deberá contar con la siguiente información: Marca, modelo, Número de serie, Potencia eléctrica y voltaje al que está conectada la máquina. El archivo deberá contar con la información técnica suficiente para utilizarla cuando se requiera. Se llevará un registro de mantenimiento preventivo y del mantenimiento correctivo el cual archivará cada documento por un periodo de dos años.

3. En el archivo de mantenimiento asignado para cada máquina deberá existir el diagrama eléctrico y el diagrama hidráulico de la máquina, también deberá de existir una copia de cada uno de estos diagramas en cada máquina para asegurar su disponibilidad inmediata.
4. En cada una de las máquinas habrá un formato de revisión diaria de la operación de la máquina el cual deberá incluir además de rutinas de revisión de partes móviles, lubricación y fechas de la última y la próxima realización de mantenimiento preventivo, cambio de filtros y limpieza al intercambiador de calor. Deberá anotarse todos los detalles de alguna reparación ocurrida dentro del periodo al que corresponda la hoja de verificación la cual corresponderá al mes en curso.
5. Se elaborará un calendario anual de mantenimiento el cual deberá asegurar que las fechas programadas para el mantenimiento preventivo de cada máquina sea realizado mensualmente y deberá indicar las fechas de los cambios de filtros, cambio de aceite y lubricación de cada máquina, el calendario deberá estar siempre visible y deberá estar disponible el primer día de labores del año.
6. Se elaborará un listado de partes requeridas como refacciones para todas las máquinas el cual deberá incluir los datos del distribuidor, costo y la cantidad mínima que se debe tener disponible para asegurar su disposición inmediata, generando una orden de compra para reponer la parte utilizada. En el formato del listado de partes deberá incluirse también el tiempo mínimo de entrega del distribuidor para poder estimar la cantidad mínima de partes necesarias en inventario que garantice su existencia.
7. Se llevará por escrito una verificación diaria del nivel de aceite hidráulico en cada máquina incluyendo compresores de aire, esta tarea será asignada a una persona en específico y se anotará la verificación en un formato diseñado para esto y será verificado por el supervisor, de esta forma se garantizará la operación segura del equipo y el suministro adecuado.

8. Una vez por semana se hará un inventario físico de resistencias y termocópses utilizados en los moldes de producción, este inventario deberá asegurar la existencia permanente de cada una de estas partes complementarias, deberá elaborarse un formato para llevar a cabo el inventario, que estará colocado a la disponibilidad del personal para las actualizaciones cuando se tomen partes para remplazo.
9. Una vez por semana se hará un inventario físico de la existencia de fusibles, registrándolo en un formato que deberá asegurar la existencia de todos y cada uno de los fusibles utilizados en el equipo e instalaciones, este formato deberá incluir la información necesaria para su requisición cuando sea necesario debido al uso de alguno de estos fusibles.
10. El sistema de enfriamiento de agua será verificado 4 veces por turno y se asignará a una persona para que lleve a cabo esta tarea, el supervisor deberá firmar el formato en donde se anotará la revisión hecha. El formato incluirá las presiones indicadas en los manómetros, en la bomba, temperatura del agua y nivel del agua.
11. En cada compresor deberá existir una etiqueta en la que esté escrito la fecha del último y el próximo cambio de aceite y de filtros de aire y de filtro de aceite, deberá estar firmado por la persona que realice el servicio al compresor. Las fechas en que se lleve a cabo el servicio a los compresores deberán ser incluida en el programa anual de mantenimiento que se realice.
12. Se llevará a cabo una revisión de las condiciones de operación de los sistemas de refrigeración que mantengan almacenada materia prima ya que por su naturaleza deberá cumplir con ciertas condiciones de humedad y temperatura, la verificación se llevará a cabo una vez por cada turno y se registrará en un formato el cual deberá incluir la temperatura de operación del sistema y la humedad relativa, el mantenimiento preventivo del sistema de refrigeración deberá estar incluido en el programa anual de mantenimiento.

13. En el departamento de mantenimiento deberá existir un pizarrón en el cual deberán estar anotadas todas las maquinas moldeadoras y los moldes que cada una esté utilizando incluyendo además el número de parte que está produciendo, deberá estar actualizado permanentemente y será responsabilidad del supervisor que la información esté disponible y a la vista, permitiendo tener la disposición inmediata de esta información.

14. El presente procedimiento deberá incluir un punto de introducción en el que se haga una síntesis de lo que es el proceso de moldeo, con el propósito de que el personal involucrado en el mantenimiento de equipo tenga una panorámica técnica del material utilizado, deberá ser obligación de cada miembro del departamento conocer esta información la cual se registrará como requerimiento para poder trabajar en el departamento.

15. Se llevará a cabo el mantenimiento de cada molde, el cual se registrará individualmente en un formato y deberá incluir: Limpieza, reparaciones, ajustes y cambios de partes, la fecha de mantenimiento del molde deberá coincidir con la del mantenimiento programado de la maquina. Deberán anotarse también todas las reparaciones echas al molde el formato deberá incluir un espacio para anotaciones que hagan referencia a las condiciones de operación del molde

INTRODUCCION

El curado es el proceso de endurecimiento de un compuesto termoestable bajo la influencia del calor. El proceso de curado en el molde consiste de dos etapas, el calentamiento del material por conducción desde la superficie caliente del molde, y la reacción química de entrelazado que subsecuentemente se lleva a cabo. La última etapa es autocatalítica, en la que la velocidad de reacción se incrementa significativamente con el aumento de la temperatura.

Sin embargo está claro que el ahorro de en el tiempo de ciclo se llevará a cabo si el material que fue calentado antes de entrar en el molde. El ahorro dependerá de la temperatura a la cual ha sido calentado, el espesor del artículo a moldearse, y el método de precalentamiento.

En adición al ahorro de tiempo en el curado, el precalentar el material antes del moldeo ofrece otras ventajas. Durante el proceso de precalentamiento, el material se suaviza debido a la fusión de la resina y por lo tanto de un material que fluye libremente. Esto permite que el material fluya alrededor de las secciones delgadas del molde y terminales sin causar quebraduras o distorsiones. El libre flujo de material es menos abrasivo y por lo tanto extiende la vida de la herramienta. Existen cuatro métodos de precalentar el material antes de moldeo.

Precalentamiento Dieléctrico de Alta Frecuencia:

Este tipo de precalentador se usa comúnmente en procesos comerciales de moldeo. Un precalentador dieléctrico consiste en dos placas de electrodos conectados a una corriente eléctrica de manera que son de polaridad opuesta. El circuito consiste normalmente de un transformador de potencia que convierte el voltaje principal a por decir 600V, un rectificador para convertir la corriente pulsante en corriente directa CD. Y una válvula termoiónica. El sistema es tal que la polaridad de los electrodos es reversible y por lo tanto desarrolla una corriente alterna cuya magnitud depende de la frecuencia de 500-100 Mhz. El material a precalentarse se coloca entre los electrodos y por lo tanto actúa como un dieléctrico entre un condensador de platos paralelos. La rápida corriente alternante causa agitación molecular, que produce calor entre el material. Puesto que el calor se desarrolla por movimiento molecular, en el material se disipa parejo y no hay calentamiento localizado. Adicionalmente puesto que el incremento de la temperatura es rápido, la tendencia del material a precurarse

se mantiene a un mínimo.

La velocidad de calentamiento es dependiente de los siguientes factores: voltaje, frecuencia, densidad del material, capacidad del calor específico, factor de potencia, permeabilidad relativa. En la práctica, los precalentadores calientan el material de 0.8 a 2 grados/s. Estos valores deben ser estimados solo como aproximación puesto que existen varias condiciones que afectan este factor. Como lo puede ser la humedad del material que es una condición crítica en el proceso de precalentamiento de material. Por lo que es muy importante el control del manejo del material, desde su traslado, almacenamiento.

Plastificación por Tornillo: Esta técnica se ha derivado del proceso de moldeo por inyección y consiste esencialmente en la sección del barril y tornillo de una máquina moldeadora. El material es plastificado y calentado por la técnica normalmente aplicable a ese proceso. El sistema ofrece la ventaja adicional de medir y calentar el compuesto. Hay máquinas disponibles para dar múltiples alimentaciones de pastillas precalentadas de peso variable y constante. El proceso ha sido adaptado para alimentar el molde automáticamente. Esta técnica es ampliamente utilizada en diferentes métodos de producción, que no trabajan en máquinas por inyección.

CONCLUSIONES

La eficiencia de este proyecto deberá ser medida a partir de la verificación diaria que se haga de todos los registros que son emanados del procedimiento de mantenimiento, en el cual se integran todos los conocimientos estudiados y que establece los requerimientos necesarios para su aplicación, contemplando también todas las necesidades de operación y de mantenimiento del equipo, lo que permitirá utilizar este procedimiento como herramienta fundamental para la administración de un departamento de mantenimiento de maquinas moldeadoras de plástico y todo el equipo periférico que forma parte de este sistema de producción como son los, enfriadores de agua, compresores, moldes, etc. La mejora continua está contemplada como una acción consecuente de la aplicación del procedimiento escrito y deberá ser un objetivo fundamental para conseguir los resultados deseados, está diseñado para interactuar con los sistemas involucrados en el proceso.

Se realizó un análisis objetivo de las necesidades del proyecto presentado, basado principalmente en un método de estudio teórico-práctico diseñado a partir de la experiencia adquirida la cual está respaldada por una formación profesional. Con todo esto y bajo una supervisión adecuada enfocada a resultados se garantiza ampliamente el funcionamiento efectivo del proyecto presentado. La administración es una parte definitiva para el éxito de este plan de mantenimiento ya que sin un sistema basado en los principios básicos de administración no será posible dar seguimiento adecuado a este proyecto.

Todo el personal deberá ser capacitado para la aplicación de este plan a de entrenamiento, nadie que forme parte del proceso de producción deberá estar excluido, y deberá asumir cada uno el compromiso de formar parte de una actividad colectiva en la que la participación individual es fundamental.

Esta propuesta incluso podrá modificar la forma en que está diseñada la organización del área y podrá integrara a las áreas de mantenimiento y producción haciendo posible que cada operador de máquina logre el entrenamiento adecuado para poder resolver los problemas de funcionamiento que se presenten, incluso tener el criterio para poder decidir que ajustes son necesarios en el ajuste del equipo cuando el producto fabricado no cumpla con las especificaciones de calidad y en un proceso progresivo llegar al punto de poder tener un técnico en cada máquina y de esta forma no depender del soporte del personal de mantenimiento, esto permitirá también limitar al mínimo el personal indirecto del departamento de soporte técnico, concentrando a este a dar seguimiento al mantenimiento preventivo programado.

BIBLIOGRAFIA

- Manual de oleohidráulica Industrial. Vickers Systems 5ª. Edición
- On-line electrical trouble shooting. Autor: Lyn Lundquist Editorial: McGraw-Hill, Inc.
- Electrónica Industrial "dispositivos y sistemas" Autor: Timothy J. Maloney Editorial: Prentice Hall
- Fundamentos de control y automatización Autor: Lonnie L. Smith Editorial: Womack
- Control eléctrico de la fuerza fluida 3ª. Edición Autor: Charles S. Hedges Editorial: Womack
- Fuerza fluida industrial volúmenes I,II,III Autor: Charles S. Hedges. Editorial: Womack
- Tecnología del mantenimiento hidráulico. Parker corporation departamento de entrenamiento
- Hydraulics plus Electronics "Systems and Components" Vickers Catalog

Anexos

Formatos utilizados en el departamento de mantenimiento que son elaborados a partir de los requerimientos de calidad y que están escritos en el procedimiento, en los cuales aparece toda la información referente a cada equipo.

HOJA DE VERIFICACION DIARIA DE MAQUINA KARD MFG.

NUMERO DE PARTE: 25652101

PUNTOS A REVISION	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
temperatura de molde superior					
temperatura de molde inferior					
temperatura de placa precalentadora					
presión del sistema en psi					
presión de la prensa en psi					
presión del aire en psi					
tiempo de curado en segundos					
tiempo del transfer en segundos					
ajuste de barras de pines ejectores					
ajuste de tornillos de pistones gemelos					
ajuste de clamps frontales superiores					
ajuste de clamps frontales inferiores					
ajuste de clamps posteriores superiores					
ajuste de clamps posteriores inferiores					
ajuste de barras de pines ejectores					
condiciones de pines guias					
condiciones de pines guias móviles					
ajuste de barras de transfer					
lectura de corriente eléctrica de resistencias					
ajuste y revisión de termocoples					
número de cavidades trabajando					
verificación de fugas de aceite					
temperatura del aceite					
temperatura del agua de enfriamiento					
nivel de aceite					
fecha					
nombre del mecánico					
firma del supervisor					

**REGISTRO DE VERIFICACION DIARIA DE NIVEL DE ACEITE EN
MAQUINAS DE PRODUCCION Y COMPRESORES**

EQUIPO VERIFICADO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
MAQUINA 1					
MAQUINA 2					
MAQUINA 3					
MAQUINA 4					
MAQUINA 5					
MAQUINA 6					
MAQUINA 7					
MAQUINA 8					
MAQUINA 9					
MAQUINA 10					
MAQUINA ROTATORIA					
EMPASTILLADORA 1					
EMPASTILLADORA 2					
BLANCHARD					
COMPRESOR 1					
COMPRESOR 2					
FECHA					
REVISADO POR					
APROBADO POR					

EQUIPO VERIFICADO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
MAQUINA 1					
MAQUINA 2					
MAQUINA 3					
MAQUINA 4					
MAQUINA 5					
MAQUINA 6					
MAQUINA 7					
MAQUINA 8					
MAQUINA 9					
MAQUINA 10					
MAQUINA ROTATORIA					
EMPASTILLADORA 1					
EMPASTILLADORA 2					
BLANCHARD					
COMPRESOR 1					
COMPRESOR 2					
FECHA					
REVISADO POR					
APROBADO POR					

HOJA DE VERIFICACION Y MANTENIMIENTO DE MAQUINA RECTIFICADORA BLANCHARD

MES:-_____

VERIFICACION DIARIA DE NIVELES DE ACEITE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
MOTOR 1 ACEITE SAE 30	BEARING SUPERIOR																																
	BEARING INFERIOR																																
MOTOR 2 ACEITE SAE 30	BEARING SUPERIOR																																
	BEARING INFERIOR																																
TABLE BEARING ACEITE SAE 50 TARJETA 11																																	
CHUCK ROTATION ACEITE SAE 90 TARJETA 11																																	
CHUCK SPEED BOX ACEITE SAE 30 TARGETAS 1 Y 2																																	
UPPER FEED BOX ACEITE SAE 30 TARGETAS 3 Y 4																																	
UPPER FEED BOX ACEITE SAE 30 TARGETAS 9 Y 10																																	
FEED SCREW ACEITE SAE 30 TARGETAS 9 Y 10																																	
DEPOSITO DE ACEITE EN ELEVADOR DE MOTOR 1																																	
DEPOSITO DE ACEITE EN ELEVADOR DE MOTOR 2																																	

MANTENIMIENTO SEMANAL	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
REVISION DE CONDICIONES DE LA BANDA DE TRANSMISION SE LA MESA				
LUBRICACION DE GRASERAS IDENTIFICADAS CON TARGETAS BLANCAS				
VERIFICACION DE VOLANTES DE MOTORES 1Y2 EL INDICADOR DEBERÁ QUEDAR FIJO AL DETENER EL VOLANTE, SE DEBERA HACER UNA PRUEBA MOVIENDO EL MOTOR AUTOMATICAMENTE Y REVISAR QUE AL PARAR NO SE MUEVA EL INDICADOR				

MANTENIMIENTO MENSUAL
DESTAPAR TRANSMISIONES DE MOTORES ELEVADORES, LIMPIAR LOS ENGRANES Y ENGRASARLOS. VERIFICAR QUE TODOS LOS MECANISMOS FUNCIONEN ADECUADAMENTE Y NO SE ESCUCHEN RUIDOS EN LAS BOMBAS.
RALIZADO POR: _____
FECHA: _____

REGISTRO ELABORADO POR: _____
 APROBADO POR: _____

LISTADO DE PARTES PARA REFACCIONES PARA MANTENIMIENTO DE EQUIPO

descripción	distribuidor	numero de parte	descripción	distribuidor	numero de parte
relay stepper	alliance	3000-721 type 44	filtro de aceite	vikers	FLS-039
contact block	grainger	5B537	filtro de aceite	vikers	FLS-342
push botom rojo	grainger	5B516	filtro de aceite	vikers	FLS-K45
push botom negro	grainger	5B514	filtro de aceite	vikers	AOFL-46
limit swith	grainger	2EF40	filtro de aceite	vikers	AOFL-551
limit switch	mc master	5B084	filtro de aceite	vikers	AZF-1000
limit switch	mc master	5B075	filtro de aceite	vikers	AFL-66
limit switch	mc master	5B078 type 62B2	filtro de aceite	carquest	AZF-1010
limit switch	grainger	2F996	filtro de aceite	carquest	NOAZ45-TZ
lever arm	grainger	5B058	filtro de aceite	carquest	AZ85427
spider L150	grainger	1A413	filtro de aceite	napa gold	1394
spider L90	grainger	1W406	filtro de aire	grainger	1R417
cople L150	grainger	12KL100	filtro de aire	grainger	1R416
cople L90	grainger	14KL90	filtro de aire	grainger	FR12-1
bobina 120 v	vickers	3RJ4301	filtro de aire	grainger	FR12-1B
bobina 220 v	vickers	3RJ3401	filtro de aire	grainger	FR10-1
bobina 120 v	allen bradley	1010SX2	filtro de aire	grainger	FR100-B
válvula de control de flujo	parker	ND30A	protección térmica	allen bradley	B16
válvula de control de flujo	parker	CS600S-S12	protección térmica	allen bradley	B12
válvula de continental	alliance	HID3452	protección térmica	allen bradley	AB14
seal kit para pistón	parker	SK38-1	protección térmica	allen bradley	AB12
seal kit para pistón	parker	SKT650	protección térmica	allen bradley	AB8
seal kit para pistón	parker	SK132	protección térmica	allen bradley	B10
seal kit para pistón	parker	SK1144	sleeve	leech	107 25614301
seal kit para válvula	vickers	TC15CC	loating insert	leech	204-03
seal kit para válvula	vickers	TC15SC	core pin	leech	4301-15A
seal kit para válvula	parker	999LUV	botom cavity block	leech	206-05
seal kit para válvula	parker	1344LUA	core pin	leech	201-02
seal kit para válvula	parker	1341LUA	pistón head	leech	10612-B4
seal kit para válvula	vickcers	SCYCC34-1	resortes tensores	copper state	SPR100N11
seal kit para bomba	vickcers	PB100-3	clamps	copper state	ST100-56
seal kit para bomba	vickcers	PB120-12	shaft seal	grainger	1029-DAH
seal kit para bomba	vickcers	HRW13	washer lock	copper state	WD11
seal kit para bomba	vickcers	PB4531	potenciometro	alliance	10STF900
cepillos de bronce	grainger	7492A41	relay	allan bradley	ABK23
brocas para destapar insertos	mcmaster	3033AA42	relay	allan bradley	AB56-G
piston actuador	mcmaster	15F3876	relay	allan bradley	AB634-G

listado de equipo

MAQUINA RECTIFICADORA	MARCA: BLANCHARD MODELO: 533TNZC SERIE:KSAD354 MOTOR 1 30HP MOTOR 2 30HP 480 VOLTS
PREFORMADORA DE PASTILLAS	MARCA: ALLIANCE MODELO: A-21200 SERIE: A-83141B 480 VOLTS 5 HP
ENFRIADOR DE AGUA	MARCA: ADVANTAGE MODELO: WC-5VIP SERIE: WCD94C000415 480 VOLTS
ENFRIADOR DE AGUA	MARCA: Kleen Rite MODELO: AM1056 SERIE:4882 220VOLTS
COMPRESOR DE AIRE	MARCA: DAYTON MODELO:Z291 SERIE:54NTG 25 HP 480 VOLTS
COMPRESOR DE AIRE	MARCA:SPEED AIR MODELO:M1057 SERIE:425032 20 HP 220 VOLTS
MAQUINA ARENADORA	MARCA: BLAST AMERICAN MODELO: MDAL SERIE: 635SX 220 VOLTS
TOMBOLA	MARCA: AMERICAN TUMBLAST WHEEL MODEL :ATW1965 SERIE:S621 480 VOLTS
MAQUINA LABADORA ULTRAZONICA	MARCA: BLASTONE MODELO: HT-19 SERIE:WCD94C000415 220 VOLTS
PRECALENTADOR DE PASTILLAS	MARCA: THERMALL MODELO : 100F SERIE: MD30 220VOLTS

LISTADO DE MAQUINARIA LEECH INDUSTRIES

MAQUINA MOLDEADORA 1	MARCA : STOKES MODELO : 741-12/LOTM4840 SER M48979-2 480 VOLTS 3 FASES , CONTROL 110VOLTS MOTOR 7.5 HP CLAMP. 125 TON
MAQUINA MOLDEADORA 2	MARCA : STOKES MODELO: 741-5/LOTM50374-3 SER 50159-1 480 VOLTS 3 FASES , CONTROL 110VOLTS MOTOR 25 H.P CLAMP. 75 TON.
MAQUINA MOLDEADORA 3	MARCA: STOKES MODELO: 741-5/LOTM50374-1 SER 50759-3 220 VOLTS 3 FASES , CONTROL 110 VOLTS MOTOR 15 HP CLAMP. 75
MAQUINA MOLDEADORA 4	MARCA : STOKES MODELO:741-5/LOTM50374-2 SERM5079-4 480 VOLTS 3 FASES , CONTROL 110 VOLTS MOTOR 10 HP CLAMP. 75
MAQUINA MOLDEADORA 5	MARCA: PENNSALT CHEMICALS CORP. MODELO:727 LOT NO. 47050-3 SER M47591-1 480/220VOLTS TRES FASES CONTROL 220 VOLTS MOTOR 10 HP CLAMP 100
MAQUINA MOLDEADORA 6	MARCA : KARD. MFG.INC MANUFACTURERS OF PRESSES AND HIDRAULIC MACHINARY. SYSTEM PRESSURE 2000,MODELO 1547 TONNAGE 80-20 220 VOLTS 3 FASES. CONTROL 110 VOLTS MOTOR 7.5 HP
MAQUINA MOLDEADORA 7	MARCA : ST. LAWRENCE HIDRAULIC CO.DEARBORN MI SERIE :35452 480/220 VOLTS TRES FASES, CONTROL 120 VOLTS MOTOR 15 HP
MAQUINA MOLDEADORA 8	MARCA: ST. LAWRENCE HIDRAULIC CO.DEARBORN MI. SERIE :3547 480/220 VOLTS TRES FASES ,CONTROL 120 VOLTS MOTOR 10 HP
MAQUINA ROTATORIA	MARCA:ALLIANCE MODELO:10 STA-18TON SERIE:A_80270 480 VOLTS CONTROL 120 VOLTS MOTOR 20 HP

REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE MAQUINA ROTATORIA

lectura de presiones en psi	verificación de válvula de control de flujo, estación por estación, la activación del pistón afecta al resto?	verificación de válvula continental, al cerrar el pistón se mantiene la presión del sistema?	verificación de contoles de temperaturas	
bomba de alta presión:			molde superior	molde superior
bomba de baja presión:				
bomba de extruder:				
estación 1 :	estación 1:	estación 1:	estación 1:	estación 1:
estación 2 :	estación 2:	estación 2:	estación 2:	estación 2:
estación 3 :	estación 3:	estación 3:	estación 3:	estación 3:
estación 4 :	estación 4:	estación 4:	estación 4:	estación 4:
estación 5 :	estación 5:	estación 5:	estación 5:	estación 5:
estación 6 :	estación 6:	estación 6:	estación 6:	estación 6:
estación 7 :	estación 7:	estación 7:	estación 7:	estación 7:
estación 8 :	estación 8:	estación 8:	estación 8:	estación 8:
estación 9 :	estación 9:	estación 9:	estación 9:	estación 9:
estación 10:	estación 10:	estación 10:	estación 10:	estación 10:

ajuste y revisión de: piston es ejectores, válvulas continental y actuadores	nivel de aceite en tanque	
	operación de bombas	
	nivel de aceite de bomba de extruder	
estación 1 :	operación bomba extruder	
estación 2 :	presión de bomba de extruder	
estación 3 :	operación automática de bomba de extruder	
estación 4 :	operación manual de bomba de extruder	
estación 5 :	verificación de funcionamiento de alma de	
estación 6 :	paro para la protección de la máquina	
estación 7 :	revisión de alimentador de pastilla	
estación 8 :	controles de temperatura de boquilla	
estación 9 :	de extruder	
estación 10:	revisión de válvula solenoide	

LUBRICACION
transmisión:
motor:

fecha de último cambio de filtros

proximo cambio

registro elaborado por: _____

verificado por: _____

HOJA DE VERIFICACION DIARIA DE OPERACIÓN DE CHILLER

HORA	TEMPERATURA INDICADA GRADOS FARENHEIT		ADVANTAGE HEAD PREAURE	ADVANTAGE LOW PREAURE	NIVEL DE AGUA	FECHA	NOMBRE DEL MECANICO:
	ADVANTAGE	KLEEN-RITE	PSI	PSI			
07:00							
10:00							
14:00							
17:00							
07:00							
10:00							
14:00							
17:00							
07:00							
10:00							
14:00							
17:00							
07:00							
10:00							
14:00							
17:00							
07:00							
10:00							
14:00							
17:00							
07:00							
10:00							
14:00							
17:00							
07:00							
10:00							
14:00							
17:00							
07:00							
10:00							
14:00							
17:00							
07:00							
10:00							
14:00							
17:00							
07:00							
10:00							
14:00							
17:00							