

29



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

**DISEÑO DEL SISTEMA HIDRAULICO DE UN AEROPUENTE
TIPO " T "**

T E S I S

**Que para obtener el titulo de:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

Presentan:

**AGUILAR VAZQUEZ FERNANDO
MORALES RIVERA SILVIANO
YANACULIS VIVES CARLOS ALEJANDRO**

AÑO EN QUE SE TERMINO LA TESIS - 1987



V N A M

Cuautitlán Izcalli, Estado de México



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 está 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.

I N D I C E

=====

Pág.

INTRODUCCION	1
--------------------	---

CAPITULO I

CONCEPTOS GENERALES	3
---------------------------	---

- a) Presión
- b) Flujo
- c) Principio de Bernoulli
- d) Potencia
- e) Componentes del Sistema Hidráulico
- f) Diagramas de Circuito

CAPITULO II

A) BOMBAS HIDRAULICAS	11
Usos Principales	
Características	
Desplazamiento	
Tipos	
Bombas de Engranés	14
Bombas de Paleta	15
Bombas de Pistones	16
B) ACTUADORES HIDRAULICOS	18
Cilindros	19
Construcción, montaje, especificaciones y equipo opcional	
fórmulas importantes en el cálculo de cilindros	

Motores Hidráulicos	23
Factores de Operación	
Fórmulas de Aplicación en Motores	
Tipos de Motores	
C) CONTROLES DE PRESION	27
Válvulas de Alivio	29
Válvulas de Secuencia	30
Válvulas de Contrabalance	31
Válvula Frenadora	32
Válvulas de Descarga	32
Válvulas Reductororas de Presión	33
D) CONTROLES DE VOLUMEN	34
Válvulas de Tipo Desvío y Restricción	35
E) CONTROLES DIRECCIONALES	36
Válvulas Check	37
Válvulas de Dos y Cuatro Vías	38
Válvulas "Centradas por Resorte", "Posicionadas por Resorte" y "Sin Resorte"	39
F) TUBERIA Y ACCESORIOS	39
Tubería	39
Sellos y Fugas	41
Depósito de Aceite	43
Filtros y Coladores	44
Accesorios	45
G) FLUIDOS HIDRAULICOS	46
Funciones	
Propiedades	
Tipos	

CAPITULO III

CRITERIOS DE DISEÑO	55
A) Sistemas Meter-in y Meter-out	55
B) Venteo	57
C) Sangrados	59
D) Sistemas de Seguridad	60

CAPITULO IV

Necesidades de Movimiento de un Aeropuente Tipo "T"	61
Cálculos para el Movimiento de Ascenso y Descenso	62
Cálculos para el Movimiento de Avance y Retroceso	64
Cálculos para el Movimiento de Giro de Rotonda	66
Velocidades Necesarias de los Cilindros	67
Sistemas de Seguridad	67
Autonivelación	67

CAPITULO V

Circuito Hidráulico para el Movimiento de Ascenso y Descenso ..	69
Circuito Hidráulico para el Túnel Conector	71
Circuito Hidráulico para Giro de Rotonda	73
CONCLUSIONES	74

INDICE DE ILUSTRACIONES








- Fig. I.a. Comparación de Escalas de Presión.
- Fig. I.b2. Pasos de Flujo en Paralelo.
- Fig. I.b3. Pasos de Flujo en Serie.
- Fig.II.A1. Bombas Hidrodinámicas ó de Desplazamiento no Positivo.
- Fig.II.A2. Bombas de Engranés Externos.
- Fig.II.A3. Funcionamiento de Bombas de Paletas.
- Fig.II.A4. Operación de la Bomba de Pistones Radiales.
- Fig.II.A5. Bomba de Pistón de Placa Oscilante.
- Fig.II.A6. Variación de Desplazamiento en una Bomba de Placa Oscilante.
- Fig.II.A7. Bomba de Pistones de Eje Inclinado.
- Fig.II.B1. Cilindro de Simple Acción.
- Fig.II.B2. Cilindro de Tipo Telescópico.
- Fig.II.B3. Cilindro de Doble Acción.
- Fig.II.B4. Partes de un Cilindro.
- Fig.II.B5. Tipos de Montaje para los Cilindros.
- Fig.II.B6. Amortiguadores de Cilindros.
- Fig.II.B7. Obtención de la Torsión en un Motor de Paletas.
- Fig.II.B8. Variación del Angulo de la Placa Oscilante de un Motor de Pistones.
- Fig.II.C1. Válvula de Alivio Simple.
- Fig.II.C2. Funcionamiento de la Válvula de Alivio de Pistón Balanceado.
- Fig.II.C3. Representación Esquemática de una Válvula de Secuencia.
- Fig.II.C4. Válvula de Control de Presión de Tipo de Acción Directa.
- Fig.II.C5. Válvula de Contrabalance Controlando un Cilindro Vertical.
- Fig.II.C6. Funcionamiento de una Válvula de Freno.

Fig.II.C7.	Válvula de Descarga.
Fig.II.C8.	Válvula Reductora de Presión.
Fig.II.C9.	Válvula Reductora de Presión Operada con Piloto.
Fig.II.C10.	Funcionamiento de una Válvula de Alivio y de Descarga.
Fig.II.D1.	Válvula de Control de Flujo sin Presión Compensada.
Fig.II.D2.	Válvula de Tipo Desvío.
Fig.II.D3.	Control de Flujo de Tipo Restricción con Presión - Compensada.
Fig.II.D4.	Control de Flujo con Válvula Check Integrada.
Fig.II.D5.	Control de Flujo con Presión y Temperatura Compensadas.
Fig.II.E1.	Válvula Check de una Vía.
Fig.II.E2.	Funcionamiento de Válvula Check en Línea.
Fig.II.E3.	Válvula Check en Angulo Recto.
Fig.II.E4.	Válvula Check de Funcionamiento Piloto (Ensamble).
Fig.II.E5.	Válvula Check de Funcionamiento Piloto.
Fig.II.E6.	Rutas de Flujo en Válvulas de 2 y 4 Vías.
Fig.II.E7.	Válvula Rotatoria de 4 Vías.
Fig.II.E8.	Accionamiento del Carrete por Medio de Solenoides.
Fig.II.E9.	Diferentes Tipos de Centros para las Válvulas de 4 Vías.
Fig.II.G1.	Tipos de conectores Roscados.
Fig.II.G2.	Conexiones para Mangueras.
Fig.II.G3.	Sello Tipo "O" Rings.
Fig.II.G4.	Sello Dinámico Tipo "T".
Fig.II.G5.	Sello de Tipo Reborde.
Fig.II.G6.	Sello de Tipo Copa ó Taza.
Fig.II.G7.	Sellos de Metal (Anillos).
Fig.II.G8.	Sello de Cara para Alta Presión.
Fig.II.G9.	Componentes de un Depósito.
Fig.II.G10.	Intensificador de Presión.
Fig.II.G11.	Operación de un Interruptor de Presión.
Fig.III.1.	Circuito Combinado Meter-in y Meter-out.
Fig.III.2A.	Control de Flujo Medido a la Entrada (Midiendo).
Fig.III.2B.	Control de Flujo Medido a la Entrada (Flujo Libre).

- Fig.III.3. Control de Flujo Controlado en la Salida (Midiendo).
- Fig.III.4. Circuito de Venteo.
- Fig.III.5. Venteo Automático.
- Fig.III.6. Control de Flujo por Sangrado.
- Fig.III.7. Circuito de Seguridad en Acumuladores (Sangrado Automático).
- Fig.IV.1. Vista Superior del Aeropuente.
- Fig.IV.2. Vista Frontal del Aeropuente.
- Fig.IV.3. Vista Lateral del Aeropuente.
- Fig.IV4. Soporte del Túnel II.

- Circuito V.1. Circuito Base para el Aeropuente (Movimiento Ascenso-Descenso).
- Circuito V.2. Circuito Hidráulico (Paso 2) para el Movimiento de Ascenso y Descenso del Aeropuente.
- Circuito V.3. Circuito Hidráulico (Paso 3) para el Movimiento de Ascenso y Descenso del Aeropuente.
- Circuito V.4. Circuito Hidráulico Final para el Movimiento de Ascenso y Descenso del Aeropuente.
- Circuito V.5. Circuito Hidráulico Base para el Movimiento del Túnel Conector.
- Circuito V.6. Circuito para Túnel Conector (Paso 2).
- Circuito V.7. Circuito para Túnel Conector (Paso 3).
- Circuito V.8. Circuito para Túnel Conector (Paso 4).
- Circuito V.9. Circuito Hidráulico Final para Movimiento de Túnel Conector.
- Circuito V.10. Circuito Hidráulico Base para el Giro de Rotonda.
- Circuito V.11. Circuito Hidráulico Final para el Movimiento de Giro de Rotonda.

CODIGO DE COLORES EMPLEADO EN LOS DIBUJOS

	Rojo	Funcionamiento o sistema de presión
	Azul	Flujo de retorno.
	Verde	Succión o drenaje.
	Amarillo	Flujo controlado
	Anaranjado	Presión reducida, presión piloto o presión de carga
	Morado	Presión intensificada
	Blanco	Fluido inactivo.

A MANERA DE PROLOGO.

Hoy más que nunca, nuestro país requiere de la unión de todos los mexicanos, en el desarrollo de una nueva patria, en la superación de nuestros retos, en la conformación de una sociedad igualitaria.

Por nuestra parte, hemos tratado que la experiencia académica, que hemos adquirido en el pilar básico del desarrollo nacional, en el ramo cultural, intelectual y tecnológico, que no puede darse de otra manera, más que en las aulas universitarias, que no profesan dogmas y obscurantismos falsos y podamos aplicarlos fehacientemente y vehementemente en el desarrollo de las responsabilidades que a través de nuestra alma mater hemos adquirido.

Pero los profesionales en todas las ramas, comprometidos con el desarrollo y porvenir de nuestra patria, tenemos más que nunca una responsabilidad extrema. Hoy que nuestro país, esta inmerso, como la mayor parte del mundo, en una severa crisis económica, los hombres que hemos recibido de la revolución y de sus instituciones una mayor capacitación, una mayor herramienta para poder luchar en nuestra vida, tenemos la obligación de aportar nuestro máximo esfuerzo para que solidariamente con nuestros hermanos mexicanos, logremos superar los retos que el presente nos destina.

Es indispensable hoy, racionalizar nuestros recursos, en sus diversas manifestaciones, por eso el presente trabajo implica la sustitución de importaciones de equipo terminado que hasta hoy debíamos adquirir de países más desarrollados, con el consiguiente derroche de divisas, hoy no disponibles. Es por eso que los Técnicos e Ingenieros mexicanos debemos solidarizarnos con la patria, como lo ha hecho el Rector de nuestra máxima casa de estudios al plantear con gran valor y con un gran espíritu de superación nacional las reformas universitarias, la cual tuvo una amplia respuesta, como lo demuestran las 1260 ponencias que sus órganos, instituciones, agrupaciones y miembros presentarán; ponencias que

creditaron la urgente necesidad de la reforma, y sirvieron para definir sus alcances, objetivos y metas, así como para delinear su forma y estructura, cuya finalidad resume el Doctor Carpizo en "Superar nuestro nivel académico, acercar cada día la Universidad al país y servir mejor al pueblo de México a quien nos debemos".

Los inconformes con la reforma universitaria, que son los mismos enemigos que siempre el país ha tenido, que sistemáticamente han atacado las bondades de los Artículos 30 y 130 Constitucional, pretenden la derogación total e inmediata de la reforma, a la que califican de elitista y discriminatoria, y tal parece que han olvidado que la sociedad mexicana y cualquiera otra en el mundo se basan, en la división del trabajo, y que la fuerza de un país no se basa en una cantidad estratosférica de Licenciados fuerza es que haya albañiles, herreros, carpinteros, campesinos, obreros, y prácticamente de cada uno de los oficios legítimos que la vida social reclama para la satisfacción de cada una de sus necesidades. Y desde luego Médicos, Abogados, Ingenieros y toda la gama de profesionales, de las diversas disciplinas cuyos conocimientos, al igual que las de los practicantes de las Artes, son necesarios para el desarrollo armónico de la sociedad y de los seres humanos.

Demos por vigente al Artículo 30. Constitucional; que nadie quede sin educación básica, pero conscientes de lo limitado de nuestros recursos destinemos los asignados para la educación universitaria a quienes acrediten una aptitud y empeño mínimos. Que los profesionales no se produzcan por indebida inscripción inicial y prescripción adicional por el mero transcurso del tiempo, aún cuando ello fruste el sueño adorado de quienes anhelan el pase automático para una Universidad sin clases intelectuales.

Basta de demagogia, México necesita del esfuerzo de cada uno de sus actuales y de sus futuros ciudadanos; y la Universidad, para cumplir su cometido, como pilar del desarrollo nacional. Como dijera el Dr. Jorge Carpizo, es necesario que los estudiantes estudien, que los profesores enseñen -

y que los investigadores realmente investiguen.

Esperamos como muchos otros auténticos universitarios que sea la ra
zón y no la fuerza la que prive en el próximo Congreso Universitario y -
que las reformas planteadas sean reconocidas por sus bondades para el bien
de nuestra patria, y de aquellos que la conformamos y creemos en ella.

INTRODUCCION

Desde tiempos remotos, el hombre se ha preocupado por encontrar sistemas o dispositivos que le permitieran no solamente ahorrar esfuerzo físico, sino - incrementar la potencia a su disposición para transformar y mejorar su medio.

Así se empezó a aprovechar la fuerza del viento para impulsar los barcos, más tarde se usó la fuerza del agua para mover molinos. Pero no fué sino hasta mediados del siglo XV, cuando se empezó a pensar en el agua como fuente -- transmisora de potencia. Fué el científico Francés Pascal, quien descubrió -- uno de los principios fundamentales que gobiernan el comportamiento de los -- fluidos, su principio se puede enunciar de la siguiente manera:

"La presión aplicada a un fluido confinado se transmite sin disminución de fuerza en todas direcciones y actúa con fuerza igual en áreas iguales en los -- ángulos correspondientes".

Probablemente la simplicidad de la Ley de Pascal, evitó que se aplicara -- su tremendo potencial por más de dos siglos. Entonces en los primeros pasos -- de la Revolución Industrial, un mecánico Inglés llamado Joseph Bramah utilizó el descubrimiento de Pascal al hacer una prensa hidráulica.

Bramah decidió que si una fuerza pequeña en una área pequeña, proporcio-- nalmente podría crear una fuerza más grande en un área mayor, el único límite a una fuerza que una máquina puede ejercer lo determina el área a la cual, la presión es aplicada.

Los principios hidrostáticos fundamentales se aplicaron durante el siglo XIX a otras máquinas, tales como gruas, compuertas y levantadores de muelle.

Por 1910 estuvieron en uso los acumuladores hidráulicos, intensificadores gobernadores de relevo bombas de descarga variable, placa motriz y diseño de pistón rotatorio, así como el cople fluido, pero de hecho la fabricación de má-- quinas operadas hidráulicamente no llegó a ser realmente importante, sino has--

ta 1920. El uso del fluido bajo presión para transmitir potencia y para controlar movimientos intrincados, es relativamente moderna y ha tenido su desarrollo más grande en las últimas tres o cuatro décadas.

En la actualidad, los sistemas hidráulicos pueden llegar a tener gran cantidad de componentes, algunos de ellos muy sofisticados, pero que básicamente funcionan bajo los mismos principios generales.

CAPITULO I

CONCEPTOS GENERALES

En este capítulo, se estudiarán algunos conceptos generales que nos permitirán introducirnos al estudio de los sistemas hidráulicos y nos servirán de base para capítulos posteriores.

A) Definición de presión y algunos conceptos importantes sobre ella.

Para poder determinar la fuerza total ejercida en una superficie, es necesario saber la presión o fuerza en la unidad de área. Normalmente, expresamos esta presión en libras por pulgada cuadrada (PSI) o en kilogramos por centímetro cuadrado según sea el sistema que se esté usando. Conociendo la presión y el número de pulgadas cuadradas del área en que se está ejerciendo la fuerza, se puede fácilmente determinar la fuerza total por medio de la fórmula.

$$\text{FUERZA} = \text{PRESION POR AREA}$$

Es importante señalar en este punto la diferencia entre un dispositivo hidrodinámico y un dispositivo hidrostático.

Un dispositivo hidráulico que utiliza el impacto o energía cinética del líquido para transmitir potencia, se denomina dispositivo hidrodinámico.

Cuando el dispositivo se opera mediante la fuerza aplicada a un líquido confinado, se le denomina dispositivo hidrostático. En este caso, la presión resulta ser la fuerza aplicada, distribuida en toda el área libre.

La presión se origina siempre que exista una resistencia al flujo de un fluido o a una fuerza que trata de hacer fluir al fluido. La tendencia a originar flujo (o el empuje) puede ser suministrado por una bomba mecánica o simplemente por el peso propio del fluido.

La resistencia puede venir de 2 causas: Una carga en un actuador o una restricción (u orificio) en la tubería.

Es un hecho bien conocido que en una masa de agua, la presión aumenta con la profundidad. La presión es siempre la misma a una profundidad determinada, debido al peso del agua que hay arriba de ese nivel. Aproximadamente en la misma época que Pascal, un sabio italiano llamado TORRICELLI demostró que si se abre un orificio en la parte inferior de un depósito de agua, ésta sale con mayor velocidad, cuando el depósito está lleno y disminuye la cantidad de agua al ir decreciendo el nivel del agua.

TORRICELLI solo puede expresar la presión de la parte inferior del depósito como "PIES DE POTENCIAL"; es decir, como la altura en pies de la columna de agua.

Actualmente, al contar con la libra por pulgada cuadrada, como unidad de presión, podemos expresar la presión de ésta en cualquier parte de un líquido o gas en términos más convenientes. Lo único que se requiere, es conocer el peso de un pie cúbico del fluido.

COMPARACION DE LAS ESCALAS DE PRESION

La siguiente fig. I.A.1, nos muestra una comparación entre las diversas escalas de presión.

2 ATMOSFERAS ABSOLUTAS	24.1	29.4	160	111	102	
2 ATMOSFERAS MANOMETRICAS						
1 ATMOSFERA ABSOLUTA	14.7	14.7	160	74	68	
1 ATMOSFERA MANOMETRICA						
1 ATMOSFERA ABSOLUTA (PRESION ATMOSFERICA)	14.7	0	29.92 (30)	0	37	34
	10	-5	20	10	24	22 1/2
	5	-10	10	20	12	11 1/2
VACIO	0	-15	0	20.92	0	0
PERFECTO	PSIA	PSI	PULGAS DE AGUA	PULGAS DE ACEITE	PIES DE AGUA	PIES DE MERCURIO
	ABSOLUTA	MANOMETRICA	ABSOLUTO	MANOMETRICO	ABSOLUTO	ABSOLUTO
	ESCALA MANOMETRICA	ESCALA MANOMETRICA	ESCALA MANOMETRICA	ESCALA MANOMETRICA	ESCALA ABSOLUTA	ESCALA ABSOLUTA

..... indica que esta escala no se usó en este caso. Las Escalas son mostradas sólo para comparación.

Figura I-A1. Comparación de Escalas de Presión.

Las líneas punteadas en la fig. I.A, representan rangos en que no es usada esa escala.

Haciendo referencia a la fig. I.A, anterior, tenemos que:

- Una atmósfera, es la unidad de presión que equivale a 14.7 PSI o PSIA (el peso de una columna de aire de una pulgada cuadrada de sección del aire que envuelve a la tierra.

- PSIA (libras por pulgada cuadrada absolutas) hace referencia a la escala - que comienza con el vacío perfecto.

- PSI (libras por pulgada cuadrada manométricas) está calibrada en las mismas unidades que PSIA, pero ignora la presión atmosférica. La presión manométrica se puede abreviar también como PSIG.

CAIDA DE PRESION A TRAVES DE UN ORIFICIO

Un orificio es un pasaje restringido en una línea o componente hidráulico usado para controlar flujo o crear una diferencia de presión (Caída de presión).

Para que el aceite pueda fluir a través de un orificio, debe de haber una diferencia de presión o una caída de presión a través del orificio. (El término caída, viene del factor de una presión menor, porque la presión menor es -- siempre corriente abajo).

Un aumento en la caída de presión a través de un orificio, siempre acontecerá con un aumento en flujo.

Si el flujo es parado detrás de un orificio, la presión inmediatamente se igualará en ambos lados del orificio, de acuerdo a la Ley de Pascal.

Este principio es esencial para el funcionamiento de muchos componentes de válvulas de control de presión.

B) Flujo, Definición y Características.

El flujo, es la acción del sistema hidráulico que proporciona movimiento a los componentes de salida del propio sistema. La fuerza se puede transmitir exclusivamente mediante presión, pero para originar un movimiento, es esencial que haya flujo. El flujo del sistema hidráulico, es creado mediante la bomba. Existen 2 formas de medir el flujo de un fluido:

Indirectamente por medio de la velocidad, que es la rapidez promedio de las partículas de un fluido al pasar por un punto determinado o la distancia promedio que viajan las partículas por unidad de tiempo. Se mide en Pie/Seg., - Pies por minuto o en Pulg./Seg.

Directamente midiendo el volumen del flujo que pasa por un punto en un tiempo determinado. Los volúmenes grandes se miden en galones por minuto (g.p.m.) y los pequeños se pueden expresar en pulg.³ por minuto.

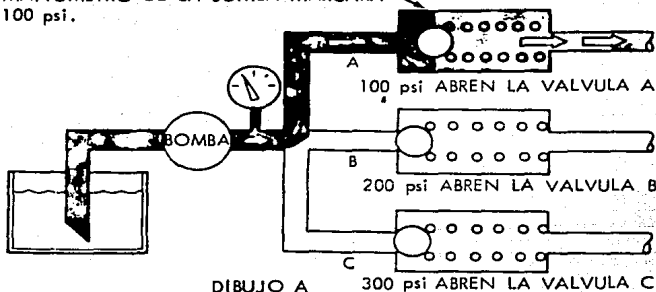
PASOS DE FLUJO EN PARALELO Y EN SERIE

Una característica inherente de los líquidos, es que éstos siempre tomarán el paso que tenga menos resistencia. Así cuando dos pasos paralelos ofrecen resistencia diferentes, la presión sólo aumentará a la cantidad requerida por el paso de menos resistencia (fig. I.b2).

Por lo tanto, cuando la salida de la bomba es dirigida a los actuadores, - el actuador que necesite menos presión, será el primero en moverse, ya que es difícil balancear las dos cargas exactamente, los cilindros que se deban mover juntos son conectados con frecuencia mecánicamente.

Quando las resistencias al flujo son conectadas en serie, la presión aumenta. En la fig. I.b3, se muestra válvulas conectadas en serie. Los medidores de la presión colocados en las líneas, indican la presión normalmente requerida para abrir cada válvula, más la contrapresión de las válvulas de la corriente de abajo. La presión en la bomba, es la suma de la presión requerida para abrir válvulas individuales.

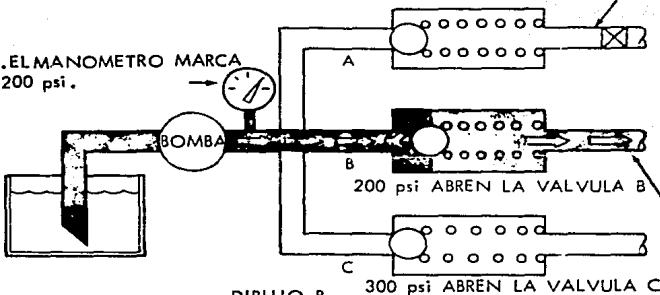
1. EL ACEITE PUEDE ESCOGER TRES CAMINOS.
2. SI PRIMERO ESCOGE LA VALVULA "A" PORQUE SOLO REQUIERE 100 psi. EL MANOMETRO DE LA BOMBA MARCARA 100 psi.



EL FLUJO PASA A TRAVES DE UNA VALVULA DE 100 psi.

3. SI EL FLUJO ES OBSTACULIZADO DESPUES DE "A"

5. EL MANOMETRO MARCA 200 psi.



EL FLUJO PASA A TRAVES DE LA VALVULA DE LA VALVULA DE 200 psi.

4. EL ACEITE FLUIRA A TRAVES DE "B" CUANDO LA PRESION EN LA BOMBA ALCANCE 200 psi.

Figura I-B2. Pasos de flujo en paralelo.

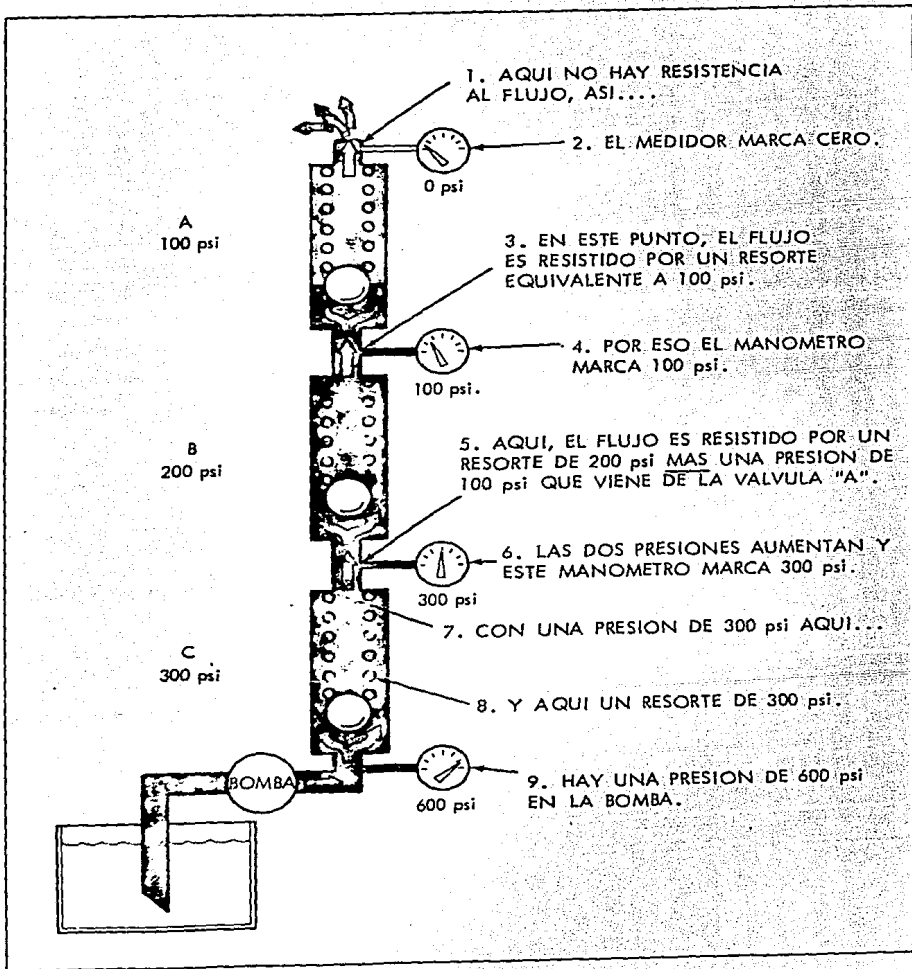


Figura I-B3. Pasos de flujo en serie.

C) Principio de BERNOULLI.

El fluido hidráulico de un sistema en operación, contiene energía en 2 - formas:

- 1.- Energía Cinética.
- 2.- Energía de presión.

DANIEL BERNOULLI, que fué un científico suizo, demostró que en un sistema con un porcentaje de fluido constante, la energía se transforma de una forma a la otra cada vez que varía el área de la sección transversal de la tubería.

El principio de BERNOULLI, nos dice que la suma de las energías de presión y cinética en los diversos puntos de un sistema, debe ser constante si el flujo lo es. Al variar el diámetro de la tubería, varía también la velocidad. Así pues, la energía cinética aumenta o disminuye. Sin embargo, la energía no se puede crear ni destruir. Por lo tanto, el cambio en energía cinética se debe compensar mediante una disminución o incremento de presión.

La utilización de un Venturi en el carburador de un automóvil, es un ejemplo familiar del principio de BERNOULLI. La presión del aire que pasa a través del cuerpo del carburador, se reduce al pasar por una sección transversal reducida de la garganta. Esta disminución de presión, permite que la gasolina fluya, se vaporize y se mezcle con la corriente de aire.

P O T E N C I A

Terminaremos de hablar sobre los principios de flujo con unas palabras sobre Potencia. La Potencia, es el porcentaje de efectuar trabajo o el porcentaje de energía transferida.

La unidad Standard de potencia, son los caballos de fuerza. Esta unidad fué obtenida por JAMES WATT, mediante un mecanismo que relacionó la habilidad de su motor de vapor a la potencia de un caballo al jalar una carga. Al experimentar con los pesos las poleas y caballos, el Sr. WATT encontró que un caballo podría, desahogadamente, hacer quinientos cincuenta pies-libras de trabajo por segundo, o treinta y tres mil pies-libras por minuto, hora tras hora. A este valor, se le designa como un caballo de fuerza "HP". La potencia entonces, es la cantidad de trabajo realizado en un tiempo determinado.

$$P \text{ (Potencia)} = \frac{F \text{ (Fuerza)} \times D \text{ (Distancia)}}{T \text{ (Tiempo)}}$$

El caballo de fuerza usado en un sistema hidráulico, puede ser conocido, si se sabe el porcentaje de flujo y la presión mediante la fórmula siguiente:

$$\text{hp} = \frac{\text{g.p.m.} \times \text{PSI}}{1714}$$

COMPONENTES DEL SISTEMA HIDRAULICO

En todo circuito hidráulico, se requiere una bomba para empujar el fluido, también se requiere un cilindro, ya que esta es la salida del sistema, además de la bomba y el cilindro, se requieren válvulas para controlar el flujo del fluido, un depósito, conexión de líneas y varios accesorios hidráulicos.

La mayoría de las bombas, son de tipo rotatorio y son impulsadas con motores eléctricos o máquinas, y pueden ser de flujo constante o de flujo variable.

El actuador, es el rendimiento de los componentes del sistema. Este convierte energía de presión a energía mecánica.

Un cilindro o un ariete hidráulico, son un actuador lineal. Sus movimientos son forzados y son movidos en línea recta. Un motor es un actuador rotatorio, sus rendimientos son de torsión y de movimiento rotatorio.

Las válvulas para controlar el fluido, se pueden clasificar en tres -- clases:

- 1.- Válvulas de control direccional.
- 2.- Válvulas de control de presión.
- 3.- Válvulas de control de flujo y volumen.

Las válvulas de control direccional.- Dirigen la trayectoria del aceite, al abrir y cerrar pasos. Ejemplos de válvulas direccionales: Las válvulas de retención y las válvulas de inversión.

Las válvulas de control de presión.- Se usan para limitar la presión o controlar o regular la presión en el sistema. Ejemplos de válvulas de control de presión: Las válvulas de alivio, válvulas de freno, válvulas de secuencia y válvulas reductoras de presión y contrapresión y válvulas de equilibrio.

Las válvulas de control de flujo regulan el flujo para controlar la velocidad del actuador, una válvula de aguja, es un ejemplo de un control de flujo.

DIAGRAMAS DE LOS CIRCUITOS

Hay muchas clases de diagramas esquemáticos que se pueden usar para mostrar el funcionamiento de los componentes y los circuitos. Sin embargo, fuera del material de enseñanza, se usa exclusivamente un tipo de taquigrafía conocida como diagramas gráficos. Cada componente en línea tiene un símbolo gráfico, el cuál es una simple forma geométrica. Los diagramas gráficos, no intentan mostrar como están las partes estructuradas, solamente sus funciones y condiciones. En el diagrama gráfico, las partes son más fáciles de dibujar y la taquigrafía es universal, cualquiera que esté entrenado en hidráulica, puede entender el sistema.

Ahora que tenemos un panorama general después de haber repasado los principios básicos y tenemos una idea de como trabaja la hidráulica, cerraremos este capítulo con un breve estudio de las ventajas de la hidráulica sobre otros medios de potencia y transmisión.

1) El diseño es más simple. En la mayoría de los casos, unos cuantos componentes pre-ingeniericos, reemplazarán complicadas uniones mecánicas.

2) Flexibilidad. Los componentes hidráulicos pueden ser localizados con considerable flexibilidad. Las tuberías y las mangueras en lugar de elementos mecánicos, virtualmente eliminan la localización de problemas.

3) Suavidad. Los sistemas hidráulicos son suaves y silenciosos al funcionar. La vibración se mantiene al mínimo.

4) Control. La alta eficiencia con mínima pérdida de fricción mantiene el costo de una transmisión de potencia al mínimo.

5) Protección contra sobrecargas. Válvulas automáticas resguardan el sistema en contra de descomposturas causadas por sobre cargas.

Naturalmente nada es perfecto, las desventajas de la hidráulica están en las partes de presión que están expuestas a climas poco favorables y atmósferas sucias, siendo doblemente importante el mantenimiento para proteger el sistema contra el moho, la corrosión, la suciedad, el deterioro del aceite y otros medios ambientes adversos.

CAPITULO II

A) BOMBAS HIDRAULICAS

La bomba es probablemente, el componente más importante y menos entendido de un sistema hidráulico. Su función es convertir la energía mecánica en energía hidráulica al empujar el fluido hidráulico dentro del sistema. Las bombas se hacen de muchos tipos y tamaños. Mecánicas y Manuales, con muchos y diferentes mecanismos de bombeo y para muchos y diversos propósitos. Sin embargo, todas las bombas caen en una de las dos categorías siguientes: HIDRODINAMICAS o HIDROSTATICAS.

HIDRODINAMICA. - Las bombas hidrodinámicas o de desplazamiento no positivo, tales como las de diseño de turbina o centrífugas, se usan principalmente para transferir fluidos en donde la única resistencia encontrada, es la creada por el peso y - la fricción del mismo fluido. La mayoría de las bombas - de desplazamiento no positivo (fig. II.A1) operan por medio de fuerza centrífuga, el fluido entra al centro de la caja de la bomba y es expulsado por el rápido empuje de - un impulsor. No hay sello positivo (ver inciso G) entre los orificios de entrada y de salida y la capacidad de -- presión es a causa del impulso de velocidad. Mientras ellas dan un flujo suave y continuo, su salida - es reducida al aumentar la resistencia. En efecto, es posible obstaculizar completamente la salida al estar funcionando la bomba. Por esta razón y otras, las bombas de desplazamiento no positivo, son rara vez usadas en sistemas hidráulicos actuales.

HIDROSTATICA. - Las bombas hidrostáticas o de desplazamiento positivo dan una cantidad específica de fluido por cada carrera, revolución o ciclo. Su salida, exceptuando las pérdidas de - fuga, son independientes a la presión de salida, haciendo las ideales para usarlas para transmitir potencias.

Su principio de funcionamiento está basado en la variación de volúmenes de un líquido en una o varias cámaras.

USOS PRINCIPALES:

- 1.- Bombeo de fluidos a grandes presiones.
- 2.- Bombeo de líquidos viscosos.
- 3.- Bombeo de aceites para lubricación.
- 4.- En transmisiones hidráulicas.
- 5.- En servomecanismos (hidráulica industrial).
- 6.- En prensas hidráulicas.

CARACTERISTICAS:

Generalmente, las bombas están catalogadas por su máxima capacidad de presión operante y su salida en g.p.m. a un impulso de velocidad específico. El porcentaje de presión de una bomba, es determinado por el fabricante, basado en un cálculo razonable de durabilidad en el uso, bajo condiciones especificadas.

Es importante, saber que no hay un factor standard de seguridad en las industrias en estos porcentajes. Operar la bomba a presiones más altas puede desgastarla o causarle daños mayores.

DESPLAZAMIENTO:

La capacidad del flujo de la bomba se encuentra dado por su desplazamiento por revolución o por su salida en g.p.m.

Desplazamiento, es el volumen de líquido transferido en una revolución. Es igual al volumen de una cámara bombeadora multiplicado por el número de cámaras que pasan por la salida por revolución. El desplazamiento se expresa -

en (pulgadas cúbicas por revolución).

La mayoría de las bombas, tienen un cierto desplazamiento que no puede ser cambiado excepto cuando se reemplazan ciertas partes. Sin embargo, es posible en algunas, variar el tamaño de la cámara bombeadora y por lo tanto su desplazamiento por medio de controles externos.

EFICIENCIA VOLUMETRICA:

En teoría, una bomba abastece una cantidad de fluido igual a su desplazamiento en cada ciclo o revolución. En realidad, la salida actual se reduce por las fugas internas o deslizamientos. Cuando la presión aumenta, las fugas que regresan de la salida a la entrada o al drenaje aumentan y la eficiencia volumétrica disminuye.

La eficiencia volumétrica es igual a la salida real dividida por la salida teórica: Se expresa como porcentaje:

$$\text{EFICIENCIA: } \frac{\text{SALIDA REAL}}{\text{SALIDA TEORICA}} \times 100$$

TIPCS DE BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO:

- | | | |
|-------------------------|---|---|
| 1.- Bombas de Engranés. | } | - De engranes internos. |
| | | - De lóbulos o bomba de rotor. |
| | | - Bomba de gerotor. |
| 2.- Bombas de Paleta. | } | - De diseño no-balanceado. |
| | | - De diseño balanceado hidráulicamente. |
| | | - Tipo paleta redonda. |
| | | - Redonda doble. |
| | | - De dos pasos. |
| | } | - De combinación. |

3.- Bombas de Pistón.

- De paletas tipo cuadrada.
- De paleta de alto rendimiento.
- De paletas internas.
- De pistones radiales.
- De pistón en línea de diseño de placa oscilante.
- De placa ondulante.

BOMBAS DE ENGRANES:

Una bomba de engrane (fig. II.A2) desarrolla flujo al llevar fluido entre los dientes de dos engranes dentados. Uno de los engranes es impulsado por el eje impulsor y hace girar al otro. Las cámaras bombeadoras que se forman entre los dientes del engrane están cubiertas por la caja de la bomba y las placas de los lados (frecuentemente llamadas placas de presión o desgaste). Un vacío parcial se crea en la entrada de la bomba cuando se van girando los engranes. El fluido fluye en el espacio para llenarlo y es girado hacia fuera del engrane. Cuando se van encontrando los dientes del engrane en la salida, el fluido es expulsado.

Una alta presión en la salida implica una carga desbalanceada en los engranes y en los soportes que los soportan.

CARACTERISTICAS DE LA BOMBA DE ENGRANE:

La mayoría de las bombas de tipo engrane, tienen desplazamiento arreglado. Su porcentaje de salida es desde muy bajo a muy alto volumen. A causa de la carga del lado del eje, son unidades de baja presión aunque algunas se las puede usar a 3,000 psi.

Las fugas internas aumentan con el desgaste. Sin embargo, las unidades son bastante duraderas y son más tolerantes al polvo que otros tipos.

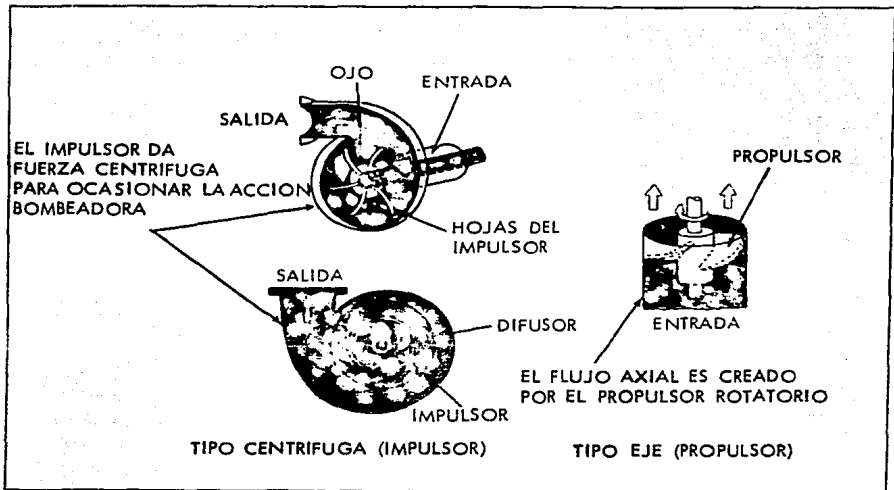


Figura II-A1. Bomba hidráulica 6 de desplazamiento no positivo.

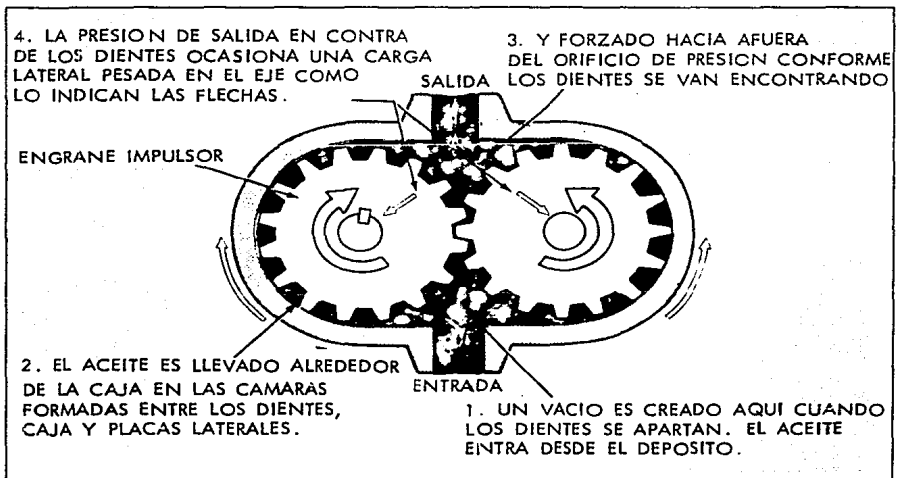


Figura II-A2. Bomba de engranes externos.

Una bomba de engrane con muchas cámaras de bombeo genera alta frecuencia y por eso tiende a correr ruidosamente, aunque se les han hecho mejores signi-
ficativas en años recientes.

BOMBAS DE PALETA:

El funcionamiento principal de las bombas de paleta es mostrado en (fig. II.A3). Un rotor ranurado, montado al eje impulsor también ranurado, gira -- dentro de un anillo de leva.

Las paletas están ajustadas a las ranuras del rotor y siguen la superficie interior del anillo cuando gira el rotor. La fuerza centrífuga y la presión bajo las paletas las mantienen hacia afuera en contra del anillo. Las cámaras de bombeo se forman entre las paletas y son encerradas por el rotor, el anillo y las dos placas de los lados.

En la entrada de la bomba, un vacío parcial se crea cuando el espacio entre el rotor y el anillo aumenta. El aceite que entra aquí es atrapado en -- las cámaras bombeadoras y entonces es empujado a la salida cuando disminuye -- el espacio. El desplazamiento de la bomba depende del ancho del anillo y del rotor y en lo que "JALE" el anillo.

CARACTERISTICAS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA DE PALETA:

Las bombas de paletas cubren los promedios de baja, media y alto volumen con presiones operantes de hasta 3,000 psi. Son confiables, eficientes y fáciles de mantener. La superficie del anillo y el extremo de las paletas en -- contacto con el anillo, son los puntos de mayor desgaste, lo cuál se compensa al sacar un poco las paletas de sus ranuras.

La limpieza y el aceite apropiado son esenciales para su durabilidad. Se recomienda el aceite de petróleo por sus cualidades adecuadas contra el des--gaste. Sin embargo, muchas bombas de paletas están funcionando bien con fluf-
dos sintéticos.

BOMBAS DE PISTON:

El principio bajo el cual actúan todas las bombas de pistón, es el de un pistón recíproco en su calibre, jalando fluido hacia dentro cuando se retrae y expulsándolo en la siguiente carrera.

Los diseños básicos son radial y axial, los dos se pueden conseguir como modelos de desplazamiento arreglado o variable.

BOMBAS DE PISTONES RADIALES:

En una bomba radial, la sección del cilindro gira en un macho fijo y dentro de un anillo o rotor de reacción circular. Cuando la sección gira, la fuerza centrífuga cargando presión o alguna forma de acción mecánica, hace que el pistón siga la superficie interior del anillo, el cual es desajustado de la línea central del monoblock. Mientras los pistones suben y bajan en sus calibres, llevando el macho, permitiéndoles llevar el fluido cuando se mueven hacia afuera y descargarlo cuando se mueven hacia dentro. (fig. II A4).

El tamaño y número de pistones (puede haber más de un grupo en una sola dirección del cilindro) y por supuesto la longitud de la carrera determina el desplazamiento de la bomba. En algunos modelos, el desplazamiento puede variarse al mover el anillo de reacción para aumentar o disminuir el viaje del pistón. Se pueden conseguir varios tipos de control externo para este propósito.

BOMBAS DE PISTONES AXIALES:

En las unidades axiales, los pistones están paralelos entre ellos y el eje de la sección del cilindro. Pueden ser divididos en bombas de pistones de placa oscilante, ondulante y tipos de eje inclinado.

BOMBAS DE PISTON EN LINEA DE DISEÑO DE PLACA OSCILANTE:

En las bombas de pistón axial, el block de cilindros y el eje impulsor -

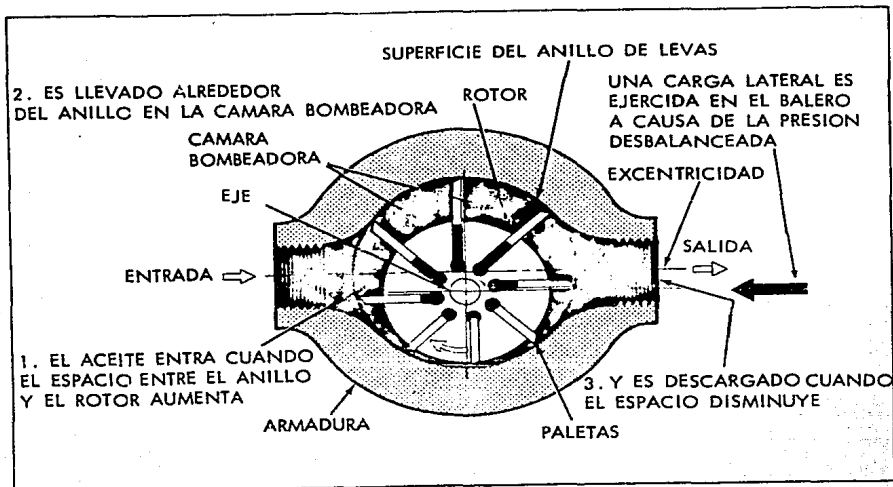


Figura II-A3. Funcionamiento de Bomba de Paletas.

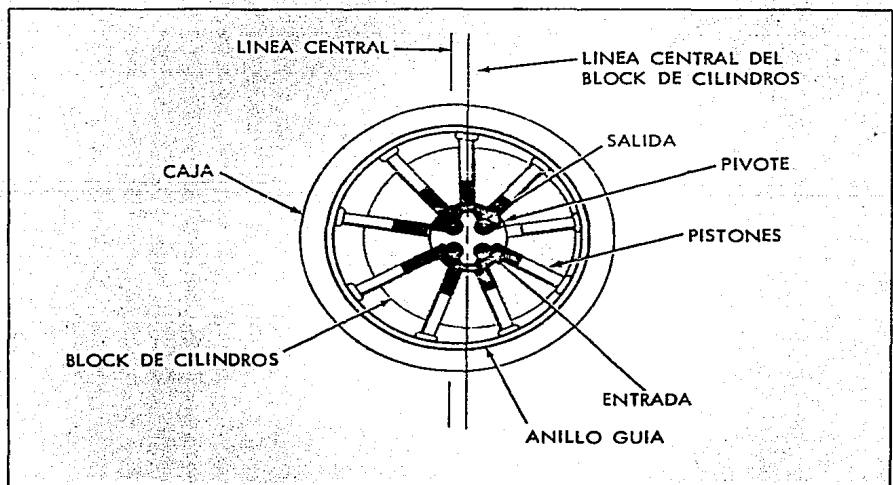


Figura II-A4. Operación de la Bomba de Pistones Radiales.

están en la misma línea central y los pistones van y vienen paralelos al eje impulsor. La bomba de pistón de tipo más sencillo es el diseño de placa oscilante en línea (fig. II.A5).

El block de cilindros en esta bomba, es girado por el eje impulsor. Los pistones ajustados perfectamente en el cilindro son conectados a través de --ellos mismos a la zapata del pistón y un anillo retractor para que así las --zapatas se sostengan en contra de un ángulo de la placa oscilante.

En estas bombas, el desplazamiento también es determinado por el tamaño y número de pistones y también por el largo de su carrera. Lo anterior es --una función del ángulo de la placa oscilante.

En los modelos de desplazamiento variable de la bomba en línea, la placa oscilante se instala con una horquilla que cambia el ángulo de la placa oscilante para aumentar o disminuir la carrera del pistón (fig. II.A6). La horquilla puede ser accionada a mano, con un servo-control, con un control compensador o por muchos otros medios. El ángulo máximo en las unidades mostrado, es tá limitado a 17 1/2 grados por construcción.

BOMBA EN LINEA DE PLACA ONDULANTE:

Una variación del diseño de pistón en línea, es la bomba de placa ondulante. En una bomba de placa ondulante, el cilindro es fijo y la placa inclinada es girada por el eje impulsor. Cuando la placa gira, ésta "ONDULA" y empuja los pistones del resorte cargado para obligarlos a ir y venir. Válvulas check separadas de entrada y salida se requieren para la bomba recíprocante --porque los cilindros no se mueven más allá de los orificios.

BOMBAS DE PISTON DE EJE EN ANGULO:

En una bomba de pistón de eje inclinado (fig. II.A7) el block de cilindros gira con el eje impulsor pero a un ángulo descentrado. Los vástagos del pistón son adheridos a la brida del eje impulsor con juntas esféricas y son --forzadas afuera o adentro de sus camisas tal como la distancia que hay entre

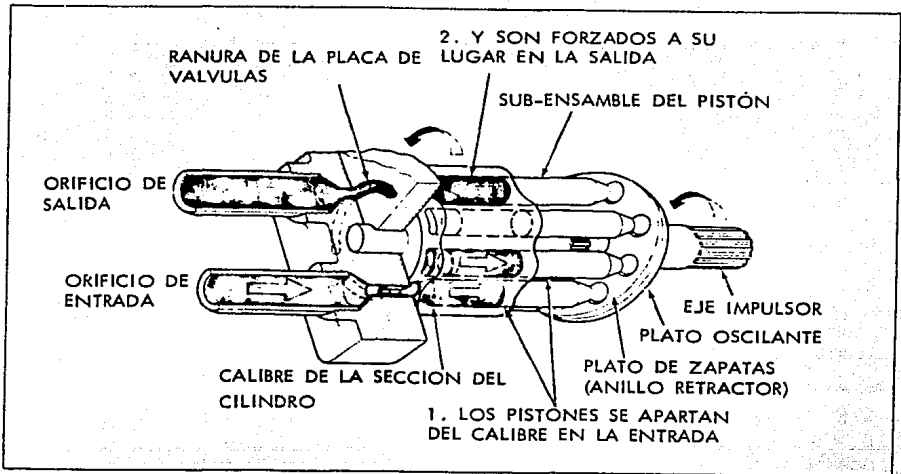


Figura II-A5. Bomba de Pistón de Placa Oscilante.

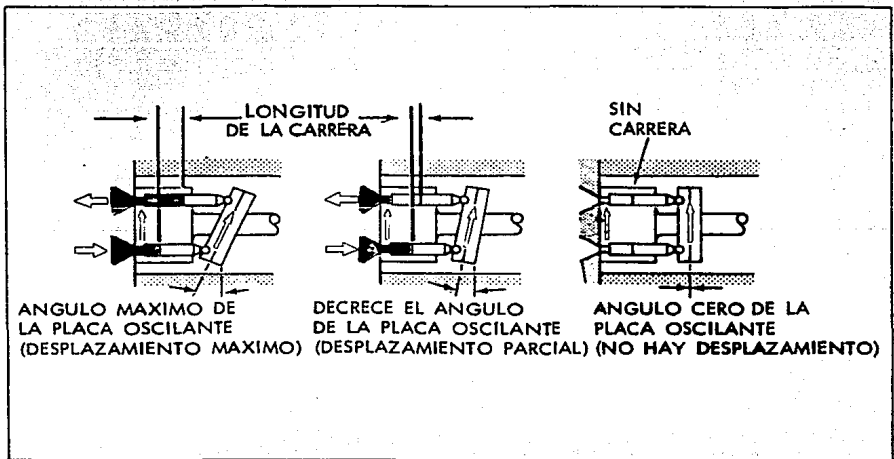


Figura II-A6. Variaciones en el Desplazamiento de la Bomba.

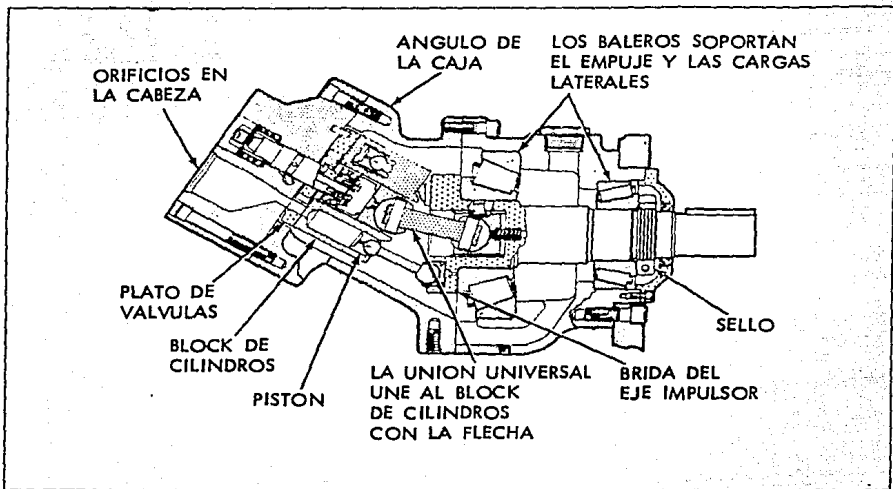


Figura II-A7. Bomba de Pistones de Eje Inclinado.

La brida del eje impulsor y el block del cilindro cambia. Un eslabón universal une el block de cilindros al eje impulsor para mantener el alineamiento y asegurar que giren juntos. La unión no transmite fuerza sólo acelera y desacelera el monoblock y para vencer la resistencia de la sección, al girar en la camisa llena de aceite. El desplazamiento de esta bomba varía con el ángulo descentrado, el grado máximo es de 30 grados, el mínimo es de cero.

CARACTERISTICAS DEL FUNCIONAMIENTO DE UNA BOMBA DE PISTON.

Las bombas de pistón, son unidades altamente eficientes disponibles en un amplio porcentaje de capacidad, ya sea desde muy pequeñas a muy altas. La mayoría pueden funcionar en los porcentajes medios o altos de presión (1000 a 3000 psi) con otras capaces de funcionar a presiones más altas. Siendo variables y reversibles sirven muy bien para aplicaciones en prensas grandes e impulsos hidrostáticos.

Por tener piezas finamente ajustadas y superficies bien maquinadas, la limpieza y la buena calidad de los fluidos es vital, para que trabajen bien por mucho tiempo.

B) ACTUADORES HIDRAULICOS

Los componentes de empuje de salida en un sistema para transmitir potencia, reciben el nombre de actuadores. Se puede afirmar que el diseño de un sistema hidráulico comienza en los actuadores, luego de determinar el tamaño y tipo de actuador, se puede seleccionar el resto de los componentes del circuito.

En forma general, los actuadores se pueden dividir en actuadores lineales y actuadores rotatorios.

Un actuador lineal (un cilindro o ariete hidráulico) nos da la fuerza o salidas de movimiento en línea recta. Un actuador o motor rotatorio produce torsión o movimientos giratorios.

CILINDROS:

Los cilindros se clasifican como de acción simple o de doble acción y en diferenciales o no diferenciales. Entre sus variantes, encontramos los diseños en forma de émbolos o de vástagos y de pistón.

CILINDROS DE SIMPLE ACCION.- Los cilindros de émbolo o de acción simple, poseen solamente una cámara para fluidos y ejercen fuerza en una sola dirección. La mayor parte de ellos son montados verticalmente y su regreso se efectúa por la fuerza de gravedad. Se utilizan en elevadores, gatos y rampas para automóviles (fig. II.B1). Una variante en los cilindros de simple acción, son los cilindros telescópicos que se usan cuando su longitud ya retraído, debe ser más corta de la que se obtendría con un cilindro normal. (fig. II.B2).

CILINDROS DE DOBRE ACCION.- Los cilindros de doble acción, se denominan así, porque son operados mediante fluido hidráulico en ambas direcciones. Esto significa que son capaces de proporcionar una carrera con potencia en cualquiera de los dos sentidos. (fig. II.B3). Los cilindros standard de doble acción diferenciales, se llaman así, debido a que las áreas que quedan expuestas a la presión durante los movimientos de avance y retroceso, son desiguales. La diferencia, es función del área de la sección del vástago. La carrera de avance es más lenta pero capaz de ejercer mayor fuerza que cuando se retroceden vástago y pistón. Los cilindros no diferenciales, en

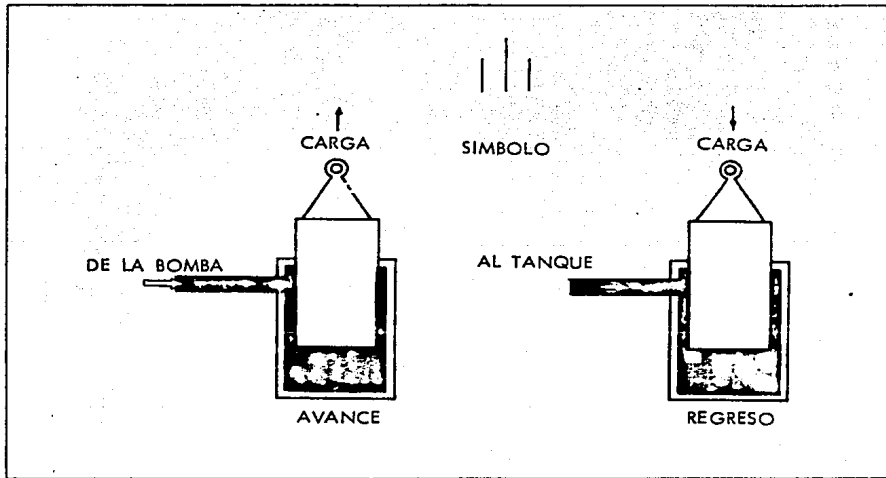


Figura II-B1. Cilindro de Acción Simple.

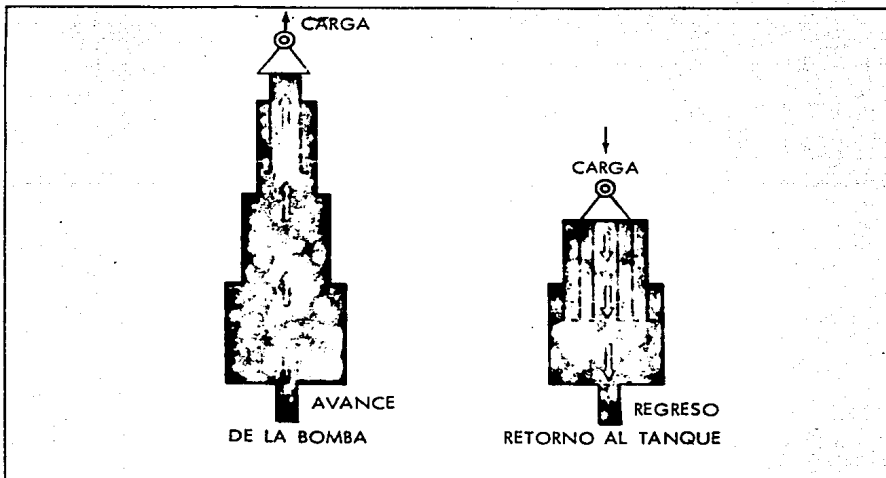


Figura II-B2. Cilindro Tipo Telescopio.

cambio, son aquellos que cuentan con áreas iguales a uno y a otro lado del pistón, pueden proporcionar iguales velocidades o fuerzas en cualquier sentido. Este tipo de cilindros cuentan con doble vástago.

CONSTRUCCION DE UN CILINDRO:

Las partes esenciales de un cilindro son: La camisa o tubo, el vástago y pistón, las tapas de los extremos y los sellos adecuados (fig. II.B4). Las camisas, son generalmente tubos de acero sin costura, bruñido a espejo en su parte interior.

El pistón que normalmente es de hierro o acero fundido, cuenta con sellos que reducen la fuga entre él y las paredes de la camisa. En aquellos casos, - en que se puede tolerar cierta fuga, se utilizan anillos del pistón del mismo tipo que los usados en aplicaciones automotrices.

Para soportar grandes cargas o porcentajes de alimentación muy bajos, frecuentemente se usa un anillo "T", o un anillo "O", con dos anillos reforzados en material resistente.

Las entradas del aceite del cilindro se encuentran en las tapas de los extremos que pueden ir directamente fijos al final de la camisa, o afianzadas mediante tirantes y tuercas.

El empaque del vástago es del tipo de cartucho, en el que se encuentran - tanto el sello propiamente dicho, como el empaque limpiador, a fin de facilitar su substitución.

MONTAJE DE LOS CILINDROS:

Existen diversos montajes (fig. II.B5) para los cilindros los cuáles proporcionan flexibilidad para sujetarlos. Normalmente, los extremos del vástago van roscados a fin de poderlos acoplar directamente a la carga, o a manera de

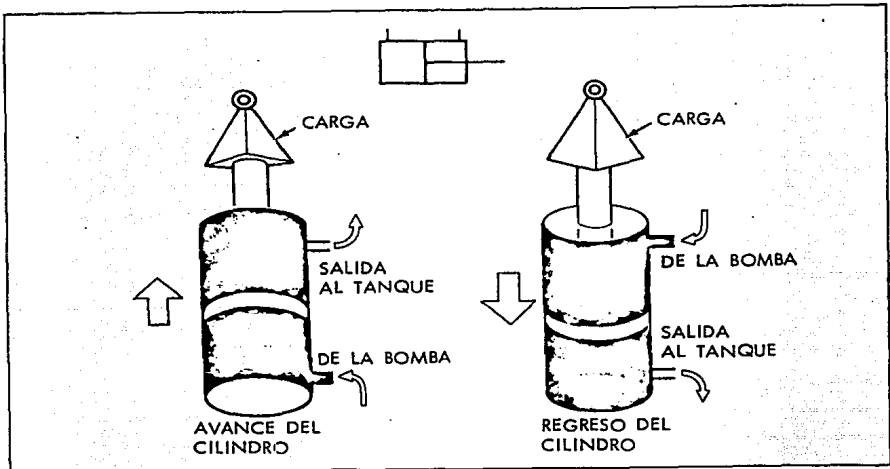


Figura II-B3. Cilindro de Doble Acción

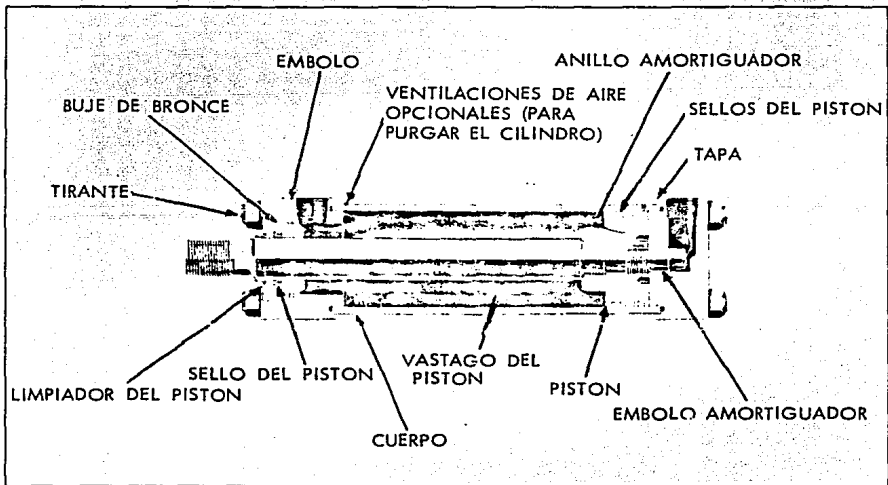
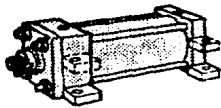
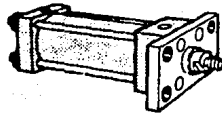


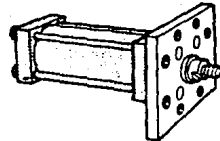
Figura II-B4. Partes de un Cilindro.



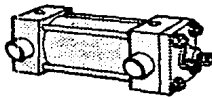
MONTAJE DE
PIE Y OREJAS
EN LA BASE
O EN EL CENTRO



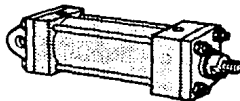
MONTAJE DE PLACA
RECTANGULAR



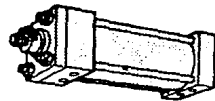
MONTAJE DE PLACA
CUADRADA



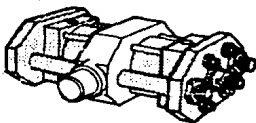
MONTAJE POR MEDIO
DE PIVOTES



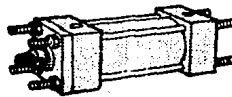
MONTAJE DE ALETA



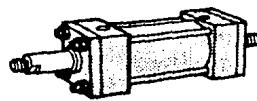
MONTAJE DE
CARA



MONTAJE POR MEDIO
DE PIVOTES
INTERMEDIOS



TIRANTES



VASTAGO DE DOBLE
EXTREMO

Figura II-B5. Tipos de Montaje para Cilindros.

poder aceptar una aleta, horquilla y otro dispositivo de acoplamiento similar.

ESPECIFICACIONES DE LOS CILINDROS:

A fin de determinar la capacidad de un cilindro, debe especificarse su tamaño y la presión a que se puede operar. La mayor parte tiene un vástago de tamaño standard, aún cuando se pueden obtener vástagos intermedios o pesados.

El tamaño del cilindro, está determinado por el diámetro del pistón y la longitud de la carrera.

La velocidad del cilindro, la fuerza de salida disponible y la presión requerida para una carga determinada, son factores que dependen del área del pistón.

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

En la carrera de retroceso del pistón, se debe restar el área del vástago.

$$A_r = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$$

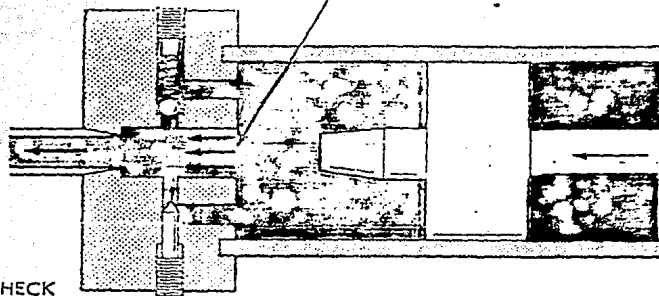
A_r = Área de retroceso.

EQUIPO OPCIONAL DE CILINDROS:

Un dispositivo de diseño en algunos cilindros es un amortiguador, el cuál desacelera el pistón suavemente al final de la carrera. Un tapón roscado o un amortiguador de resorte en el vástago, entra a un controlador en el casquete del extremo y corta el flujo fuera del cilindro. Un pequeño orificio en el casquete del extremo, entonces controla el flujo expulsado para la pequeña distancia que le queda al pistón por recorrer. Una válvula ajustable se coloca para aumentar o disminuir el tamaño del orificio que controla el porcentaje de desaceleración (fig. II.B6).

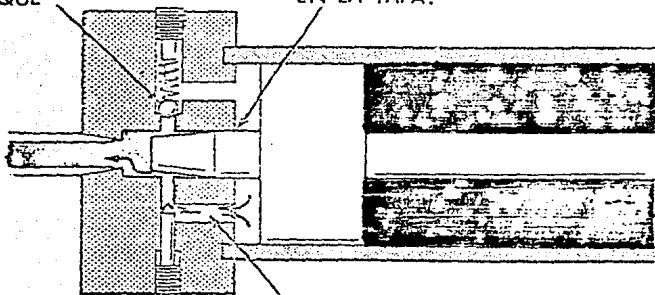
Otros equipos opcionales para cilindros son: sellos para el pistón, para operaciones de ciclaje rápido y tubos de tope para evitar cargas excesivas en los bujes, debido a cargas laterales.

1. EL FLUJO DE SALIDA PASA LIBREMENTE HACIA AFUERA DEL CILINDRO HASTA QUE.....



5. LA VALVULA CHECK PERMITE FLUJO LIBRE A PISTON PARA QUE SE EXTIENDA.

2. EL EMBOLO ENTRA EN LA TAPA.



3. AHORA EL FLUJO DEBE TOMAR EL PASO RESTRINGIDO CAUSANDO QUE EL PISTON DESACELERE.

4. EL PORCENTAJE DE DESACELERACION ES CONTROLADO POR UNA ABERTURA AJUSTABLE.

Figura II-26. Amortiguadores del Cilindro.

FORMULAS IMPORTANTES EN EL CALCULO DE CILINDROS:

La velocidad de un cilindro, es independiente de la carga o de la presión. Depende del volumen del cilindro y del caudal que se aplique.

$$\text{VOLUMEN} = \text{Area efectiva del pistón} \times \text{longitud de carrera.}$$

Para encontrar la velocidad de un cilindro cuando se conocen su tamaño y el abastecimiento (gpm).

$$\text{VELOCIDAD (pulg. min)} = \frac{\text{Caudal (GPM)} \times 231}{\text{Area efectiva del pistón (pulg.}^2)}$$

$$1 \text{ galón} = 231 \text{ pulg.}^3$$

La fuerza que un cilindro puede desarrollar depende de la presión que puede resistir y del área del pistón.

$$\text{FUERZA (lbs)} = \text{Presión (lbs/pulg.}^2) \times \text{área efectiva del pistón (Pulg}^2)$$

Debemos tener en cuenta que: Cualquier aumento en la carga, elevará la presión operante y la fuerza necesaria para vencer la fricción se suma a la fuerza de la carga.

Si la fuerza, distancia y tiempo se saben la potencia total en un cilindro, estará dada por la expresión.

$$\text{POTENCIA} = \frac{\text{Fuerza} \times \text{Distancia}}{\text{Tiempo}} = \frac{\text{Trabajo}}{\text{Tiempo}}$$

$$1 \text{ HP} = 746 \text{ watts} = 42.4 \text{ BTU/min} = \frac{\text{Pie-libra/seg.}}{550}$$

En un sistema hidráulico, la velocidad y la distancia se indican por medio de los GPM que fluyen y la fuerza por la presión. Así tenemos que, podemos expresar la potencia hidráulica así:

$$POT = \frac{\text{galones}}{\text{min}} \times \frac{\text{libras}}{\text{pulg.}^2}$$

$$POTENCIA = \frac{\text{galones}}{\text{min}} \times \frac{(231 \text{ pulg.}^3)}{1 \text{ galón}} \times \frac{\text{libras} \times 1 \text{ pie}}{\text{pulg.}^2 \cdot 12 \text{ pulg.}} = \frac{231 \text{ pie-libras}}{12 \text{ min.}}$$

Esto nos da el equivalente de la potencia mecánica de el fluido de un galón por minuto a un PSI de presión. Para expresarlo como caballos de fuerza.

$$POT = \frac{231 \text{ pie-libras} \times 1 \text{ HP}}{12 \text{ min.}} = 0.000583 \text{ HP.}$$
$$\frac{33000 \text{ pie-libra}}{\text{min}}$$

El total de los caballos de fuerza en cualquier condición de fluido es:

$$\underline{HP = GPM \times PSI \times 0.000583}$$

MOTORES HIDRAULICOS

El segundo tipo importante de actuadores, son los actuadores rotatorios o motores. En cuanto a la construcción los motores se parecen mucho a las bombas, la diferencia reside en que, en lugar de empujar el fluido, este empuja sobre ellos, produciendo una torsión o movimiento rotatorio continuo.

FACTORES DE OPERACION EN LOS MOTORES.- La cantidad de carga que puede manejar un motor, recibe el nombre de porcentaje del motor, esta cantidad se establece en función del desplazamiento (tamaño), la capacidad de torsión y las limitaciones máximas de presión. El desplazamiento, es la cantidad de fluido que acepta el motor en una revolución y se expresa en pulgadas cúbicas por revolución.

La torsión es el componente de fuerza de la salida del motor y está siempre presente en el eje impulsor pero es igual a la carga multiplicada por el radio. Para que exista una torsión, no necesariamente se requiere de movimiento, pero si la torsión es de la magnitud suficiente como para vencer la fricción y la resistencia de la carga, habrá movimiento.

FORMULAS DE APLICACION EN MOTORES.-

El tamaño y porcentaje de la torsión de un motor, se expresa generalmente en libras-pulgadas de torsión por cada 100 PSI de presión y está dado por la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de torsión} = \frac{(\text{lb-pulg}/100\text{PSI})}{\text{Presión de operación deseada (PSI)} \times 0.01} = \frac{\text{Carga de torsión (lb-pulg)}}{\text{Presión de operación deseada (PSI)} \times 0.01}$$

La torsión y la torsión máxima están dadas por las fórmulas siguientes:

$$\text{Torsión (lb-pulg)} = \text{Presión (PSI)} \times \text{desplazamiento (pulg}^3/\text{revolución)/}2\pi$$

$$\text{Máxima torsión (lb-pulg.)} = \frac{\text{Porcentaje de torsión (lb-pulg}/100\text{PSI)} \times \text{Presión máx. (PSI)}}{100}$$

Cuando se tienen los caballos de fuerza y las revoluciones por minuto la torsión del motor será:

$$\text{Torsión (lb-pulg)} = \frac{\text{Potencia (HP)} \times (\text{pulg}^3/\text{rev})}{\text{Velocidad (RPM)}}$$

El caudal o flujo dado a un cierto impulso de velocidad es:

$$\text{Caudal (GPM)} = \frac{\text{Velocidad (RPM)} \times \text{desplazamiento (pulg}^3/\text{rev)}}{2.31}$$

NOTA: Todas las fórmulas son para una torsión teórica, para iniciar el movimiento de una carga determinada, puede necesitarse de una capacidad del 10% a 35% mayor de torsión.

TIPOS DE MOTORES

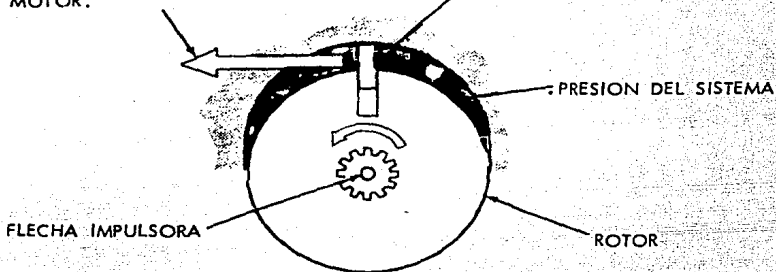
Como ya se mencionó anteriormente, los motores hidráulicos, se asemejan mucho a las bombas hidráulicas, su construcción y diseño son muy parecidas, por lo que no es extraño que los principales tipos de motores, sean entonces, los mismos que los de las bombas de paletas, de pistón y de engranes, pudiendo ser éstos de una sola dirección o invertibles; es decir, que pueden funcionar en ambas direcciones.

MOTOR DE ENGRANE: Un motor de engrane, desarrolla una presión a través de la presión que actúa sobre las superficies de los dientes de un engrane. Cuentan con 2 engranes que engarzan y giran juntos, pero sólo uno de ellos va acoplado al eje impulsor. El desplazamiento de un motor de engranes, es fijo y aproximadamente igual al volumen entre 2 dientes multiplicado por el número de dientes. Los motores de engranes están frecuentemente limitados a presiones de operación de 2000 PSI y una velocidad de 2400 RPM, son muy simples y tienen gran tolerancia a las impurezas, aunque una eficiencia algo baja.

MOTOR DE PALETAS: En un motor de paletas, la torsión se obtiene al actuar la presión sobre las superficies libres de las paletas rectangulares que deslizan hacia dentro y hacia afuera de las ranuras en un rotor que va engarzado mediante es-trías al eje impulsor (fig. II.B7). Al girar el rotor, las paletas recorren la superficie de un anillo de levas, formando cámaras selladas que transportan el fluido desde la entrada hasta la salida. En el diseño "cuadrado" de un motor de paletas reversi-

2. LA FUERZA RESULTANTE SOBRE ESTA PALETA ORIGINA TORQUE SOBRE EL EJE DEL MOTOR.

1. LA PRESION SOBRE ESTA PALETA SIGNIFICA UNA FUERZA.....

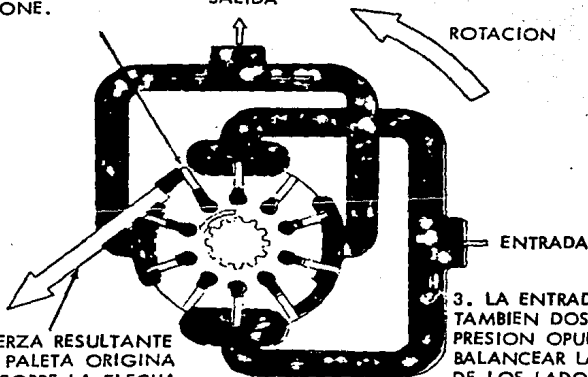


DIBUJO A OPERACION BASICA

1. ESTA PALETA ESTA SUJETA A ALTA PRESION EN EL LADO DE LA ENTRADA Y LA BAJA PRESION SE OPONE.

SALIDA

ROTACION



2. LA FUERZA RESULTANTE EN ESTA PALETA ORIGINA TORQUE SOBRE LA FLECHA DEL ROTOR

3. LA ENTRADA CONECTA TAMBIEN DOS PASAJES DE PRESION OPUESTOS PARA BALANCEAR LAS CARGAS DE LOS LADOS SOBRE EL ROTOR.

DIBUJO B DISEÑO BALANCEADO

Figura II-B7. Obtención de la Torsión en un Motor de Paletas.

ble, el rotor gira dentro del anillo de la leva y entre el cuerpo y la placa de presión.

La placa de presión tiene la misión de mantener la unidad rotatoria fuertemente sellada mientras exista presión en su superficie externa.

MOTORES DE PALETAS DE ALTA EFICIENCIA.- En este diseño, las paletas se mantienen afuera y en contra del anillo mediante resortes espirales, todo el conjunto formado por el anillo, rotor, paletas y placas laterales se puede extraer y reemplazar en forma de unidad. De hecho se cuenta con "cartuchos" - que han sido previamente montados y probados, para realizar substituciones en el campo.

MOTORES DE ALTA TORSION.- Este tipo de motores tienen una gran capacidad de torsión y baja velocidad, tienen una capacidad de hasta 4500 libras pies y diseños dobles de hasta 9000 libras-pies. Se usan en tornillos impulsores, bandas transportadoras, unidades de volteo, malacates y otras aplicaciones en las que se pueda obtener provecho de su enorme capacidad de torsión.

MOTOR DE PISTONES.- Los motores de pistones, generan una torsión a través de la presión que actúa sobre los extremos de los pistones de vaivén que operan dentro de una sección cilíndrica.

PISTONES EN LINEA.- En este diseño, el motor del eje impulsor y la sección del cilindro, se encuentran alineados sobre el mismo eje. La presión que existe en los extremos de los pistones origina una reacción sobre una placa oscilante e impulsa la sección del cilindro y el eje del motor en rotación. La torsión es proporcional al área de los pistones y es una función del ángulo, en el cuál está colocada la placa oscilante (fig. II,B8).

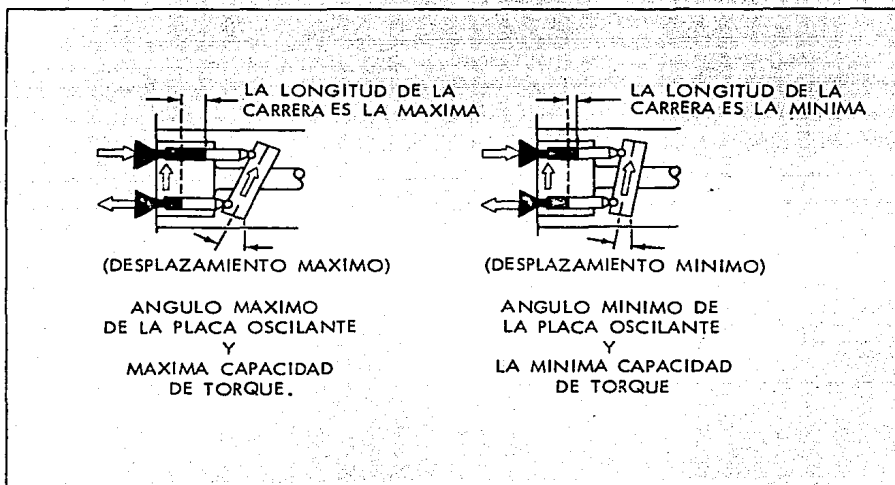


Figura II-B8. Variación del Angulo de la Placa Oscilante de un Motor de Pistones.

El desplazamiento queda determinado por el ángulo de la placa oscilante, al aumentar la inclinación de la placa oscilante se aumenta la capacidad de torsión, pero se reduce la velocidad del eje impulsor. Por lo contrario, al reducirse el ángulo, se disminuye la capacidad de torsión, pero aumenta la velocidad del eje impulsor. Normalmente, se colocan topes para el ángulo mínimo, a manera de que la torsión y la velocidad permanezcan dentro de los límites de operación.

MOTORES DE PISTON DE EJE INCLINADO.- Este tipo de motores, desarrollan una torsión también por medio de la reacción de la presión al actuar esta en pistones de vaivén. En este diseño, sin embargo, la sección del cilindro y el eje impulsor, van montados formando un ángulo entre sí y la reacción va dirigida a la brida del eje impulsor. La velocidad y la torsión cambian al variar el ángulo, desde un mínimo predeterminado de RPM con desplazamiento y torsión máximos a un ángulo de aproximadamente 30° , hasta las máximas RPM con desplazamiento y torsión mínimos alrededor de $7\ 1/2^\circ$. Los motores de pistones son probablemente los más eficientes de los tres tipos expuestos y por lo general; son los que tienen mayor capacidad en cuanto a velocidades y presiones altas. Se usan en aplicaciones aeroespaciales, debido a la alta relación que existe entre su potencia y su peso.

C) CONTROLES DE PRESION

Las válvulas son usadas en los sistemas hidráulicos para controlar el funcionamiento de los actuadores. Muy frecuentemente oímos, que se refieren a una válvula como a un control, especialmente cuando varias de ellas están construídas en un solo ensamble. Se agrupan las válvulas en 3 categorías ge-

nerales, la de control de presión, la de control de flujo y la de control direccional.

Algunas válvulas sin embargo, tienen múltiples funciones que se pueden clasificar en más de una de estas categorías.

Las válvulas son clasificadas por su tamaño, su capacidad de presión y la caída de presión en contra del flujo. Se les denomina por sus funciones, pero pueden ser denominadas por su construcción también. En su construcción éstas varían desde las de un simple balín y asiento a muchos elementos.

Una válvula de control de presión, puede hacer el trabajo de: (1) limitar o regular la presión. (2) crear condiciones particulares de presión requeridas para control o (3) causar operaciones de los actuadores para que sucedan en un orden específico.

Todas las válvulas puras de control de presión, funcionan en condiciones aproximadas de balance hidráulico. En funcionamiento, la válvula toma una posición en donde la presión hidráulica balancea exactamente la fuerza del resorte.

Como la fuerza del resorte varía con la distancia de compresión y como la presión también puede variar, una válvula de control de presión se dice que tiene infinidad de posiciones. Como mencionamos anteriormente, se denomina a los controles de presión por su función principal, siendo las funciones más usuales las siguientes: aliviar, hacer secuencia, contrabalancear, frenar, descargar y reducir la presión.

A continuación, hablaremos brevemente de cada tipo de válvula, enfocándonos hacia su uso y su principio de operación.

VALVULAS DE ALIVIO:

Se requiere una válvula de alivio en cualquier circuito hidráulico que use una bomba de desplazamiento positivo, para proteger el sistema en contra

de presión excesiva. Si el actuador está atascado o simplemente hace su travesía máxima, debe haber un paso de flujo alterno para que la presión no se e leve hasta que algo se rompa.

La válvula de alivio, se conecta entre la salida de la bomba (línea de - Presión) y el tanque. Esta normalmente cerrada, se ajusta para que se abra a una presión más alta que la carga requerida y se desvía el caudal de la bomba al tanque cuando esta presión se alcanza.

También una válvula de alivio puede ser usada para limitar la torsión o la salida de la fuerza de un actuador, como en una prensa hidráulica o una - transmisión hidrostática.

La presión en la cual la válvula empieza a desviar el flujo, se llama presión de apertura o rompimiento. La presión en la entrada, cuando la válvula está pasando, su volumen máximo se llama presión de flujo completo. La diferencia entre la presión de flujo completo y la presión de rompimiento se conoce como presión de sobrecarga.

VALVULA DE ALIVIO SENCILLA:

Una válvula de alivio sencilla o de acción directa (fig. II.C1), consiste de un balero o cabezal móvil asentado en el cuerpo de la válvula por medio de un resorte fuerte. Cuando la presión en la entrada no es suficiente para empujar el resorte, la válvula se conserva cerrada. Cuando alcanza la presión prejustada, el balero o cabezal móvil se desasienta y permite que el flujo fluya a través de la salida del tanque mientras se mantenga esa presión. En la mayoría de estas válvulas, hay un tornillo de ajuste para variar la fuerza del resorte. Así es como se puede ajustar la válvula para abrirse a un porcentaje de presión requerida.

La presión excesiva, es frecuentemente un problema con una válvula de alivio sencilla. Cuando maneja el flujo desde una bomba de tamaño regular, la - válvula puede exceder varios cientos de PSI, sobrecargando los componentes del circuito. Otra desventaja de este tipo de válvula, es su tendencia a tintear

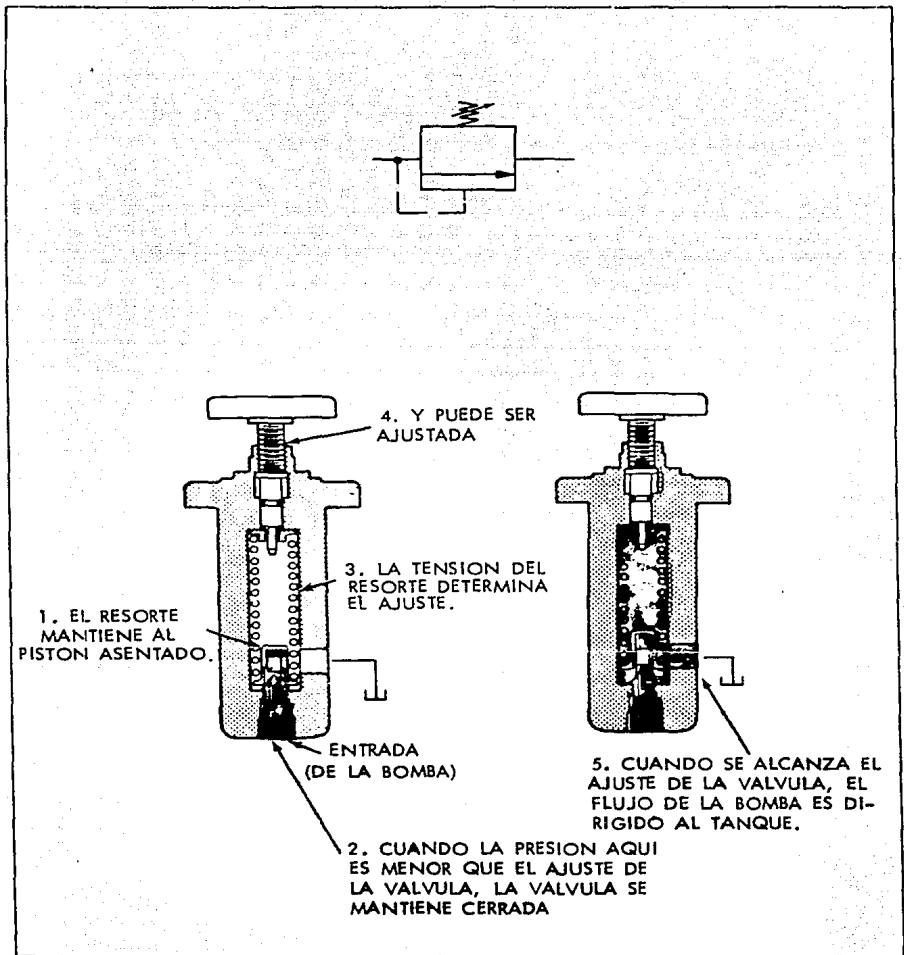


Figura II-C1. Valvula de Alivio.

cuando está "aliviando". Estas desventajas se pueden subsanar bastante en las válvulas de dos pasos.

VALVULA DE ALIVIO COMPUESTA:

Una válvula de alivio compuesta, opera en dos fases. La fase piloto en la parte superior del cuerpo de la válvula que contiene la válvula que limita la presión y un cabezal móvil que es mantenido en su asiento por un resorte ajustable.

Las conexiones de los orificios se hacen a la parte inferior del cuerpo y las desviaciones del volumen de flujo-completo, las hace el pistón balanceado en el cuerpo inferior (fig. II.C2) La presión en el orificio de entrada que actúa debajo del pistón, es también sentida en la punta por medio de un orificio maquinado a través de un espacio grande. En cualquier presión menor a la ajustada, el pistón es mantenido en su asiento por un resorte ligero. Cuando la presión alcanza el ajuste del resorte ajustable, el cabezal móvil es desasentado limitando así, la presión en la cámara superior.

El flujo que es restringido a través del orificio dentro de la cámara superior, da como resultado un aumento de presión en la cámara inferior. Esto desbalancea las fuerzas hidráulicas y tiende a levantar el pistón de su asiento. Cuando la diferencia de presión entre, las cámaras superior e inferior, es suficiente para exceder la fuerza del resorte ligero (aprox. 20 PSI) el pistón grande se desasienta, permitiendo así, que el flujo vaya directo al tanque. Este tipo de válvulas pueden ser controladas a distancia por medio de un orificio de venteo.

VALVULAS DE SECUENCIA:

Es una válvula normalmente cerrada, que se abre al sistema secundario sólo cuando una presión prejustada se logra en el primer sistema. La presión en el primer sistema se mantiene después de que la válvula hace "secuencia".

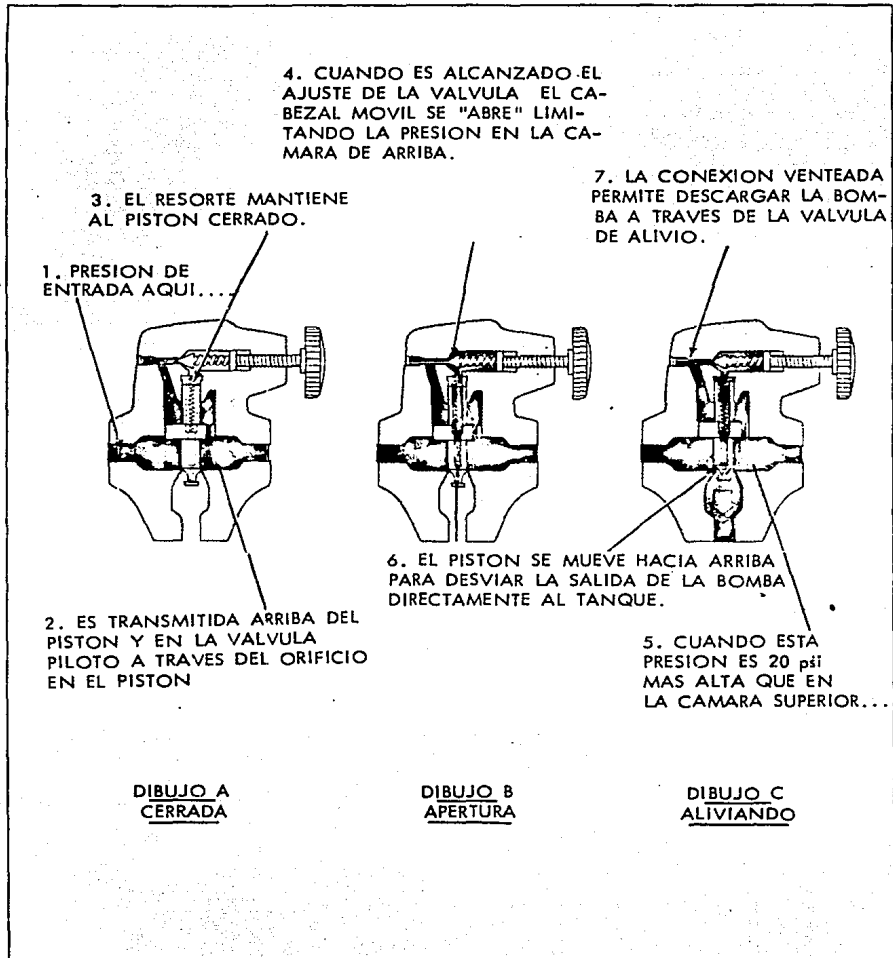


Figura II-C2. Funcionamiento de la Válvula de Alivio de Pistón Balanceado.

La (fig. II.C3) es una representación esquemática de una válvula de secuencia, el pistón se carga por medio de un resorte ajustable, el cual ajusta la secuencia de la presión. Mientras no se alcanza esta presión, el pistón obstaculiza el flujo desde el primer orificio hasta el segundo. (Vista - A II.C3).

Cuando la presión bajo el pistón se eleva al ajuste del resorte (Vista B) el pistón es empujado hacia arriba y la válvula funciona en su condición balanceada. La presión se mantiene en el primer sistema y el flujo se mueve al segundo sistema.

VALVULA DE CONTRABALANCE:

La válvula de la (fig. II.C4), es una válvula de control de presión de tipo de acción-directa de carrete deslizante. También puede construirse con una válvula check integral para permitir flujo de regreso. Una válvula de - contrabalance se usa para mantener el control sobre un cilindro vertical, para que éste no caiga libremente a causa de la fuerza de gravedad (fig. II.C5)

El orificio principal de la válvula está conectado al orificio inferior del cilindro y el segundo orificio a la válvula direccional. El ajuste de - la presión es un poco más alto del que se necesita para detener la carga, para que no se caiga.

Cuando el abastecimiento de la bomba es dirigido a la parte superior del cilindro, el pistón del cilindro es forzada hacia abajo creando presión en el orificio principal para aumentar y levantar el carrete, abriendo así un pasaje de flujo para descargar a través del segundo orificio a la válvula direccional y subsecuentemente al tanque. En casos en donde se desea el quitar presión de refuerzo al cilindro y aumentar la fuerza potencial a la parte abajo de la carrera, ésta válvula también puede ser operada a distancia. Cuando se está levantando el cilindro (Vista b II.C5) la válvula check integral se abre para que pase flujo libre para regresar el cilindro.

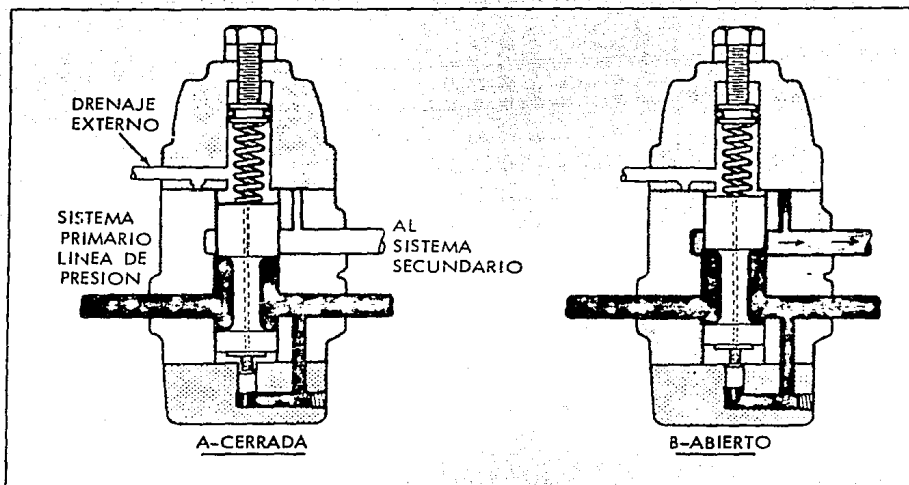


Figura II-C5. Representación Esquemática de una Válvula de Secuencia.

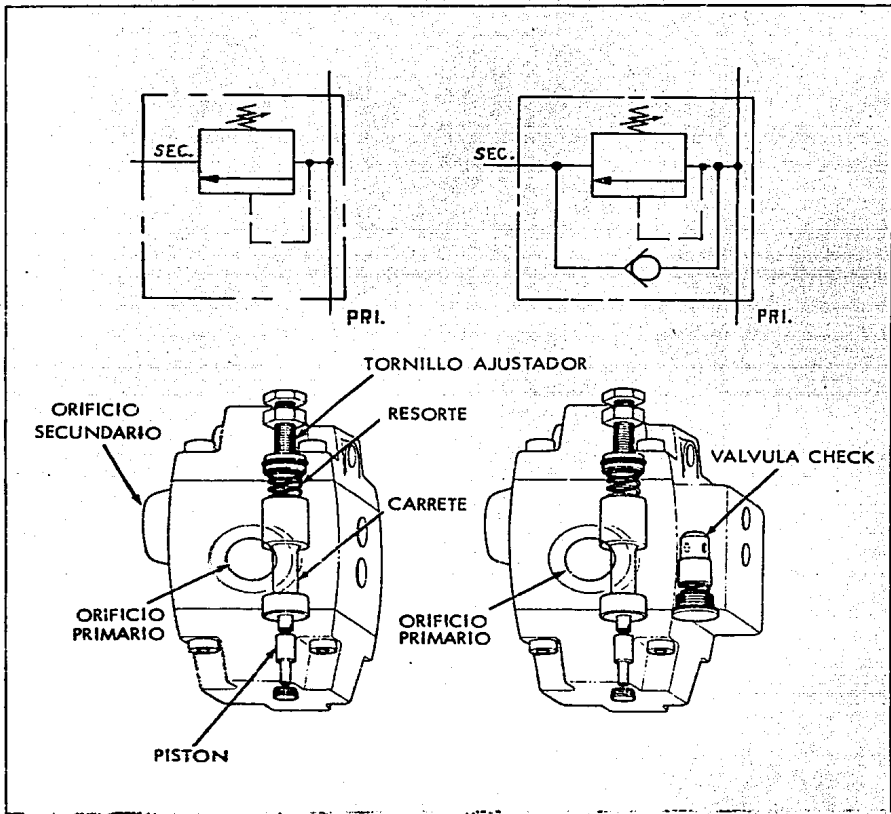


Figura II-C-1. Válvula de Control de Presión de Tipo Acción Directa.

VALVULA FRENADORA:

La válvula frenadora se usa en la línea de salida de un motor hidráulico para: (1) Evitar sobrevelocidad cuando una carga corra en contra del eje del motor y (2) para evitar que se cree exceso de presión cuando se desacelere o pare la carga.

Una válvula de freno, tiene un carrete sólido (sin agujero de drenaje a través del control) y hay una conexión de presión operante a distancia en la cubierta de abajo directamente abajo del carrete (fig. II.C6). Esta conexión es entubada en la línea de abastecimiento del motor. La conexión de control interna también se usa abajo del pequeño pistón y siente la presión del orificio principal, el cuál está conectada al orificio de salida del motor. Cuando se acelera la carga, la presión está en su máximo en la entrada del motor y abajo del área grande del carrete de la válvula de freno manteniendo a ésta en la posición de completamente abierta dejando pasar flujo libre del orificio de salida del motor.

Quando el motor aumenta su velocidad, la presión de carga aún detiene a la válvula de freno abierta, a menos que la carga trate de irse. Si esto pasa, la presión se cae en la entrada del motor y en el pasaje de control a distancia (fig. II.C6-B) La fuerza del resorte tiende a cerrar la válvula así -- aumentando la presión de refuerzo. Esto aumenta la presión de la línea de empuje al motor y abajo del pequeño pistón, manteniendo a la válvula en la posición apropiada medidora para así mantener constante la velocidad del motor. Cuando se cambia la válvula direccional a neutral, la inercia causa que el motor siga rotando. Hasta que el motor deja de rotar este funcionará como si fuera una bomba, jalando fluido del depósito a través de una válvula direccional y recirculándola a través de la válvula de freno. Para este entonces, la presión en la salida del motor tratará de pararla y será lo que se requiera -- abajo del pequeño pistón para vencer el ajuste de la válvula de freno.

VALVULAS DE DESCARGA:

Hablando en general, una válvula de descarga es una válvula direccional. Funciona en una o dos diferentes posiciones, abierta o cerrada. La (fig. II.

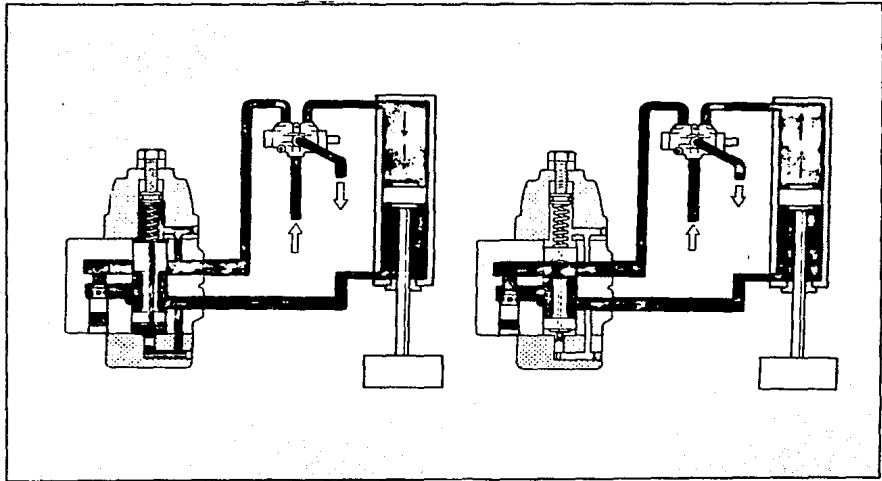


Figura II-C5. Válvula de Contrabalance Controlando un Cilindro Vertical.

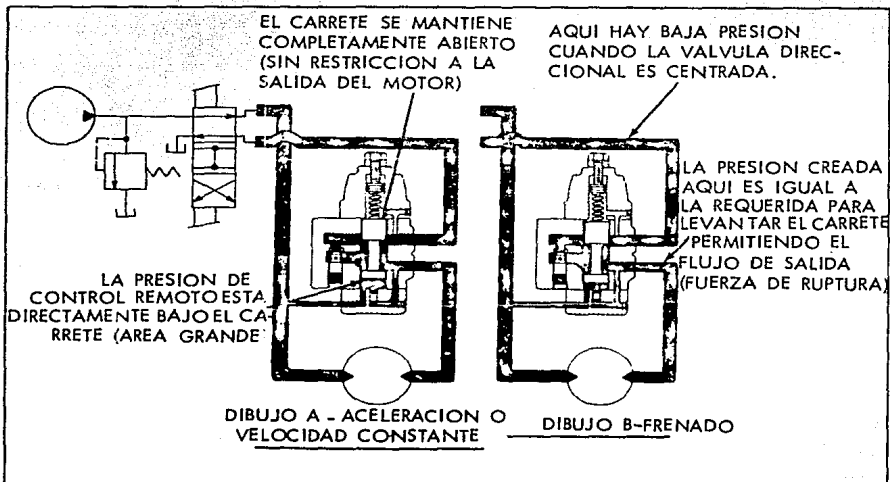


Figura II-C6. Funcionamiento de la Válvula de Freno.

C7) nos muestra una válvula de descarga. La cubierta de abajo se ensambla de modo que obstruye los pasajes de la presión interna operante. Una causa de presión externa es la que se usa para mover el carrete y desviar el abastecimiento de la bomba al segundo orificio. La conexión de drenaje se mantiene interna, ya que el segundo orificio sigue conectado al tanque.

VALVULAS REDUCTORAS DE PRESION:

Las Válvulas reductoras de presión son controles de presión normalmente abiertas usadas para mantener presiones reducidas en ciertas partes del sistema. Estas son actuadas por la presión sentida en la rama del circuito y tienden a cerrarse cuando se alcanza el ajuste de la válvula, así se evitará más aumento. Ambas versiones, la de acción directa o la operada por piloto, están en uso (fig. II.C8)

Las válvulas de acción directa usan un carrete posicionado por resorte para controlar la presión de suministro, si dicha presión es menor que el ajuste de la válvula, el fluido fluirá libremente de la entrada a la salida. Una conexión interna del pasaje de la salida transmitirá la presión de salida al extremo del carrete opuesto al resorte.

Cuando la presión de salida se eleva al ajuste de la válvula (fig. II.C8 B), el carrete se mueve para cerrar parcialmente el orificio de salida. Sólo suficiente flujo pasa a la salida para mantener la presión preajustada. En las válvulas operadas por piloto, la presión operante es ajustada con un resorte ajustable en la fase piloto en la parte superior de la válvula, el carrete de la válvula en el cuerpo de abajo funciona esencialmente de la misma manera que la válvula de acción directa. (fig. II.C9)

Para controlar el flujo de regreso, se debe adicionar a este tipo de válvula, una válvula check.

VALVULA DE ALIVIO DESCARGADORA.

Una válvula de alivio descargadora (fig. II.C10), es la que se usa en --

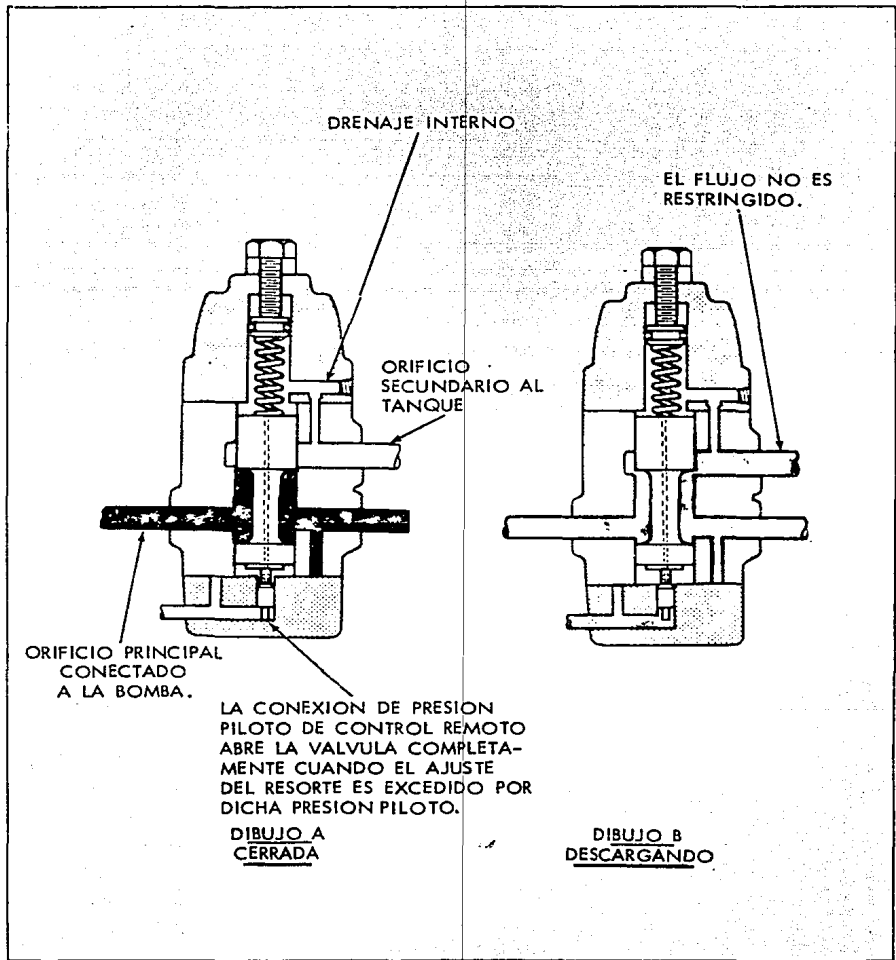


Figura II-C7. Válvula de Descarga.

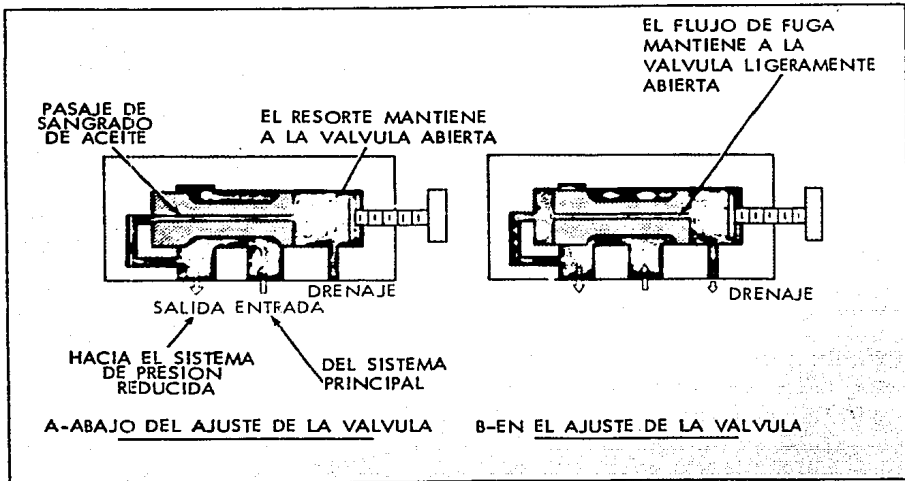


Figura II-C8. Válvula Reductora de Presión.

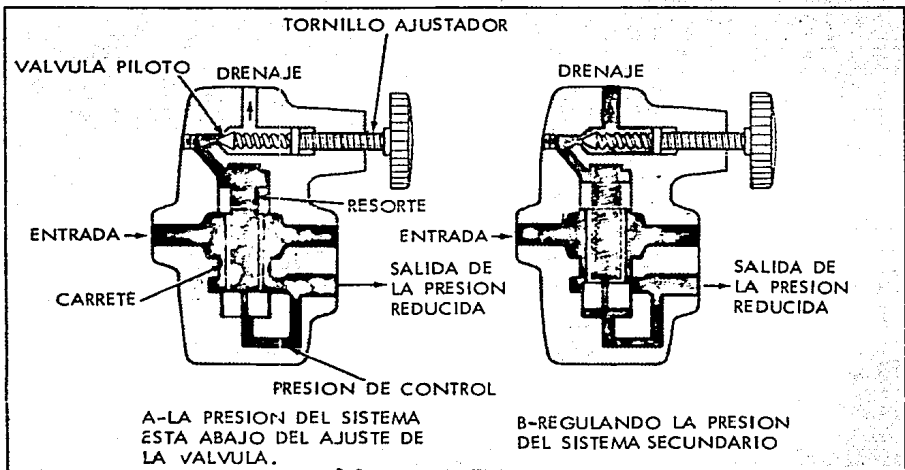


Figura II-C9. Válvula Reductora de Presión Operada por Piloto.

los acumuladores cargadores para (1) limitar la presión máxima y (2) para descargar la bomba cuando la presión del acumulador deseada se alcanza.

En construcción, ésta contiene un compuesto, válvula de alivio de pistón balanceado, una válvula check para evitar el flujo de regreso que viene del acumulador y un émbolo operado por presión, el cuál ventea la válvula de alivio en la presión seleccionada.

La (fig. II.C10 A) muestra la condición del flujo cuando el acumulador se está cargando. El pistón de la válvula de alivio está en balance y se mantiene asentado por un resorte ligero. El flujo pasa a través de la válvula check al acumulador.

En la (fig. II.C10 B), la presión preajustada se ha alcanzado, el cabezal móvil de la válvula de alivio se ha desasentado, limitando así la presión arriba del pistón y al lado del cabezal móvil del émbolo. Más adelante aumenta la presión del sistema actuando en el extremo opuesto del émbolo que ha causado - que force al cabezal móvil a desasentarse completamente y a causa de esto, ventear al válvula de alivio y descargar la bomba. La válvula check se ha cerrado, permitiendo así que el acumulador mantenga la presión en el sistema.

D) CONTROLES DE VOLUMEN

Como mencionamos en el tema de actuadores inciso B de este capítulo, la velocidad de un actuador depende de cuanto aceite se le bombee por unidad de tiempo. Es posible regular el flujo con una bomba de desplazamiento variable, pero en muchos circuitos es más práctico usar una bomba con desplazamiento constante y regular el flujo con una válvula de control de flujo.

CLASIFICACION DE CONTROLES DE VOLUMEN:

Las válvulas de control de flujo están clasificadas de acuerdo con la capacidad de gpm y la presión de operación. Se clasifican como ajustables y no

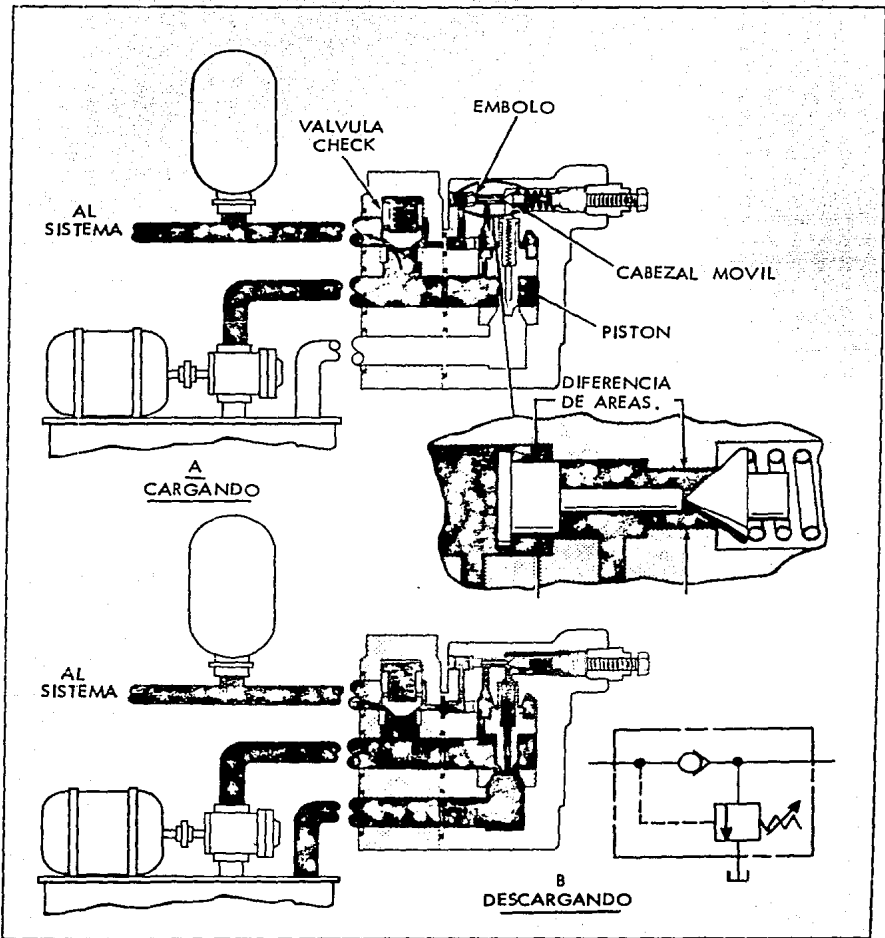


Figura II-C10. Funcionamiento de una Valvula de Alivio y de Descarga.

ajustables. Un orificio, una restricción simple fija, puede funcionar como una válvula de control de flujo. En maquinaria automática, se usan muchas válvulas de control de flujo que no son más que orificios de tamaños fijos.

Una válvula de aguja o una válvula de globo, es una válvula de control de flujo ajustable, aunque de presión no compensada, ya que si la carga cambia, - se provocará un cambio de presión y por lo tanto, un cambio de flujo. Para -- controles más exactos, se utilizan válvulas de presión compensada.

Las válvulas de presión no compensada, se usan donde la presión de la carga permanece relativamente constante y los porcentajes de abastecimiento no -- son muy críticos (fig. II.D1)

Los controles de flujo de presión compensada, están clasificados como tipo restrictor y tipo de desvío. Ambos utilizan un compensador o un hidrostato para mantener una caída de presión constante a través de una estrangulación ajustable.

VALVULAS DE TIPO DESVIO Y RESTRICCIÓN:

EL tipo de desvío se combina con la protección de sobrecarga y el control de presión compensado de flujo (fig. II.D2) tiene un hidrostato completamente cerrado, el cual se abre para desviar el fluido, del exceso del ajuste del estrangulador al tanque. La presión requerida por la carga de trabajo, es sentida en la cámara de arriba del hidrostato y junto con un resorte ligero tiende a mantenerlo cerrado.

La presión en la cámara de abajo del hidrostato, aumenta debido a la restricción del estrangulador y causa que éste se eleve desviando el exceso del - flujo al tanque cuando la diferencia de presión es suficiente para vencer al - resorte.

Esta diferencia, normalmente de 20 psi, se mantiene a través del estrangulador dando así, un fluido constante sin importar la carga de trabajo. Se pro

tege en contra de la sobrecarga con un cabezal móvil cargado con resorte ajustable, el cuál limita la presión máxima arriba del hidrostato, haciendo que -- funcione como una válvula de alivio compuesta cuando excede la carga de trabajo, su ajuste.

El control de flujo tipo restricción, también mantiene una diferencia --- constante de 20 psi, a través de un estrangulador por medio de un hidrostato - (fig. II.D3). En esta válvula el hidrostato está normalmente abierto y tiende a cerrarse, obstruyendo todo el flujo excesivo del ajuste del estrangulador.

A causa de su tendencia a cerrarse cuando el flujo trata de exceder el ajuste del estrangulador, las válvulas de tipo de restricción pueden ser usadas en los circuitos de medido a la entrada, medidos a la salida y sangrados (de - los cuales hablaremos en el capítulo siguiente).

Para obtener flujo libre para una carrera rápida de regreso, se coloca en las líneas del cilindro, una válvula check integral (fig. II.D4).

VALVULA DE CONTROL DE FLUJO COMPENSADORA DE TEMPERATURA.

El flujo que pasa a través de una válvula de control de flujo de presión compensada, está sujeto a cambiar con las variaciones de la temperatura del aceite. Un diseño de compensación de temperatura de esta válvula usa la expansión de metal por calor para hacer el tamaño del orificio más pequeño, según - se va calentando el aceite. Esto evita el porcentaje del flujo que aumenta -- cuando el aceite es más delgado y consecuentemente fluye más fácilmente.

Este diseño también se puede conseguir con una válvula check de flujo libre de reversa (fig. II.D5).

E) CONTROLES DIRECCIONALES

La mayoría de las válvulas direccionales industriales tienen posiciones limitadas. Esto es, que controlan a donde va el aceite al abrir y cerrar pasos en válvulas de posiciones definidas.

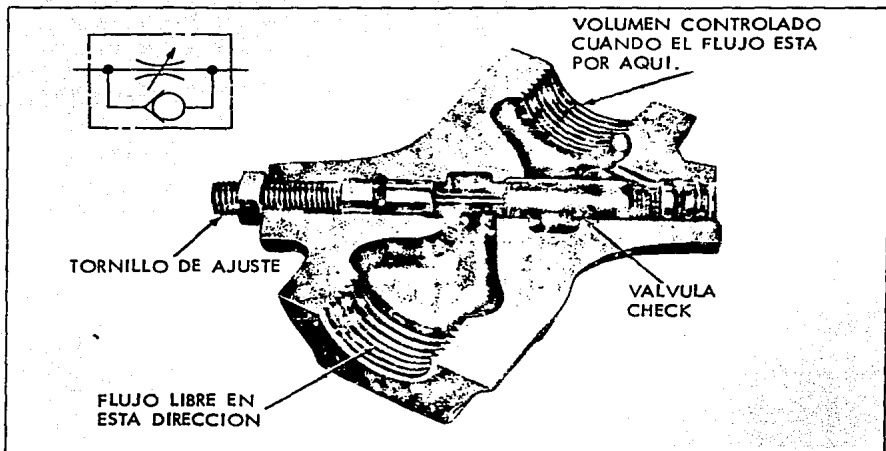


Figura 11-D1. Válvula de Control de Flujo sin Presión Compensada.

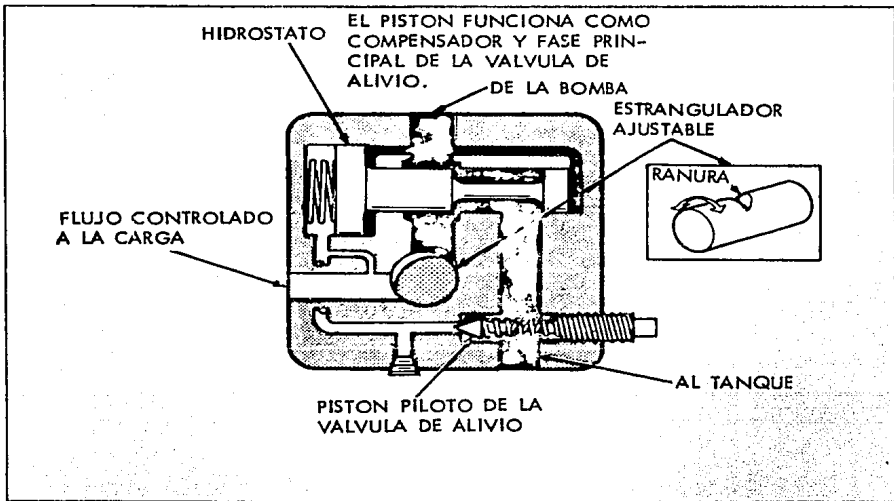


Figura II-D2. Válvula de Tipo Desvio.

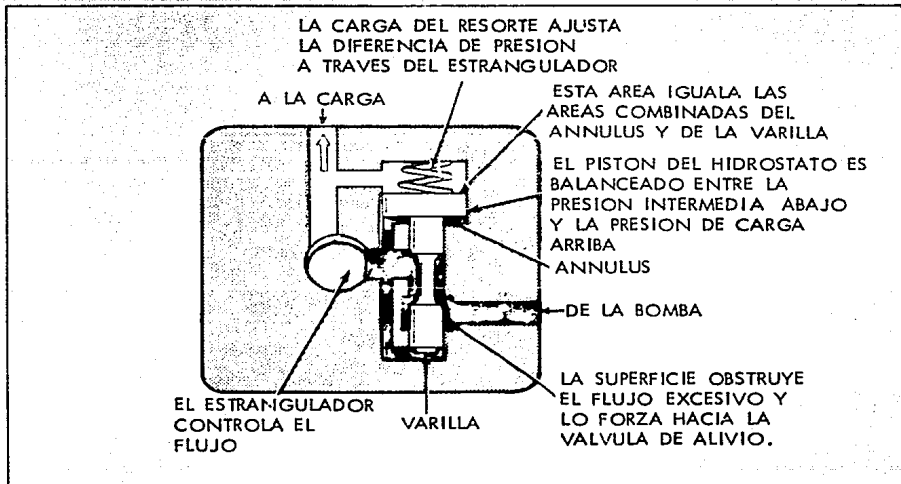


Figura II-D3. Control de Flujo Tipo Restricción con Presión Compensada.

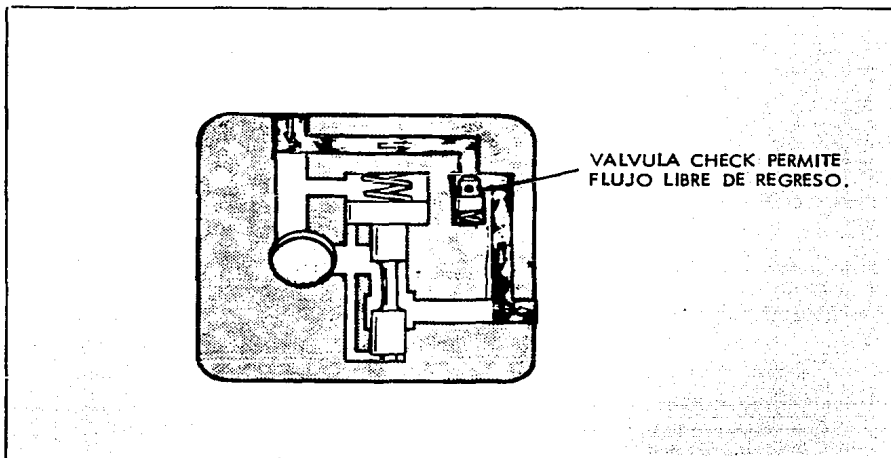


Figura 11-04. Control de Flujo con Válvula Check Integrada.

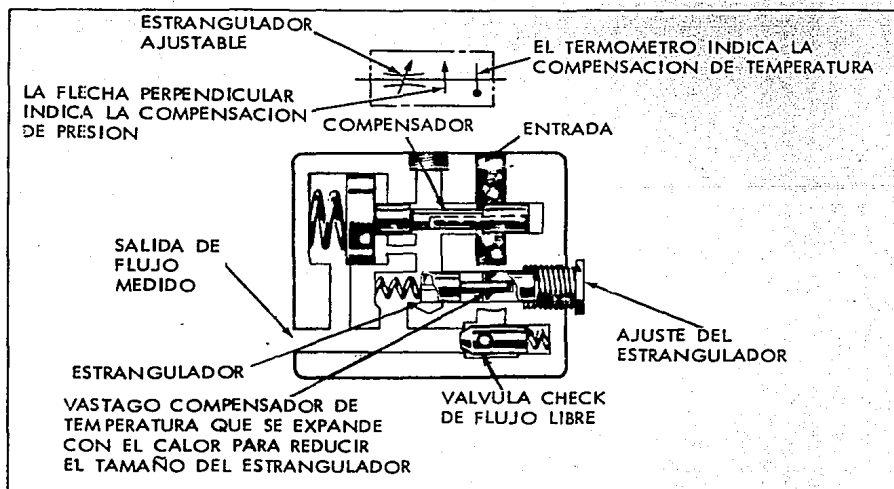


Figura 11-05. Control de Flujo con Presión y Temperatura Compensadas.

VALVULAS CHECK:

Las válvulas check, pueden funcionar como controles direccionales y de presión en su forma más sencilla, la válvula check no es más que una válvula direccional de un paso (fig. II.E1). Esta permite flujo libre en una dirección y obstruye el paso en la otra dirección.

Las válvulas check, las podemos conseguir en línea o en ángulo recto. Las válvulas en línea se llaman así, porque están conectadas a una línea y el aceite fluye derecho a través de ellas (fig. II.E2)

Las válvulas check en ángulo recto reciben ese nombre por el ángulo que se forma entre el paso de flujo al cabezal móvil y el paso que desvía el fluido del cabezal móvil (fig. II.E3)

VALVULAS CHECK PILOTEADAS:

Las válvulas check piloteadas se diseñan para que permitan que fluya libremente el fluido en una dirección y que obstruyan el flujo de regreso, hasta que se abran por medio de una señal por presión (pilot). Se usan en las prensas hidráulicas como válvulas prellenadoras, para permitir que el principal ariete hidráulico se llene por gravedad durante el "rápido acercamiento" de la carrera.

También se usan para detener pistones verticales, los cuáles de otro modo se resbalarían, hacia abajo por el paso de fuga que tiene el carrete direccional de la válvula.

Existen dos diseños de la válvula check de funcionamiento piloto. La diferencia básica de funcionamiento entre estas dos válvulas es la siguiente: En el primer tipo (fig. II.E4), la presión en la cámara de entrada acciona en contra del pistón piloto para que resista el funcionamiento piloto.

Esta válvula se usa en aplicaciones en donde el orificio de entrada es-

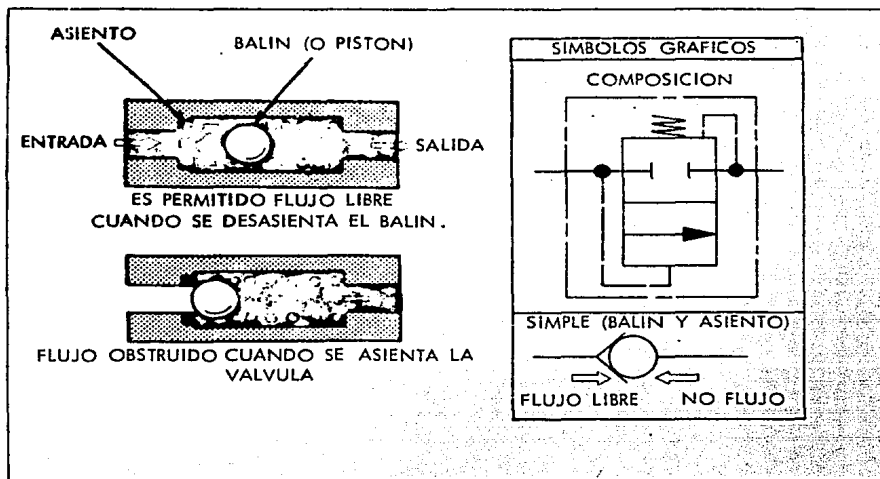


Figura II-E1. Válvula Check de una Vía.

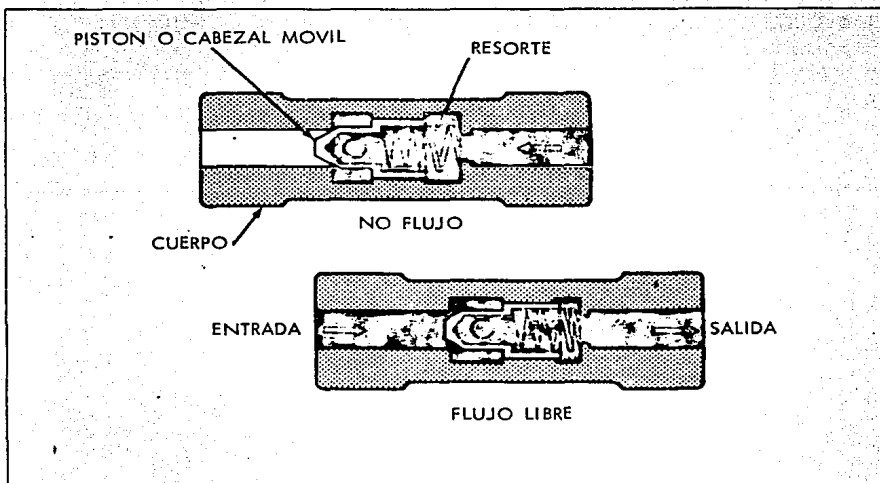


Figura II-E2. Funcionamiento de la Válvula Check en Línea.

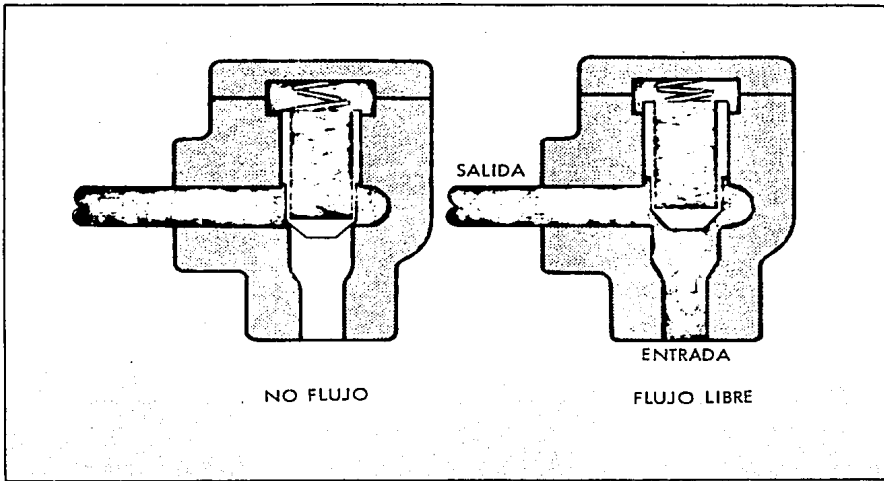


Figura II-E3. Válvula Check en Angulo Recto.

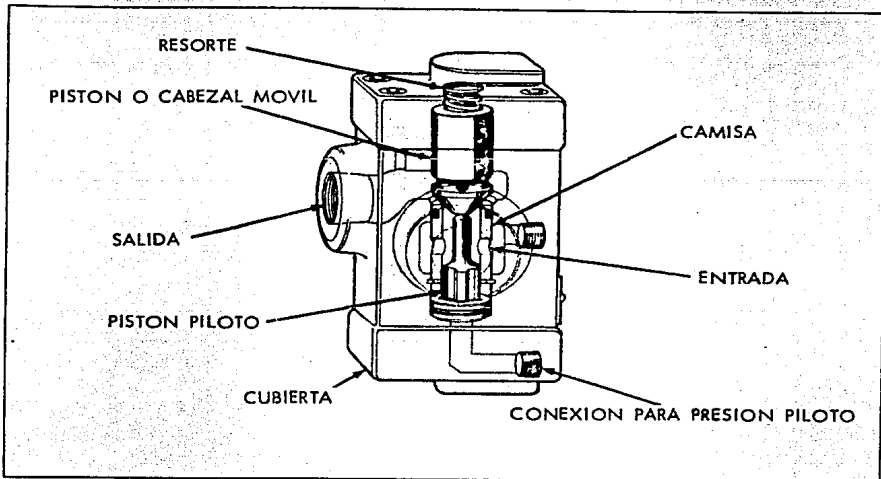


Figura II-4. Válvula Check de Funcionamiento Piloto.

tá conectado al tanque durante el flujo de regreso. Las aplicaciones típicas son bloquear el flujo alrededor de la válvula de control de volumen durante el ciclo de abastecimiento o evitar que un cilindro se resbale por la fuga de una válvula direccional.

El segundo tipo de válvula (fig. II.E5), se usa efectivamente en donde se requiere obstaculizar intermitentemente el flujo que viene de un acumulador. Esta permite flujo libre al acumular y puede ser fácilmente actuada por el piloto para permitir al acumulador descargar aún cuando haya presión en ambos orificios.

VALVULAS DE DOS VIAS Y DE CUATRO VIAS:

La función básica de las válvulas de dos vías y de cuatro vías, es el dirigir el flujo de la entrada, a cualquiera de los orificios de salida. Estas válvulas cuentan con cuatro orificios: P-bomba (o presión), T-tanque y los orificios A y B. En la válvula de cuatro vías el orificio alternador está abierto al orificio del tanque permitiendo que el flujo de regreso llegue al depósito. En la válvula de dos vías, el orificio alternador está obstruido y el orificio del tanque sirve sólo para las fugas que se drenarán dentro de la válvula (fig. II.E6). La mayoría de las válvulas, son del tipo de carrete -- deslizante, aunque hay válvulas rotatorias, las cuáles se usan principalmente para control piloto (fig. II.E7). Se hacen en dos posiciones o tres posiciones. La válvula de tres posiciones, tiene una posición neutral o de centro, en este diseño se incorporan resortes o retenes para detener la válvula centrada. Los métodos para actuar las incluyen palancas manuales, levas o uniones mecánicas, resortes, presión piloto, presión de aire en contra del pistón en cualquier extremo del carrete de la válvula o por medio de un solenoide, -- siendo éste un método muy común para accionar un pequeño carrete de válvula (fig. II.E8), donde energía eléctrica aplicada al espiral del solenoide crea un campo magnético, que empuja la armadura dentro del espiral. El movimiento de la armadura se transmite por medio de un vástago de empuje, el cuál mueve el carrete.

En las válvulas grandes, la fuerza requerida para mover el carrete, es -

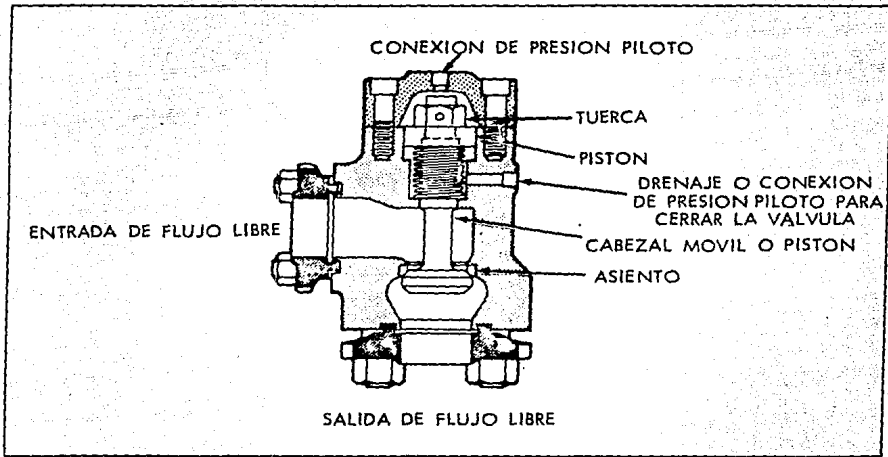


Figura 11-E5. Válvula Check de Funcionamiento Piloto.

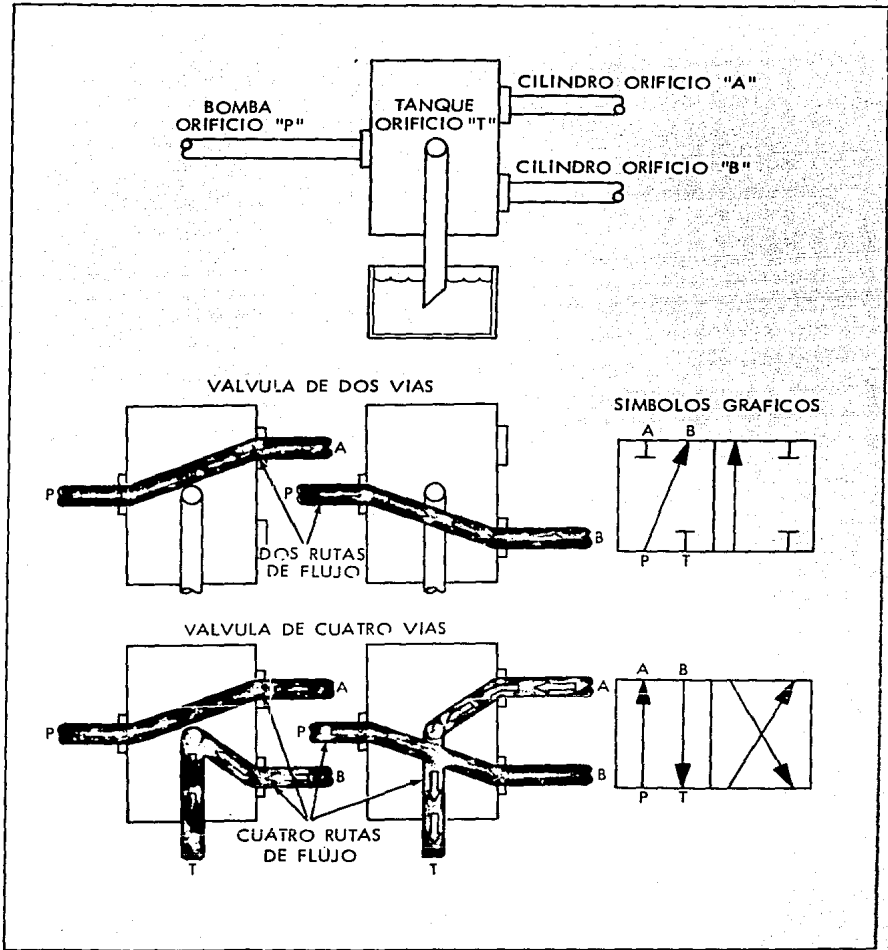


Figura II-E6. Rutas de Flujo en Válvulas de 2 y 4 Vías.

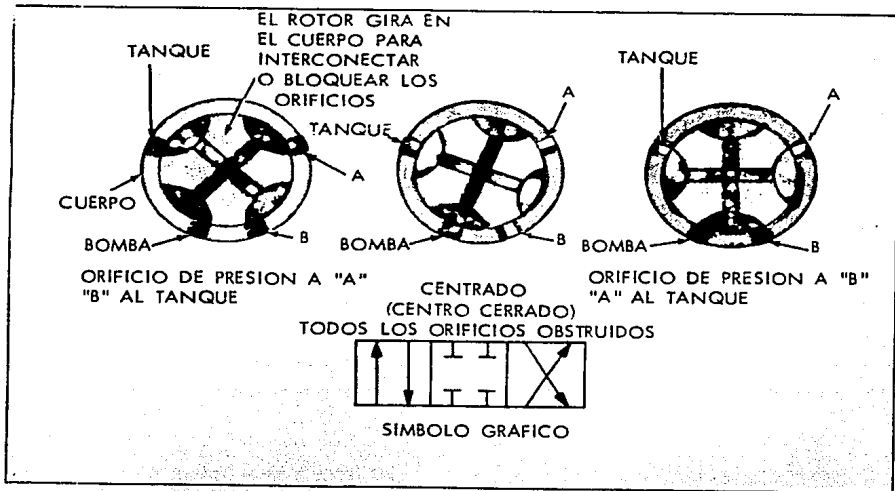


Figura II-E7. Válvula Rotatoria de 4 Vías.

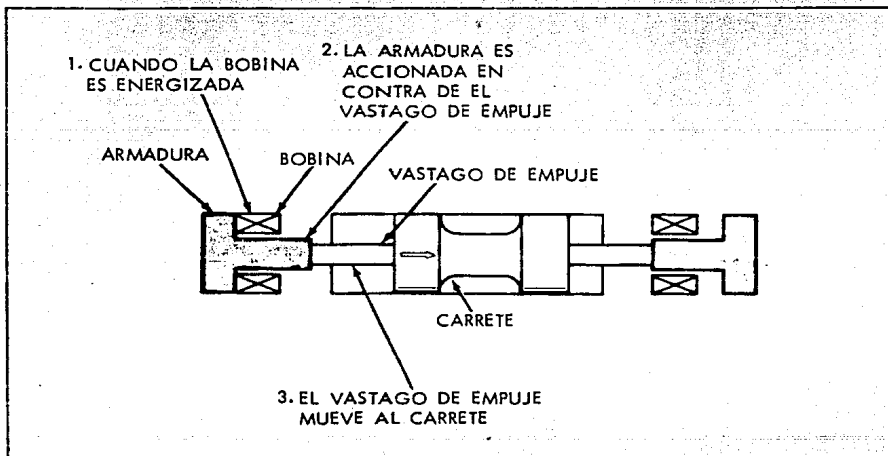


Figura II-E8. Accionamiento del Carrete por Medio del Solenoide.

mayor que la que puede proporcionar un solenoide, es por eso que en esos casos se utiliza presión de la línea (presión piloto) que actúa en contra de cualquier extremo del carrete. La presión piloto es controlada por medio de una válvula de cuatro vías más pequeña, denominada válvula piloto (fig. II. E7).

VALVULAS "CENTRADAS POR RESORTE", "POSICIONADAS POR RESORTE" Y "SIN RESORTE".

Cuando sobre la válvula no actúa ninguna señal de control, es necesario utilizar resortes para regresar el carrete a su posición normal. Las válvulas centradas por resorte, son puestas en su posición central por medio de la fuerza de un resorte.

Las válvulas posicionadas por resorte, son válvulas de dos posiciones regresadas a una posición extrema por el resorte en cuanto se suelta el esfuerzo actuante.

Las válvulas sin resorte, deben ser actuadas completamente por un control extremo y puede "flotar" entre dos posiciones cuando se suelta el control, a menos que sea detenido por retenes o pasos de fricción. Por esta razón, es buena la práctica de mantener control sobre la válvula mientras hace el ciclo.

La mayoría de las válvulas de tres posiciones, se pueden conseguir con una variedad de carretes intercambiables. Todos los carretes de cuatro pasos tienen posiciones idénticas en las posiciones extremas, pero con condiciones diferentes al centrarlos. Existen varias condiciones de carrete centrado, las cuáles se muestran en la (fig. II.E9).

F) TUBERIA Y ACCESORIOS

TUBERIA

Tubería es el término general que abarca las varias clases de líneas conductoras que llevan el fluido entre los componentes, más los ajustes y conectores usados entre los conductores. Existen 3 tipos principales de líneas conductoras: Tubería de acero, Tubing de acero y Manguera flexible.

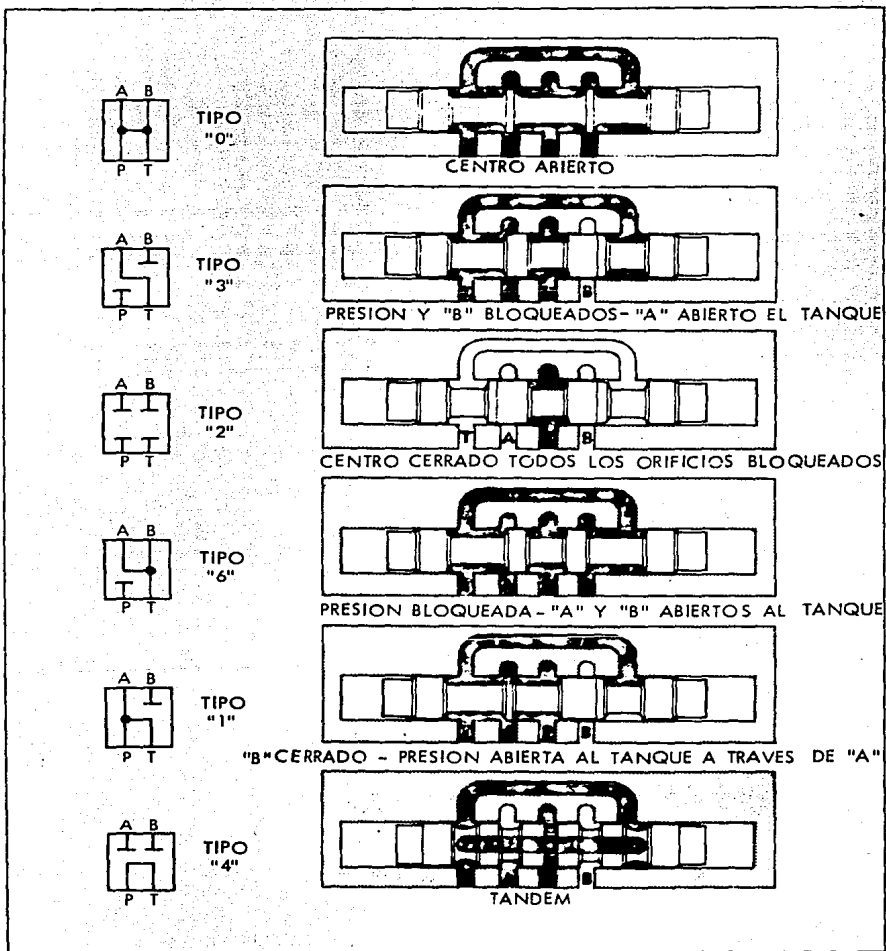


Figura II-E9. Diferentes Tipo de Centro para las Válvulas de 3 Vías.

La tubería de acero y sus condiciones son clasificados por su tamaño nominal y el espesor de la pared. El tamaño nominal indica solamente el tamaño de la rosca para la conexión.

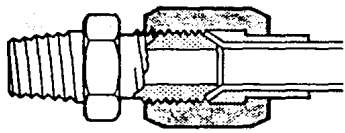
Normalmente, el grosor de la pared se expresa como número de la cédula. Los números de la cédula son especificados por Instituto Nacional Americano - de Estandar (ANSI) de 10 a 160, que abarcan 10 juegos de grueso de pared, -- siendo más gruesa la pared del tubo entre mayor sea el número de cédula. La rosca de la tubería es usada del lado contrario del tubo. Como el tubo solo puede tener rosca macho y no se dobla, se usan varios tipos de conexiones para hacer uniones y cambiar las direcciones de la tubería (fig. II.F1). La mayoría de las conexiones tienen la rosca hembra para acoplarse con la tubería, aunque algunas tengan la rosca macho para acoplarse otras conexiones o con los orificios de algunos componentes hidráulicos.

El tubing de acero sin costura tiene como ventajas, el que se pueda doblar en cualquier forma, es más fácil de manejar y se puede usar y volver a usar sin problemas de sello. Su desventaja es que es más costoso.

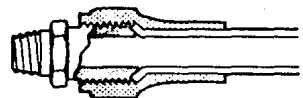
Las especificaciones de los tamaños de los tubos, se refieren al diámetro exterior, hay tubos de 1/16", y aumentan 1/8 de pulgada hasta 1" de diámetro exterior y en aumentos de 1/4" de pulgada a más de una pulgada.

Los tubings utilizan varios tipos de sellos: conexiones acampanadas, conexiones de compresión de manga y O-rings, conectores O-rings de cuerda recta.

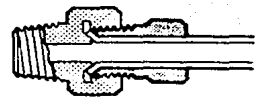
Manguera flexible se usan cuando las líneas hidráulicas están sujetas a movimiento. Se fabrican en capas de hule sintético y trenzado o de alambre que permite usar mayores presiones. La capa interior de la manguera debe ser compatible al aceite que se usa y la exterior se usa normalmente de hule para proteger las capas de trenzas que pueden ser tres o más según la presión de operación.



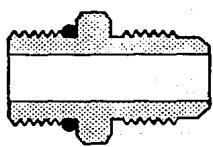
A. AJUSTE ACAMPANADO 37°



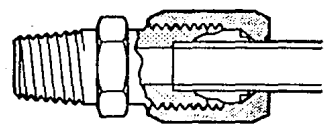
ESTANDARD INVERTIDO



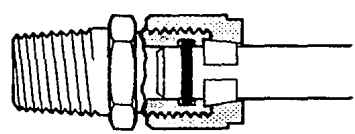
B. AJUSTE ACAMPANADO 45°



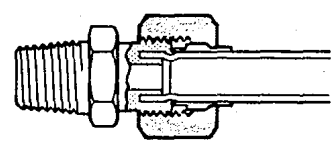
C. CONECTOR ANILLO "O"
DE ROSCA RECTA



D. AJUSTE DE CASQUILLO
DE COMPRESION.



E. AJUSTE DE ANILLO "O"
DE COMPRESION.



F. AJUSTE DE CAMISA
DE COMPRESION.

Figura 11-G1. Tipos de Conectores Roscados.

Las conexiones para las mangueras, esencialmente son las mismas que para la tubería (fig. II.F2). Pero es mejor conectar los extremos de las mangueras con conexiones tipo unión, las cuáles tienen nudos de libre rotación. Una manguera no debe instalarse doblada.

Los estándares de la industria, recomiendan como un factor de seguridad, para evitar que las líneas hidráulicas estallen, de cuando menos 4 a 1 y como máximo de 8 a 1 en la capacidad de presión. El factor de seguridad se obtiene con la fórmula siguiente:

$$FS = \frac{\text{Presión de ruptura por estallido}}{\text{Presión Operante}}$$

SELLOS Y FUGAS

En un circuito hidráulico, el exceso de fugas reduce su eficiencia, pierde potencia o crea un problema de mantenimiento. Existen básicamente dos tipos de fugas: Fugas internas y fugas externas. Las fugas internas, no son una pérdida de fluido, eventualmente el fluido regresa al depósito, ya sea por una línea de drenaje exterior o por medio de un pasaje interior en el componente. Las partes móviles deben ser lubricadas, naturalmente y fugas internas pueden ser diseñadas con el único propósito de lubricar partes.

Cuando la fuga interna es grande, se reduce la eficiencia al hacer más lentamente el trabajo y generar calor. Si la fuga interna es demasiado grande, la eficiencia se pierde y la bomba no funciona en absoluto.

Las fugas externas. En ellas se pierde fluido por lo que son costosas. Estas fugas se deben a mal ajuste de las líneas, a vibraciones o golpes, excesiva presión de operación, contaminación de fluido o daños en los sellos.

Los sellos pueden ser: positivos o negativos, dinámicos o estáticos. Un sello negativo permite una pequeña cantidad de fuga interna. Un sello positivo no permite la más mínima fuga de fluido. Los sellos estáticos solamente -

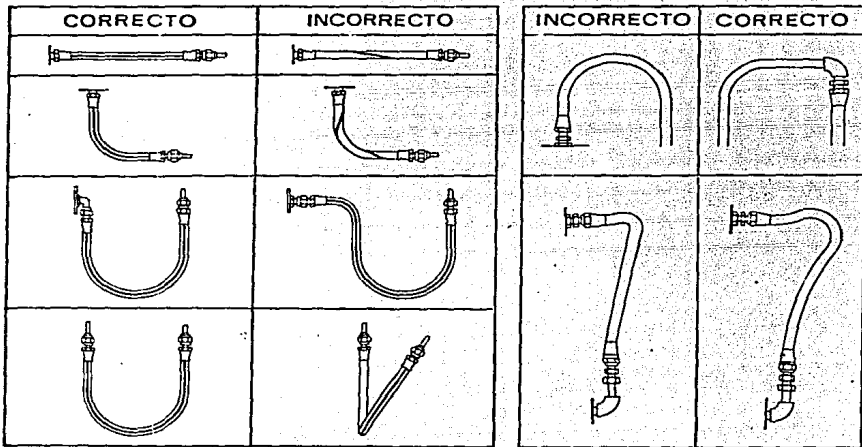
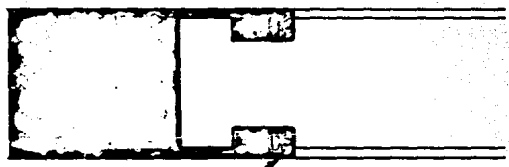
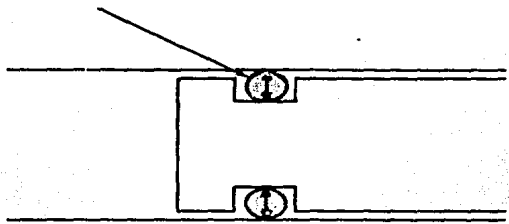


Figura II-G2. Conexiones para Mangueras.

1. EL ANILLO "O" ES INSTALADO EN LA RANURA ANULAR Y SE COMPRIME EN AMBOS DIAMETROS.

NOTA: LOS ESPACIOS ESTAN MUY EXAGERADOS PARA LA EXPLICACION.



2. CUANDO SE APLICA LA PRESION, EL ANILLO "O" ES FORZADO EN CONTRA DE UNA TERCER SUPERFICIE CREANDO EL SELLO POSITIVO.

Figura 11-G3. Sello Tipo "O" Ring.

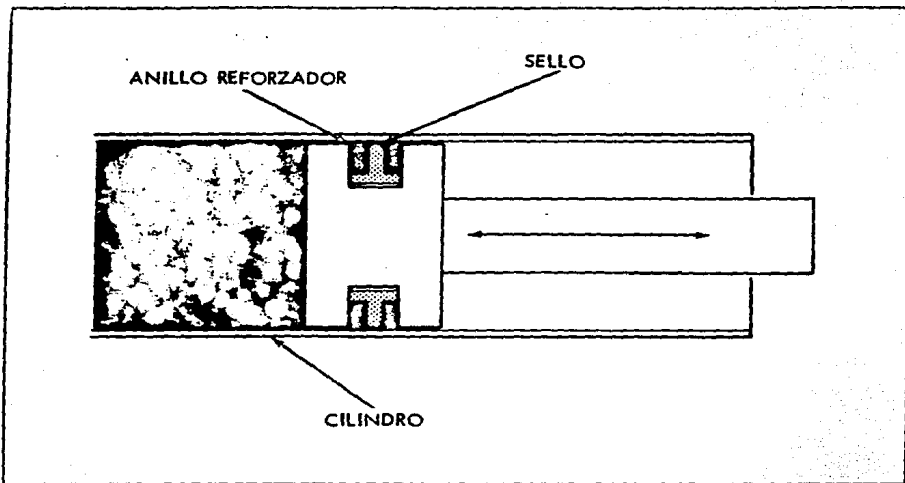


Figura II-G4. Sello Dinámico Tipo "T".

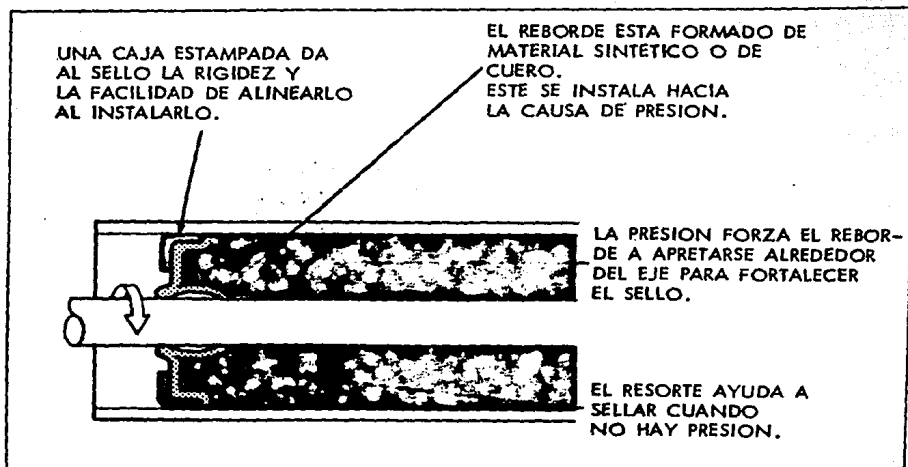


Figura II-G5. Sello de tipo Reborde.

se pueden mover un poco al aplicar o retirar la presión. Están comprimidos entre dos partes rígidas, se usan en aplicaciones sencillas y son esencialmente no desgastables. Los sellos dinámicos se instalan entre las partes que sí se mueven de acuerdo a ellas mismas, por lo tanto, está sujeto al desgaste y su diseño y aplicación es más complicado.

TIPOS DE SELLOS

El sello más común en el uso de equipo hidráulico moderno, es el O-rings. El O-rings es un sello de hule sintético moldeado que tiene una sección transversal redonda en estado libre (fig. II. F3).

Se instala en una ranura anular maquinada en una de las partes a acoplar. Se usan en aplicaciones estáticas y es esencialmente actuado por presión. En presiones altas el sello O-rings se instala con un sello duro en la ranura del O-rings. contraría a la presión.

Los anillos de cuero duro son un aceptable sustituto de los O-rings, son más baratos y tienen las mismas aplicaciones que éstos. Los sellos de anillos T, se usan para sellar los pistones del cilindro, vástagos de los pistones y de otras partes recíprocas. Se hacen de hule sintético moldeado en forma de T y reforzado con anillos de contrasellos en el otro lado. La orilla del sello es redonda y sella como un O-ring. (fig. II. F4). Los sellos de reborde, son sellos dinámicos y positivos de baja presión. Se usan para sellar flechas rotatorias. Se hacen de hule estampado para soporte y aleación en la instalación y la forma de reborde de hule sintético o cuero, la cuál se ajusta a la flecha, se usa un resorte para sostener el reborde en contacto con la flecha (fig. II. F5). El sello de taza es un sello positivo que se usa en pistones de cilindros, es actuado por presión, al forzar hacia afuera el reborde de la taza en contra del cuerpo del cilindro (fig. II. F6). Los anillos de pistón, se fabrican de hierro o acero fundido altamente pulido y a veces cromado, tienen menos resistencia al movimiento y se usan en los pistones del cilindro. (fig. II. F7). Los sellos de compresión fueron de los primeros que se usaron en sistemas hidráulicos y pueden ser dinámicos o estáticos. Son empa-

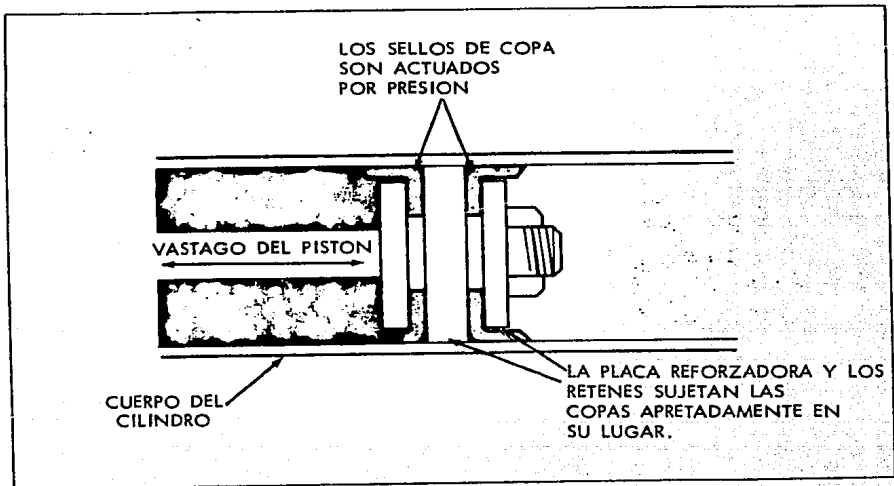


Figura II-G6. Sellos de Tipo Copa ó Taza.

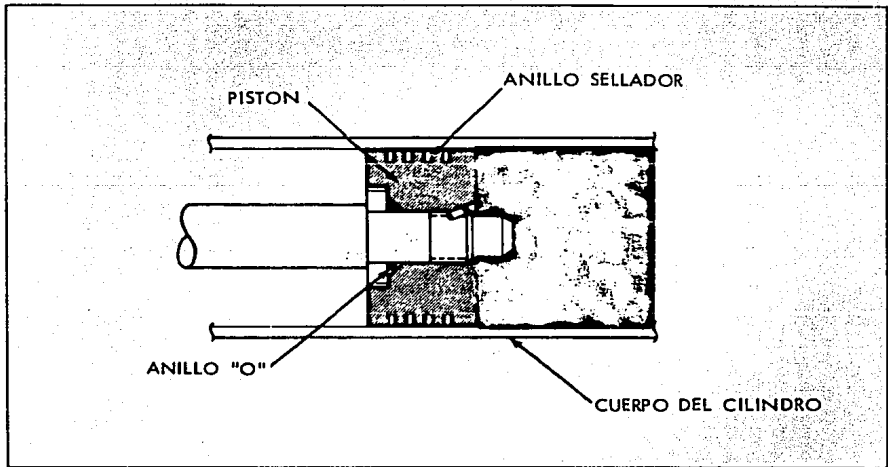


Figura II-G7. Sellos de Metal (Anillos).

ques moldeados o cortados en "U" o "Y" y muchos empaques se usan para sellar mejor. Los sellos de cara se usan en flechas rotatorias que requieren alta presión. El sello se logra cuando las superficies planas están en constante contacto, a menudo carbón y acero (fig. II. F8).

MATERIALES PARA SELLOS

El cuero, corcho o fibras prensadas, son materiales que se usaban en los equipos hidráulicos, hasta que se desarrolló el hule sintético durante la segunda guerra mundial. El hule natural se usa rara vez como material de sello porque se derrite y deteriora al estar en contacto con el aceite. Los hules sintéticos o elastómeros, se pueden hacer de muchos componentes para satisfacer varias condiciones de funcionamiento. La mayoría de los sellos de equipos hidráulicos se hacen de uno de estos elastómeros: Buna-N (Nitrilo). Silicón, Neopreno, Teflón o Butyl.

PREVENCION DE FUGAS

Las 3 consideraciones generales para prevenir las fugas son:

- 1.- Diseños para disminuirlas lo más posible (al montar empaques y retornos).
- 2.- Instalación apropiada.
- 3.- Control de condiciones de funcionamiento. Las condiciones o factores de funcionamiento que pueden ayudar a evitar fugas son:
 - a) Evitar contaminación de todos los componentes del sistema hidráulico.
 - b) Compatibilidad del fluido con los sellos a usar.
 - c) Evitar las temperaturas extremas.
 - d) Vigilar los excesos de presión.
 - e) Instalar los sellos con su lubricación adecuada, nunca se debe instalar u operar un sello en seco.

DEPOSITOS DE ACEITE

Los depósitos de aceite son recipientes que nos van a permitir guardar el

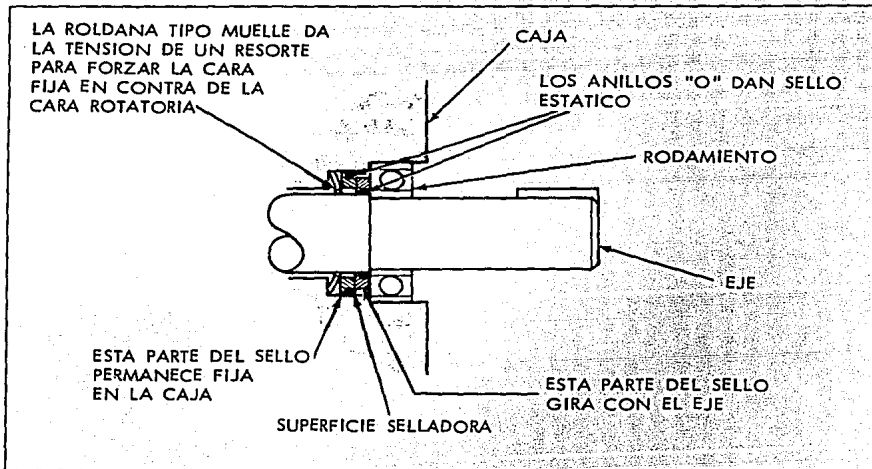


Figura II-G8. Sello de Cara para Alta Presión.

fluído requerido en un sistema de una reserva, mantener el fluído limpio y mantener la temperatura de funcionamiento adecuado (fig. II.69).

El depósito se diseña para darle mantenimiento fácil al fluído, el fondo del tanque es combado y tiene un tapón de drenaje en el fondo para mejor vaciado. El depósito cuenta además con cubiertas removibles; un tubo indicador para nivel de fluído; una malla fina en el llenador para evitar contaminación; - un respirador para permitir entrada y salida de aire; una placa deflectora para separar la línea de entrada de la bomba, de la de regreso y evitar turbulencias, permitir que se asienten materiales extraños en el fondo, y disipar calor. El tamaño del depósito se calcula por la siguiente fórmula.

$$\text{Tamaño del tanque} = \text{Galones de la bomba gpm} \times 2, 6 \text{ gpm} \times 3$$

FILTROS Y COLADORES:

Para mantener el fluído hidráulico limpio, se utilizan dispositivos, tales como filtros y coladores, tapones magnéticos, también se usan para atrapar partículas de hierro y acero que lleva al fluído.

Un filtro es un aparato cuya función es la de retención (por medio de un medio poroso) de contaminantes insolubles de fluído.

Un colador es un filtro tosco. Los filtros se promedian como tamaño de micrón. Un micrón es una millonésima parte de un metro o la 39 millonésima parte de una pulgada. En un sistema, generalmente hay 3 sitios para localizar un filtro: En la entrada, la línea de presión o la línea de regreso. Ambos filtros y coladores se pueden conseguir para líneas de entrada. Los filtros solos se usan generalmente en las otras líneas. Los materiales filtrantes se pueden clasificar en: Filtros Mecánicos, que funcionan atrapando partículas entre coladores o discos de metal tejido muy cerrado. Filtros absorbentes, se usan para los sistemas hidráulicos que requieren una filtración partícula-minuto, se hacen de papel, pulpa de madera, algodón, estambre y celulosa. Filtros o activos, como los de corcho o de tierra fuller, no son muy efectivos, ya que pueden qui-

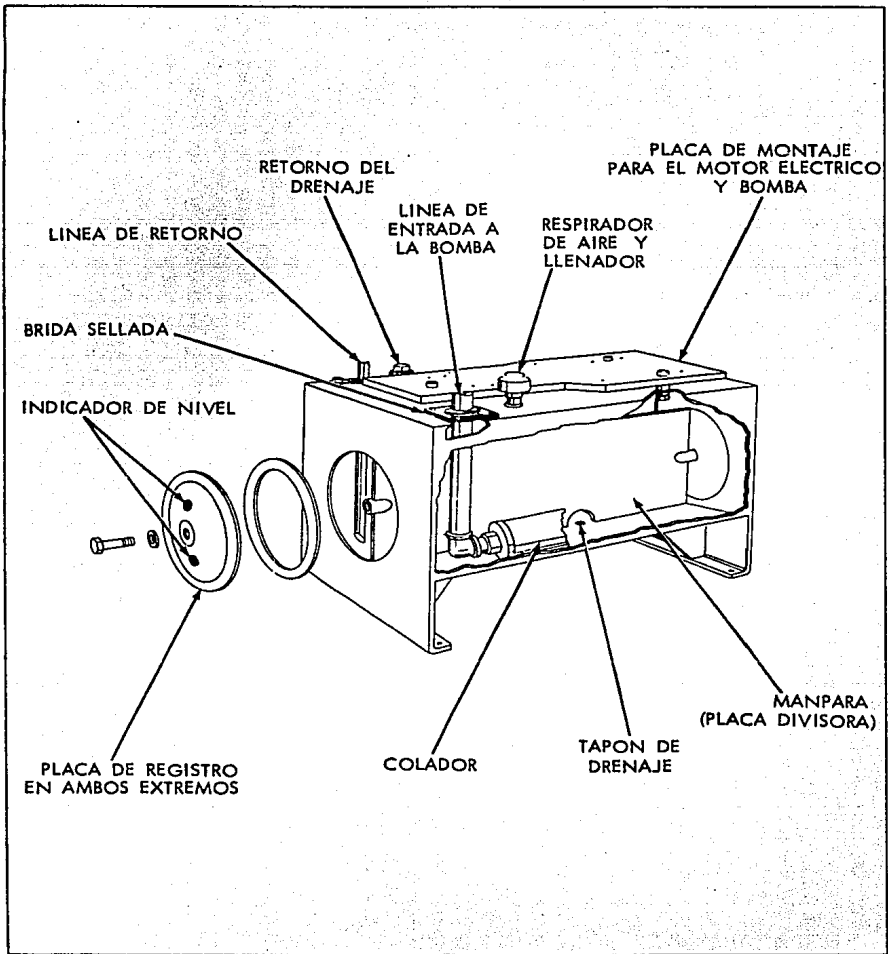


Figura II-G9. Componentes de un Deposito.

tar aditivos esenciales al fluido hidráulico. Otros elementos en un sistema hidráulico, son los intercambiadores de calor que sirven para enfriar el fluido, ya sea por medio de aire o agua.

ACCESORIOS

ACUMULADORES

Los acumuladores son dispositivos que proveen un medio para almacenar fluidos (que son básicamente incompresibles) bajo presión. Existen 3 formas básicas de almacenar un fluido a presión: Comprimiendo un resorte, comprimiendo un gas o levantando un peso.

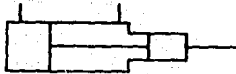
Los acumuladores se pueden aplicar en sistemas donde hay un gran volumen de aceite para efectuar el trabajo, pero éste se efectúa solo intermitentemente durante el ciclo de la máquina. También se aplican acumuladores en donde es necesario mantener una presión durante largos periodos de tiempo o para absorber el golpe o aumento de presión debido al frenado repentino o a la inversión del flujo de aceite. Como precaución, el acumulador debe ser obstruido del circuito o completamente descargado antes de intentar desconectar cualquiera de las líneas hidráulicas. Nunca trate de desensamblar un acumulador sin antes quitar la precarga, ya sean: gas, pesos o resortes.

INTENSIFICADORES

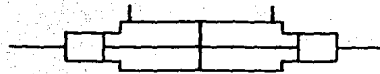
Los intensificadores de presión, son aparatos que nos van a permitir multiplicar la presión. Un intensificador puede desarrollar presiones varias veces más altas que las que puede soportar una bomba, aprovechando una diferencia de áreas. El aumento de presión, es inversamente proporcional a la relación de áreas. Sin embargo, el volumen del fluido descargado a alta presión es inversamente proporcional a la misma relación de áreas. (fig. II.G10)

INTERRUPTORES DE PRESION

Los interruptores de presión se usan para abrir o cerrar circuitos eléc-



SÍMBOLO



SÍMBOLO

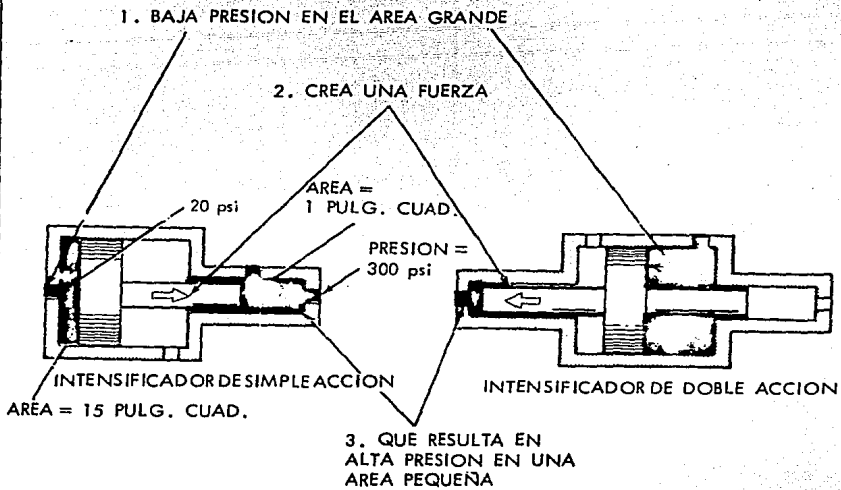


Figura II-G10. Intensificador de Presión.

tricos a presiones preseleccionadas, ya sea para actuar válvulas operadas por solenoides u otros aparatos usados en el sistema (fig. II.G11)

INSTRUMENTOS:

La cantidad de flujo y las mediciones de temperatura y presión, se requieren para evaluar el comportamiento de los componentes hidráulicos. Debido a lo difícil que es instalar un medidor de flujo en el circuito, las medidas de flujo frecuentemente son determinadas al tomarle el tiempo a la carrera o rotación de un actuador. La presión y la temperatura se determinan por medio de manómetros y termómetros.

G) FLUIDOS HIDRÁULICOS

Un sistema hidráulico puede ser perfecto con respecto a su diseño y construcción, pero si el fluido que se emplea no es el apropiado o no se encuentra en condiciones adecuadas, no sólo hará la operación del equipo insatisfactoria, sino que llegará a dañar la unidad. De ahí, la importancia que tiene la adecuada selección del fluido para obtener un buen funcionamiento de los equipos hidráulicos. La formulación y aplicación de los fluidos hidráulicos, constituye una ciencia aparte, que abarca mucho más de lo que se pretende cubrir con esta tesis. En este inciso, se señalarán los factores fundamentales que entran en juego para la elección de un fluido y su utilización adecuada.

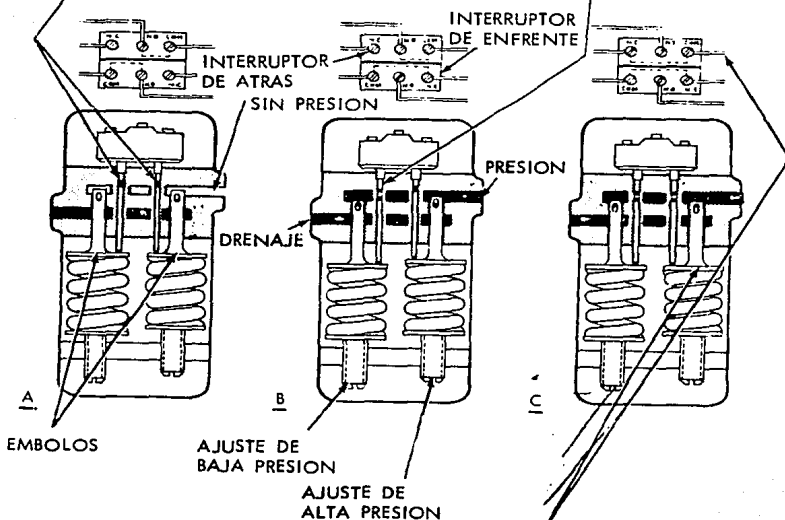
Fluido es aquella sustancia, que debido a su poca cohesión intermolecular, carece de forma propia y adopta la forma del recipiente que la contiene. Sin embargo, en hidráulica, el término fluido se ha generalizado para hacer referencia al líquido que se utiliza como medio de transmisión de potencia.

FUNCIONES PRINCIPALES DE LOS FLUIDOS HIDRÁULICOS

Las funciones del aceite hidráulico, deberán considerarse cuidadosamente, de acuerdo a sus cualidades:

SIN PRESION EN EL ORIFICIO,
 LOS RESORTES ESTAN COMPLETAMENTE
 EXTENDIDOS Y EMPujan A LOS
 VASTAGOS ACTUANDO AL INTERRUPTOR,
 LOS CONTACTOS CERRADOS SE MUESTRAN
 CON LINEAS DISCONTINUAS

EN EL AJUSTE DE BAJA PRESION
 LOS EMBOLOS COMPRIMIRAN AL
 RESORTE PERMITIENDO AL VASTAGO
 QUE EMPUJE QUE SE MUEVA HACIA
 ABAJO Y EL INTERRUPTOR DE ENFRENTE
 SE ABRE COMPLETANDO ASI EL
 CIRCUITO MOSTRADO POR LAS
 LINEAS DISCONTINUAS



EN EL AJUSTE DE ALTA PRESION
 ESTOS EMBOLOS SE MUEVEN HACIA
 ABAJO PARA ABRIR EL INTERRUPTOR
 DE ATRAS COMPLETANDO
 ASI EL CIRCUITO MOSTRADO
 POR LAS LINEAS DISCONTINUAS

Figura II-G11. Operación de un Interruptor de Presión.

- a) Con los elementos del sistema.
- b) Por las condiciones de operación.

Respecto a los elementos del sistema, el fluido hidráulico, deberá tener las siguientes funciones:

1) TRANSMITIR POTENCIA.- Como medio de transmisión de potencia, el líquido debe fluir con facilidad a través de las líneas y orificios de los elementos, la excesiva resistencia al flujo crea pérdidas de potencia considerables. El fluido debe ser tan incompresible como sea posible, a fin de que — cuando se arranque una bomba o se cambie de posición una válvula, la acción — sea instantánea.

2) LUBRICAR LAS PIEZAS MOVILES.- Para hacer mínimo el desgaste de fricción en chumaceras, entre superficies deslizantes de bombas, válvulas, cilindros, etc. En la mayoría de los elementos hidráulicos, la lubricación interna la proporciona el fluido. Los elementos de la bomba y otras piezas sujetas a desgaste, deslizan entre sí con una película de aceite de por medio. A fin de que el elemento tenga una larga duración, el aceite debe contener los aditivos necesarios para garantizar buenas características contra el desgaste. No todos los aceites hidráulicos, contienen dichos aditivos.

3) SELLAR LAS TOLERANCIAS ENTRE UNA Y OTRA PIEZA.- En muchos casos, el fluido es el único sello contra la presión en el interior de un componente hidráulico. Son el estrecho ajuste mecánico y la viscosidad del aceite, los factores que determinan el porcentaje de fuga que existirá.

4) ELIMINAR EL CALOR.- La circulación del aceite a través de las líneas y alrededor de las paredes del depósito, hace que ceda el calor que se genera en el sistema.

Las condiciones de operación que afectan las cualidades iniciales del aceite, así como la vida del mismo, son aquellos que entrañan:

- Calentamiento, agitación y otros factores que aceleran la oxidación — del aceite.
- Contaminación del aceite con mugre, partículas de metal, agua, aire y en algunas ocasiones aceite de corte o los usados para lubricar partes

de la maquinaria. Además de estas funciones primarias, el fluido hidráulico se le puede exigir un gran número de otros requisitos de calidad como son:

- Viscosidad y alto índice de viscosidad.
- Estabilidad química (resistencia a la oxidación y a la formación de sedimentos, gomosidades y barnices).
- Resistencia de película y lubricidad.
- Resistencia a la herrumbre.
- Resistencia a la espumación.
- Facilidad de separación del agua.
- Compatibilidad con sellos y empaques.

Estos requisitos de calidad, son a menudo resultado de composiciones especiales y pueden no estar representes en todos los fluidos.

PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

Los fluidos cuentan con una serie de propiedades que le permiten llevar a cabo sus funciones primarias y cumplir al mismo tiempo con todos o cierta parte de los requisitos de calidad, estas propiedades son:

VISCOSIDAD.- Puede decirse que la viscosidad es la propiedad más importante del aceite desde el punto de vista de su empleo en sistemas hidráulicos industriales. La viscosidad es la medida de la resistencia de un fluido que fluye o bien la medida inversa de su fluidez. Si un líquido fluye con facilidad, su viscosidad es baja. Si el líquido fluye con dificultad, posee una alta viscosidad. Un término común para viscosidad es el "cuerpo", un aceite con alta viscosidad se dice que tiene un "cuerpo pesado", mientras que un aceite de baja viscosidad se dice que tiene un "cuerpo ligero". La viscosidad del aceite varía con la temperatura, aumentando cuando la temperatura disminuye y disminuye cuando la temperatura aumenta.

DEFINICION DE VISCOSIDAD Y UNIDADES DE MEDIDA.- La viscosidad puede definirse como una medida de la resistencia al flujo o fricción interna, más especi

ficamente es la medida de la resistencia que se presenta al mover una capa - de un líquido sobre otra.

El método de laboratorio para medir la viscosidad absoluta, se basa en el principio enunciado anteriormente. La viscosidad POISE se define como la fuerza que se requiere por unidad de área para mover una superficie paralela a una velocidad de un centímetro por segundo, sobre otra superficie paralela separadas por una película de fluido de un centímetro de espesor. Dicho en otras palabras el "poise", es la relación entre el esfuerzo cortante y el -- porcentaje de corte del fluido (fig. II.G).

$$\text{VISCOSIDAD ABSOLUTA} = \frac{\text{Esfuerzo cortante}}{\text{Porcentaje de corte}}$$

$$\text{POISE} = \frac{\text{Dina-segundo}}{\text{Centímetro Cuadrado}}$$

$$\text{CENTIPOISE} = 0.01 \text{ POISE}$$

VISCOSIDAD CINEMATICA.- Al dividir el coeficiente viscosidad absoluta entre la densidad del líquido se obtiene lo que se denomina viscosidad cinemática. En el sistema métrico la unidad de viscosidad se llama STOKE y tiene las unidades de centímetros cuadrados por segundo. A la centésima parte de un STOKE se le llama CENTISTOKE.

$$\text{POISE} = \text{STOKE} \times \text{DENSIDAD}$$

Para la mayor parte de los fines prácticos bastará conocer la viscosidad relativa del fluido. Esta se determina midiendo el tiempo que tarda en fluir una cantidad específica del fluido a través de un orificio standard de dimensiones también específicas a una temperatura establecida.

Dependiendo del viscosímetro que se use, existen otras unidades como: - Saybolt, Universal, Segundos Redwood, Grados Engler, etc. Para fluidos hidráulicos es más común el término Segundos Saybolt, Universal (S.S.U. ó S.U. S. siglas en inglés).

El tiempo que tarda la cantidad medida de líquido en fluir por el orifi

cio se determina mediante un cronómetro. La viscosidad en S.U.S. es igual al tiempo en segundos que transcurre en la operación. Para aplicaciones industriales, las viscosidades del aceite hidráulico generalmente se encuentran al rededor de 150 S.U.S. a 100°F. Como norma general la viscosidad nunca deberá ser inferior a 45. S.U.S. ni mayor de 4000 S.U.S., sin importar cuál sea la temperatura.

NUMEROS SAE.- Los números SAE han sido establecidos por la "Sociedad de Ingenieros Automotrices", a fin de especificar ciertos porcentajes de viscosidad S.U.S. de aceites, a temperaturas de las pruebas SAE. Los números de "invierno" (en inglés Winter), se determinan mediante pruebas a 0°F. Así se tienen: 5W, 10W, 20W. Los números de aceites para verano (20, 30, 40, 50, etc.), designan el porcentaje S.U.S. a 210°F.

INDICE DE VISCOSIDAD.- Es una medida arbitraria de la resistencia de un fluido al cambio de viscosidad con los cambios de temperatura. Se dice que un fluido posee un alto índice de viscosidad (VI) cuando presenta viscosidad relativamente estable a temperaturas extremas. Un fluido que se espesa mucho al enfriarse y se adelgaza en extremo al calentarse, tiene un bajo "VI".

Originalmente, la escala de VI era de 0 a 100 y representaba desde las peores hasta las mejores características VI conocidas hasta entonces. En la actualidad, los aditivos químicos y las técnicas de refinamiento, han aumentado el VI de algunos aceites hasta bastante más de 100. Un alto VI resulta deseable cuando el equipo opera a temperaturas extremas.

PUNTO DE FLUIDEZ.- El punto de fluidez es la temperatura más baja a la que puede fluir el fluido. Esta característica importa en los casos en que el sistema va a quedar expuesto a temperaturas muy bajas. Como regla general el punto de fluidez debe estar 20° abajo de la temperatura más baja que se espera encontrar.

CAPACIDAD DE LUBRICACION.- El desgaste en bombas, cilindros, motores — fluidos y válvulas de control, es causa de aumento en fugas, pérdida y un control menos preciso, por lo que resulta deseable que las piezas móviles de un

sistema hidráulico cuenten con los espacios suficientes como para permitirles desplazarse entre sí con una buena película de aceite de por medio. El uso de un aceite adecuado, nos provee de películas de gran resistencia que no son fácilmente exprimidas o desalojadas. Un aceite lubricante apropiadamente refinado tiene por sí solo un alto valor antidesgaste o resistencia de película. Esta cualidad se presenta en un grado mayor en aceites de alta viscosidad que en los de baja.

Además de la alta resistencia de película, es importante que un fluido hidráulico tenga una buena lubricidad. La lubricidad implica la resistencia al corte de películas muy delgadas; así un aceite que forma películas de baja resistencia al corte, se dice que tiene buena lubricidad.

RESISTENCIA A LA OXIDACION Y A LA CORROSION.- La oxidación es la unión química del hierro (o del acero) con el oxígeno. La corrosión es una reacción química entre un metal y un agente químico que generalmente se trata de un ácido. Los ácidos se forman mediante la unión química del agua con ciertos elementos. La mayor parte de los productos de la oxidación, son solubles en el aceite, ocurriendo nuevas reacciones de estos productos que originan la formación de gomasidades, sedimentos y barnices. Los productos de la primera fase que permanecen en el aceite, son de naturaleza ácida y pueden causar corrosión en todo el sistema, además de aumentar la viscosidad del aceite. Las gomasidades, sedimentos y barnices insolubles obstruyen orificios aumentan el desgaste y hacen que se atasquen las válvulas. En un sistema hidráulico existen siempre catalizadores de la oxidación, es decir agentes que aceleran la oxidación, estos elementos son: el calor, la presión, los contaminantes, el agua, las superficies metálicas y la agitación.

Para protección contra la corrosión y oxidación, es importante mantener los sistemas hidráulicos libres de catalizadores, como esto no siempre es posible, es necesario que el fluido hidráulico cuente con elementos que cumplan esta función.

Las compañías refinadoras incorporan aditivos a los aceites hidráulicos, a fin de que éstos se hagan resistentes a la oxidación, ya que muchos sistemas hidráulicos operan a temperaturas bastante más altas.

Estos aditivos son, o bien:

- Detienen la oxidación inmediatamente después de que comienza, evitando que continúe (el tipo que rompe la cadena).
- Reducen el efecto de los catalizadores (son del tipo que desactiva a los metales).

Los aditivos forman una película sobre la superficie, que resiste su desplazamiento por el agua y por lo tanto, la protegen contra ella. El aditivo deberá ser seleccionado adecuadamente para dar protección sin reducir algunas otras propiedades deseables.

ANTIEMULSIBILIDAD.- El aceite en los sistemas hidráulicos algunas veces está contaminado con agua. Si el aceite no permite que el agua se separe y asiente rápidamente, esto puede intervenir seriamente en las condiciones de operación haciendo que válvulas de control y otras partes delicadamente ajustadas se peguen y aumenten rápidamente su desgaste. Mediante un refinado adecuado, se puede lograr que el aceite hidráulico cuente con un alto grado anti emulsibilidad, es decir, de capacidad para mantener el agua separada.

TIPOS DE FLUIDOS HIDRAULICOS

ACEITE DERIVADO DEL PETROLEO.- El aceite derivado del petróleo es en la actualidad el fluido más usado para sistemas hidráulicos. Las características o propiedades de este tipo de fluidos depende de tres factores:

- 1.- El tipo de petróleo crudo que se utilice.
- 2.- El grado y método de refinamiento.
- 3.- Los aditivos que se usen.

En general, el petróleo posee excelentes cualidades de lubricación. La mayor parte de las propiedades deseables en un fluido, se pueden incorporar - mediante refinamiento o aditivos, si es que no están presentes en el aceite - crudo. Una de las principales desventajas del aceite de petróleo es que es - combustible. Para aplicaciones en las que puede haber riesgo de incendio no es recomendable usar aceite de petróleo, para este fin se dispone de diversos tipos de fluidos resistentes a la combustión.

FLUIDOS RESISTENTES A LA COMBUSTION.- Existen 3 tipos fundamentales de - fluidos resistentes a la combustión.

- 1.- Glicol-agua.
- 2.- Emulsiones de agua y aceite.
- 3.- Sintéticos.

Fluidos Glicol-agua. Están compuestos de 35 a 40% de agua que proporcio na resistencia a la combustión: un glicol (sustancia química de la misma fami lia que los anticongelantes permanentes como el etileno) y un espesador solu ble en agua para mejorar la viscosidad.

Entre las características de los fluidos glicol-agua, están: El fluido posee una alta gravedad específica, que puede crear un vacío más alto en la - entrada de la bomba, reacciona con metales como Zinc, Cadmiun y el Magnesio, pierde propiedades por evaporación del agua, el costo es mayor que el de los aceites convencionales.

Emulsiones de agua y aceite.- Además del agua y aceite, estas mezclas - contienen emulsificadores, estabilizadores y otros aditivos que mantienen uni dos a los 2 líquidos.

Características.- Sus temperaturas de operación deben ser bajas para e- vitar la evaporación y la oxidación, alta densidad y alta viscosidad.

FLUIDOS SINTETICOS.- Son productos químicos sintetizados en el laborato- rio de los cuáles los más comunes son:

- 1.- Los ésteres de fosfato.
- 2.- Los hidrocarburos clorinados (halogenados).
- 3.- Los fluídos de base sintética que son mezclas de 1 y 2 y pueden contener además otros materiales.

Características.- Funcionan bien a altas y bajas temperaturas, son adecuadas para sistemas de alta presión, poseen mayor gravedad específica que -- cualquier otro fluído, índice de viscosidad generalmente bajo: son probablemente los más caros de todos los fluídos hidráulicos. No son compatibles con los sellos comúnmente usados de Nitrilo (Buna) y Neopreno.

C A P I T U L O I I I

CRITERIOS DE DISEÑO

Una vez estudiados los componentes de un sistema hidráulico, podemos afirmar que un circuito hidráulico simple o complicado, constará esencialmente de las partes siguientes:

- Un recipiente o depósito de fluido (tanque)
- Un elemento de entrada que impulse el fluido (bomba accionada manualmente o con un motor).
- Conductos por donde pueda circular el fluido (tubería, manguera o pasajes interconectados en placas de montaje).
- Elementos de regulación y control de flujo, presión y temperatura (válvulas).
- Un actuador de salida (cilindros o motores).
- Fluido motor (aceite hidráulico)
- Y algunos accesorios (dependiendo del tipo de sistema: filtros, enfriadores, acumuladores, aparatos de medición, etc.)

Todas estas partes forman en conjunto un sistema hidráulico, ahora bien, estos elementos deberán adaptarse a las circunstancias especiales que determinan el tipo de sistema que se vaya a diseñar. Es decir, estos elementos deberán armarse de forma que efectúen un trabajo específico, un peso que levantar, una cabeza de herramienta que girar, una pieza que deba ser prensada, etc.

Para este fin, se siguen criterios ya establecidos que nos ayudan en la tarea de diseño. En este capítulo, estudiaremos algunos criterios generales de diseños que nos pueden ayudar a solucionar problemas específicos en la planeación de una gran cantidad de sistemas hidráulicos.

A) Sistemas Meter-in y Meter-out.

La velocidad de un cilindro hidráulico abastecido por una bomba de desplazamiento positivo, puede ser regulado midiendo el flujo a la entrada o salida del cilindro. Estos tipos de controles de flujo, reciben el nombre de Meter-in (medidor de entrada) y Meter-out (medidor de salida). El circuito Meter-out se prefiere en la mayoría de los casos, excepto donde la acción de presión más allá del control de fuerza interfiere con la operación de una válvula de secuencia, un switch o un aparato similar. En este tipo de circuitos, se utilizan válvulas de control de flujo, que pueden ser cualquier tipo de válvula -

de estrangulación con o sin válvula check de retorno y con o sin presión compensada. Controles de velocidad en serie pueden ser instalados en posiciones 2 y 3 conectados en uno u otro arreglos meter-in o meter-out y by-passed con válvula check como se muestra en la figura siguiente (fig. III.1)

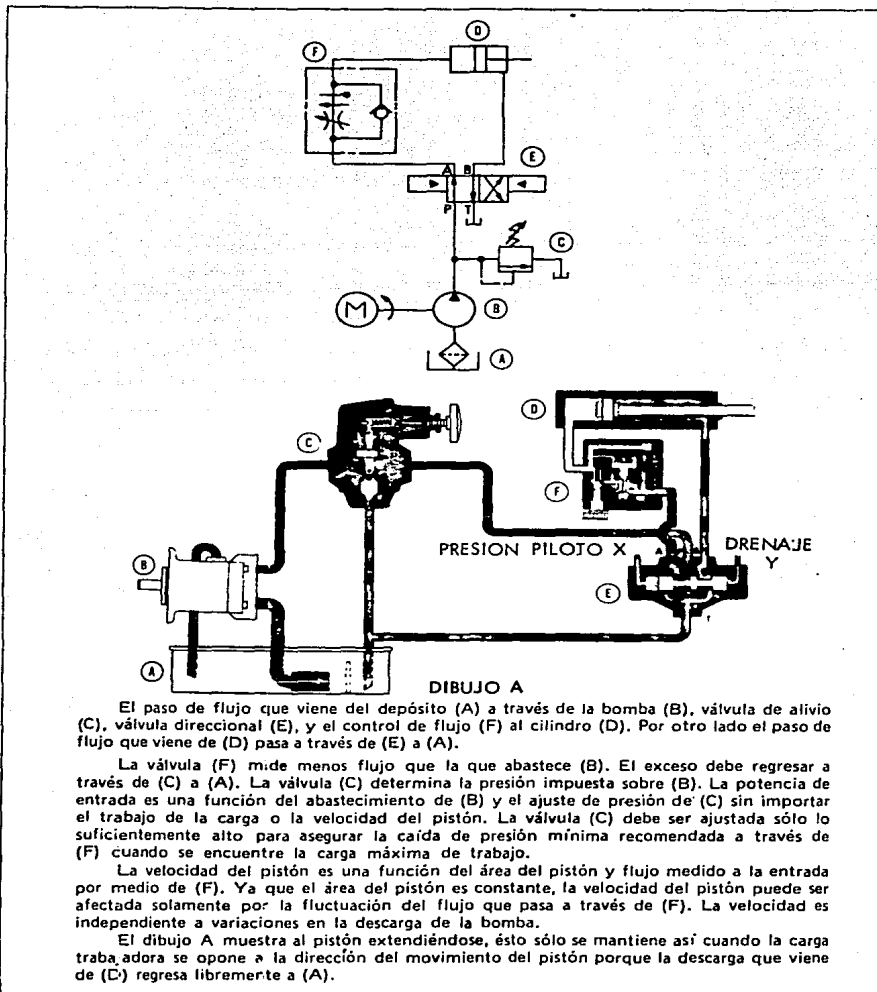
Esto da ajustes de velocidad en cualquier dirección. O un control sencillo en la posición 1 dará control meter-in en ambas direcciones. Para la misma velocidad de la válvula, la velocidad del cilindro hidráulico será más rápida cuando se retrae debido al volumen desplazado por la barra del cilindro.

CIRCUITO METER-IN

Un circuito Meter-in, es aquel, en el cuál el control de flujo es posicionado dentro del circuito directamente antes del actuador cuya velocidad se desea controlar. En este arreglo todo el flujo es medido al entrar al actuador.

Un circuito Meter-in se usa para controlar la velocidad de un actuador que trabaja contra una carga positiva. En otras palabras, mientras que por el orificio de la válvula esté entrando fluido a un actuador, la presión de trabajo estará continuamente en un valor positivo. Un ejemplo de una carga constante será cualquier carga que esté empujando verticalmente. La figura - III.2A) nos muestra la operación de un control de flujo con presión compensada, controlando la velocidad de la carrera de extensión, ya que la válvula de control de flujo está colocado en la línea que va al extremo del cabezal del cilindro, el control es medidor de entrada (meter-in). El control de flujo está punteado por la válvula check para dar una carrera rápida de regreso. - cualquier tendencia de la carga a moverse en dirección hacia adelante, podría provocar que ésta se adelante respecto al suministro (cavitación del cilindro).

El abastecimiento de la bomba que exceda el ajuste de control de flujo, se desvía al tanque a través de la válvula de alivio. (fig. III.2B)



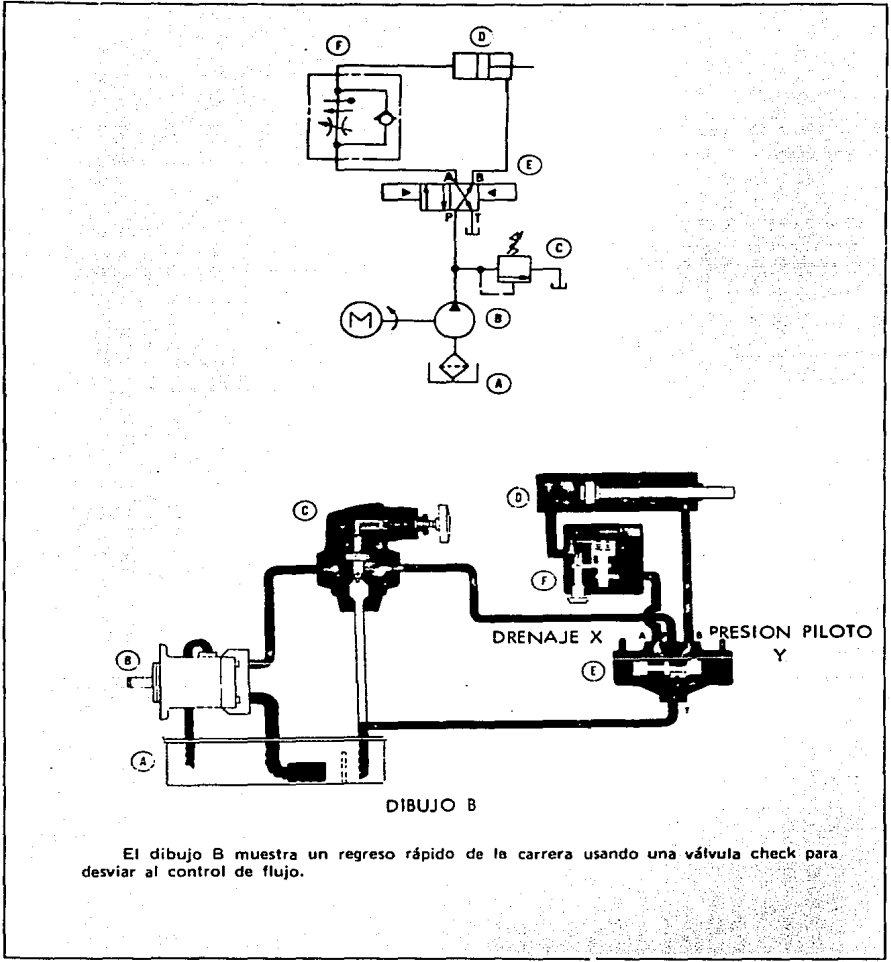
El paso de flujo que viene del depósito (A) a través de la bomba (B), válvula de alivio (C), válvula direccional (E), y el control de flujo (F) al cilindro (D). Por otro lado el paso de flujo que viene de (D) pasa a través de (E) a (A).

La válvula (F) mide menos flujo que la que abastece (B). El exceso debe regresar a través de (C) a (A). La válvula (C) determina la presión impuesta sobre (B). La potencia de entrada es una función del abastecimiento de (B) y el ajuste de presión de (C) sin importar el trabajo de la carga o la velocidad del pistón. La válvula (C) debe ser ajustada sólo lo suficientemente alto para asegurar la caída de presión mínima recomendada a través de (F) cuando se encuentre la carga máxima de trabajo.

La velocidad del pistón es una función del área del pistón y flujo medido a la entrada por medio de (F). Ya que el área del pistón es constante, la velocidad del pistón puede ser afectada solamente por la fluctuación del flujo que pasa a través de (F). La velocidad es independiente a variaciones en la descarga de la bomba.

El dibujo A muestra al pistón extendiéndose, esto sólo se mantiene así cuando la carga trabadora se opone a la dirección del movimiento del pistón porque la descarga que viene de (D) regresa libremente a (A).

Figura III-2A. Control de Flujo Medido a la Entrada (Midiendo).



El dibujo B muestra un regreso rápido de la carrera usando una válvula check para desviar al control de flujo.

Figura III-2B. Control de Flujo Medido a la Entrada—(Flujo Libre).

CIRCUITO METER-OUT

En algunos casos, la carga de trabajo cambia de dirección (carga pasando sobre el punto central de un arco) o la presión de la carga de trabajo repentinamente cambia de lleno a presión cero (taladro rompiendo o atravesando de lado a lado). Esto causa que la carga se fugue y se pierda el control de la operación.

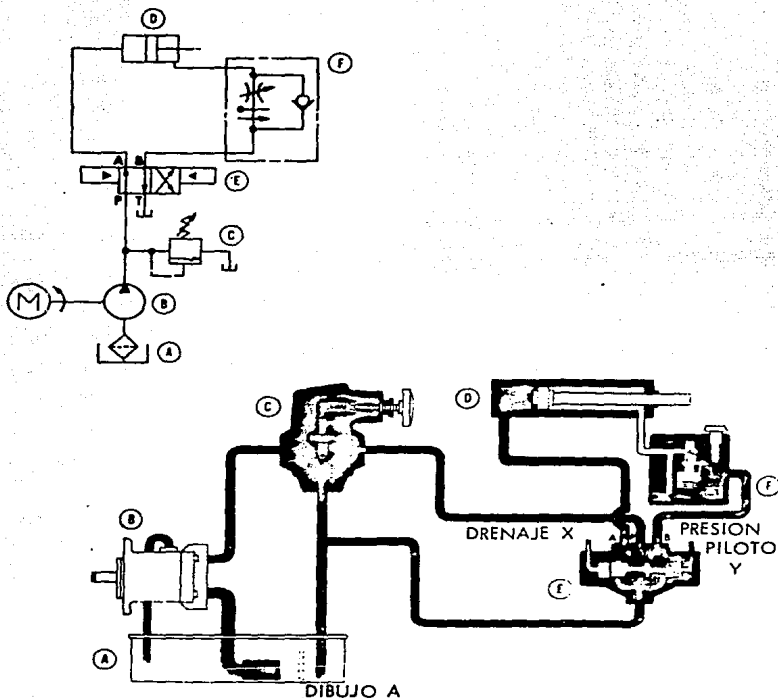
Una válvula de control de flujo colocada en el orificio de salida de un actuador, controla la proporción de flujo existente en el actuador. Este es un circuito Meter-out y de control de velocidad positivo para actuadores usados en operaciones de taladrado, cortado, barrenado y descarga. Un circuito Meter-out es un circuito de control de flujo hidráulico industrial muy popular. Un circuito medidor de salida (Meter-out), es el que se muestra en la (fig. III.3)

El control de flujo está colocado en la corriente que viene del cilindro. Ya que el aceite expulsado es regulado por el control de flujo, la velocidad es constante sin importar la dirección de las fuerzas impuestas por la carga de trabajo. También en este circuito, la bomba debe funcionar al ajuste de la válvula de alivio durante la carrera alimentadora.

VENTEO

Ventear una válvula, se refiere a aliviar la presión del fluido, desviando el carrito maestro de una válvula de alivio operada por piloto. Al aliviar la presión piloto, la única presión que posee el carrito cerrado es la leve presión del resorte. Esto da como resultado que la bomba aplique una relativa baja presión para regresar su flujo al tanque (fig. III.4)

Ventear un sistema de válvula de alivio es una consideración importante, durante el tiempo ocioso de la máquina ya que cuando el sistema no está haciendo trabajo útil, ocasiona una innecesaria pérdida de caballos de fuerza para dirigir flujo al tanque a través de la válvula. El venteo de una válvula de alivio operada por piloto es práctica común en sistemas hidráulicos in



DIBUJO A

El flujo viene del pasaje del depósito (A) a través de la bomba (B), válvula de alivio (C), y de la válvula direccional (E) al cilindro (D). El paso de flujo que viene de (D) pasa a través del control de flujo (F) y (E) al (A).

La válvula (F) mide menos flujo que lo que puede ser descargado por el extremo del vástago (D) si todo éste abastecimiento de (B) fuese dirigido dentro de (D). El exceso de flujo de la bomba va a (D) y debe regresar a través de (C) a (A). La válvula (C) determina la presión impuesta sobre (B). La entrada de potencia es una función del abastecimiento de (B) y el ajuste de presión es de (C) sin importar el trabajo de la carga o de la velocidad del pistón. La válvula (C) debe ser ajustada sólo un poco más alta para asegurar la presión mínima recomendada a través de (F) cuando la carga máxima de trabajo se encuentra operando.

La velocidad del pistón es una función del área del pistón y el flujo medido a la salida de (D) por (F). Ya que el área del pistón es constante, la velocidad del pistón sólo puede ser afectado por la fluctuación del flujo que pasa a través de (F). La velocidad es independiente a las variaciones de la descarga de la bomba.

Figura III-3. Control de Flujo Controlado en la Salida (midiendo).

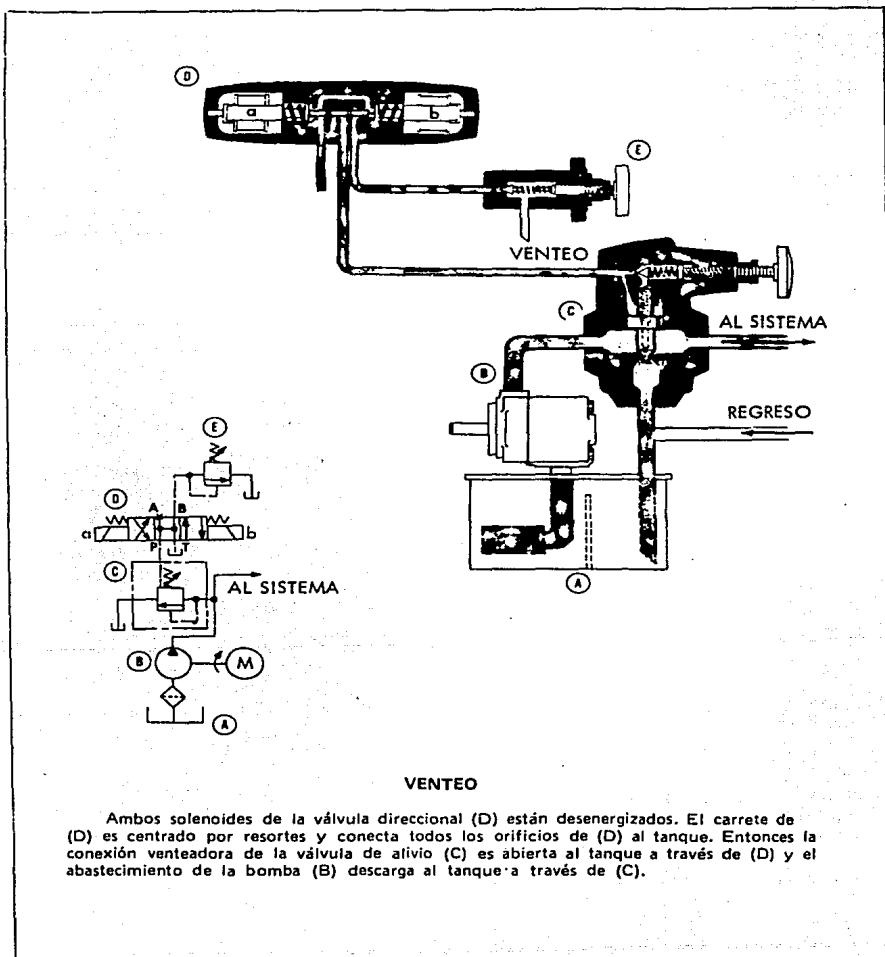


Figura III-4. Circuito de Venteco.

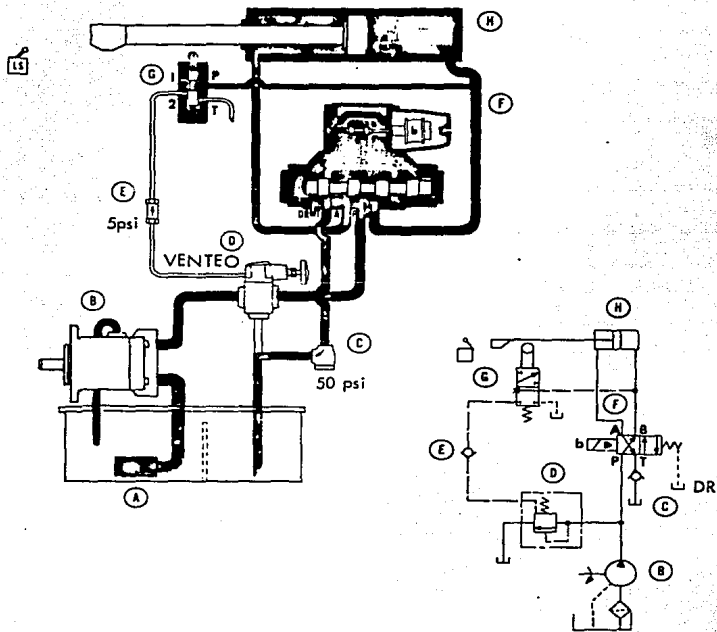
dustriales. Un ejemplo de un sistema venteado. Es aquel donde no es necesario mantener la presión al final del ciclo, en este tipo de sistema se puede ventear automáticamente la válvula de alivio, logrando con ésto, un ahorro de potencia. La (fig. III.5) muestra ese sistema.

Usando una válvula piloto operada con una leva para ventear la válvula de alivio. La explicación del ciclo es la siguiente:

Extendiéndose media carrera. El ciclo de la máquina empieza cuando el solenoide de la válvula direccional, posicionada por resorte, es energizado. La salida de la bomba es dirigida al extremo de la tapa del cilindro. La línea de venteo que viene de la válvula direccional es obstruída en la válvula piloto operada por leva (notese que la válvula piloto tiene solo dos pasos, su flujo en lugar de los cuatro acostumbrados)

Retrocediendo media carrera. Al final de la extensión de la carrera el interruptor límite hace contacto por medio de la leva en el vástago del cilindro, abriendo el circuito del solenoide. La válvula direccional se cambia para retroceder el cilindro. La conexión de venteo de la válvula aún está obstaculizada.

Paro automático. Al final de la carrera de regreso, la leva en el cilindro abre la válvula piloto venteadora. El orificio de venteo de la válvula de alivio es conectado a la línea que viene del extremo de la tapa del cilindro y la válvula de alivio es venteada a través de la válvula check en la línea, la válvula direccional y la válvula check de ángulo recto. La presión piloto para la válvula direccional se mantiene a un valor determinado por las cargas del resorte en el pistón balanceado de la válvula de alivio, la línea de venteo de la válvula check de la línea del tanque (En este circuito un resorte de alto venteo en la válvula de alivio podría eliminar la necesidad de la válvula check de ángulo recto).



CARRERA EXTENDIDA A LA MITAD

El solenoide "B" de la válvula (F) se mantiene energizado durante la extensión de la carrera. La línea venteadora de la válvula (B) está obstruida en la válvula (G). El abastecimiento de la bomba (B) es dirigido a través de (F) dentro del extremo de la cabeza del cilindro (H). La descarga del extremo del vástago (H) fluye al tanque a través de las válvulas (F) y (C).

Figura III-5. Venteo Automático.

Botón arrancador. Cuando se oprime el botón arrancador, se energiza al solenoide, la válvula direccional se cambia para dirigir la salida de la bomba dentro del extremo del cabezal del cilindro. Esto ocasiona que la válvula --- check en la línea de venteo cierre suprimiendo el venteo de la válvula de alivio. Otra vez, se eleva la presión y se repite el ciclo.

SANGRADOS

Otro tipo de circuito de control de flujo y factor de diseño, es el sangrado. En este circuito, la válvula de control de flujo no causa una resistencia adicional para la bomba. Opera al desviar hacia el tanque el flujo de la bomba a la presión del sistema existente.

Este circuito, a diferencia del venteo que utiliza una válvula de control de presión y en el cuál, se crea una diferencia de presiones para descargar --- fluido al tanque, descarga directamente flujo al tanque, antes de que éste lleve al actuador por medio de una válvula de control de flujo.

Un circuito Bleed-off o circuito de sangrado puede ser usado en cualquier aplicación donde la precisión en la regulación de flujo no se requiere y donde la carga ofrece una resistencia constante, como en una mesa reciprocante de esmerilado, operaciones de pulida y carga, empujando verticalmente.

En la modificación de sangrado, fig. III.6, el control de flujo es desunido de la línea de abastecimiento de la bomba y determinan la velocidad del actuador al ir midiendo una parte del abastecimiento de la bomba que va al tanque. La ventaja es que la bomba funciona a la presión requerida por el trabajo, ya que el exceso de fluido regresa al tanque a través de un control de flujo en lugar de que lo haga a través de una válvula de alivio.

Su desventaja, es que pierde parte de su exactitud porque el flujo medido va al tanque, en vez de al cilindro, haciendo que lo anterior, esté sujeto a variaciones en el abastecimiento de la bomba, debido a los cambios en las cargas de trabajo, los circuitos de sangrado no deben usarse en aplicaciones en donde haya la posibilidad de que la carga tienda a irse y en donde se necesite

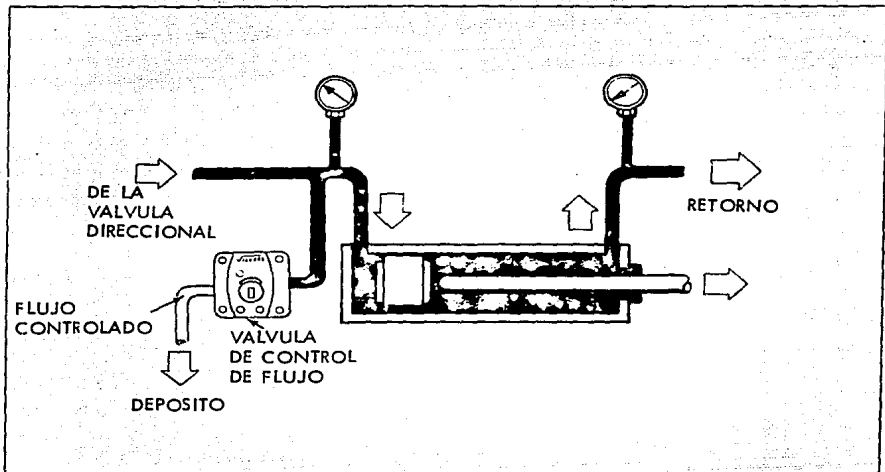


Figura III-6. Control de Flujo por Sangrado.

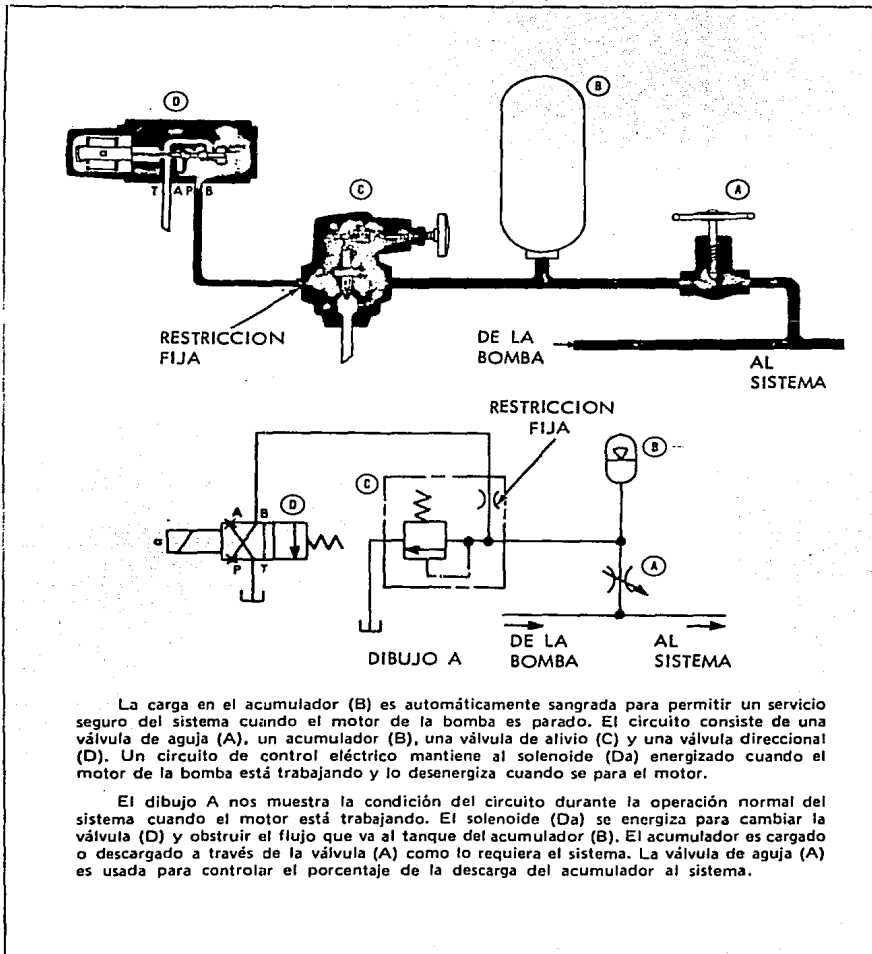
precisión en la velocidad.

SISTEMAS DE SEGURIDAD

Los sistemas de seguridad en circuitos hidráulicos tienen la finalidad de proteger el sistema hidráulico y al operario de eventuales accidentes que pueden surgir, debido a válvulas en mal estado, deficiente operación, un mal mantenimiento o un descuido en su manejo. Los sistemas de seguridad varían según sea la protección específica que se pretenda brindar y abarcan desde sistemas muy simples hasta complicados, una simple válvula de alivio, puede ser un sistema de seguridad, al descargar al tanque fluido y limitar la presión del sistema, impidiendo así una sobrecarga que puede dañar algún componente o hacer estallar las tuberías.

Circuitos de seguridad en acumuladores. Seguridad en el acumulador sangrado.

El circuito en la (fig. III.7), es usado para sangrar automáticamente un acumulador cargado cuando la bomba es apagada para evitar operaciones accidentales de un actuador, o para poder abrir el sistema con seguridad para darle servicio. El sangrado se logra a través de una válvula direccional de posicionado por resorte y una restricción fija. El solenoide de la válvula direccional es actuado por el primer interruptor que se mueve para que así se energice el solenoide cuando la bomba es arrancada. Esto obstruye el pasaje del sangrado durante una operación normal cuando la bomba es apagada, el resorte del carrrete cambia la posición de la válvula direccional y abre el acumulador al tanque a través de la restricción. La válvula normal mostrada es la que se usa para controlar el porcentaje de descarga del acumulador al sistema. El alivio auxiliar es ajustado un poco más alto que la válvula de alivio del sistema y evita que aumente la presión por expansión del gas cargado con el calor. El acumulador debe tener un separador, por ejemplo: diafragma, una bolsa o un pistón para evitar la pérdida de gas precargado, cada vez que la máquina es parada.



La carga en el acumulador (B) es automáticamente sangrada para permitir un servicio seguro del sistema cuando el motor de la bomba es parado. El circuito consiste de una válvula de aguja (A), un acumulador (B), una válvula de alivio (C) y una válvula direccional (D). Un circuito de control eléctrico mantiene al solenoide (Da) energizado cuando el motor de la bomba está trabajando y lo desenergiza cuando se para el motor.

El dibujo A nos muestra la condición del circuito durante la operación normal del sistema cuando el motor está trabajando. El solenoide (Da) se energiza para cambiar la válvula (D) y obstruir el flujo que va al tanque del acumulador (B). El acumulador es cargado o descargado a través de la válvula (A) como lo requiera el sistema. La válvula de aguja (A) es usada para controlar el porcentaje de la descarga del acumulador al sistema.

Figura III-7. Circuito de Seguridad en Acumuladores (En Grado Automático).

C A P I T U L O . I V

NECESIDADES DE MOVIMIENTO DE UN AEROPUENTE TIPO "T"

Partiendo de que el aeropuente ya está construído y sólo se va a diseñar el sistema hidráulico para darle movimiento, se hará a continuación una descripción de los componentes principales para dar una idea al lector de cuales son las necesidades de movimiento.

El aeropuente consta de dos pasillos que se intersectan entre sí, forman do una "T". El primer pasillo (túnel I o rampa) se encuentra unido al edificio del aeropuerto, mientras que el túnel II (o túnel conector) proporciona - la conexión entre el avión y el túnel I. (fig. IV.1)

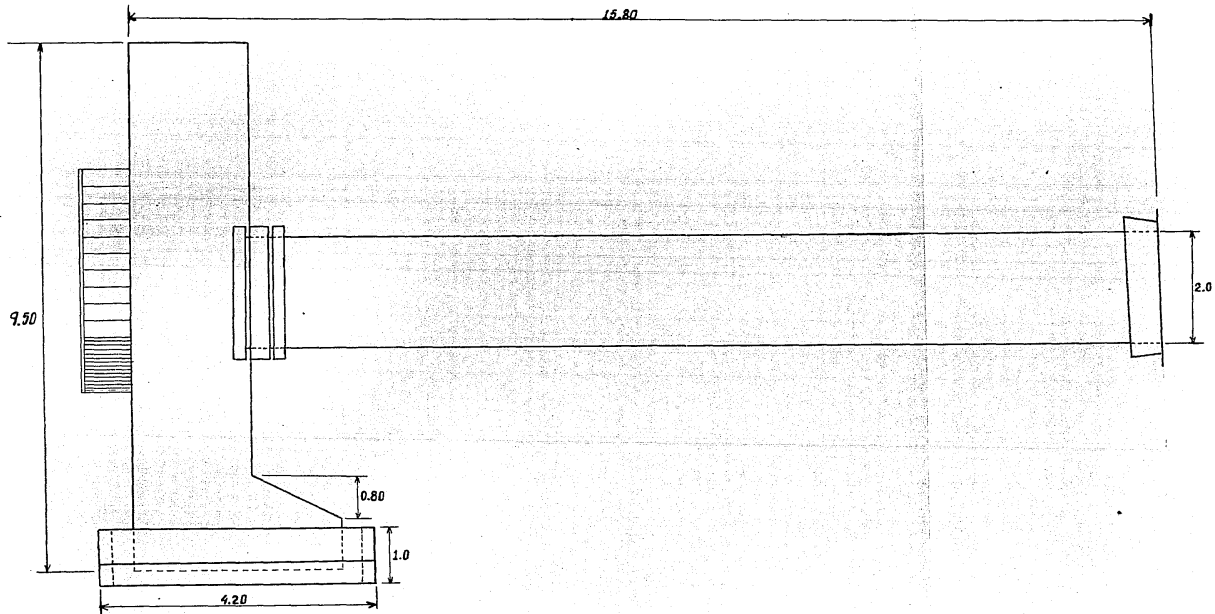
El aeropuerto dará servicio a todos los aviones comerciales cuya puerta de acceso se encuentra entre los 2.00 y 5.40 mts. de altura y cuya distancia desde la misma hasta el extremo delantero del avión no exceda de 12.00 mts.

Con objeto de facilitar la localización de los diferentes componentes, - el lado derecho e izquierdo del túnel II, se determinan colocándose en la cabina de cara al avión.

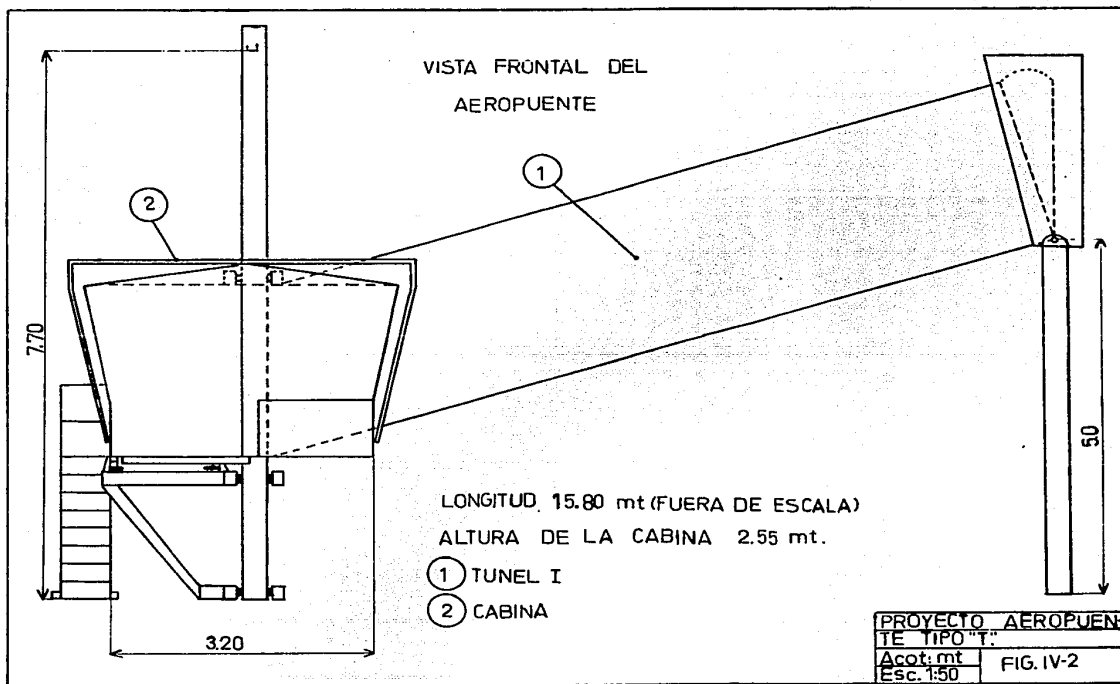
Los dos pasillos son soportados, por un marco estructural que desliza sobre las columnas principales durante el movimiento de descenso al cuál llamaremos marco soporte (Ver fig. IV.3)

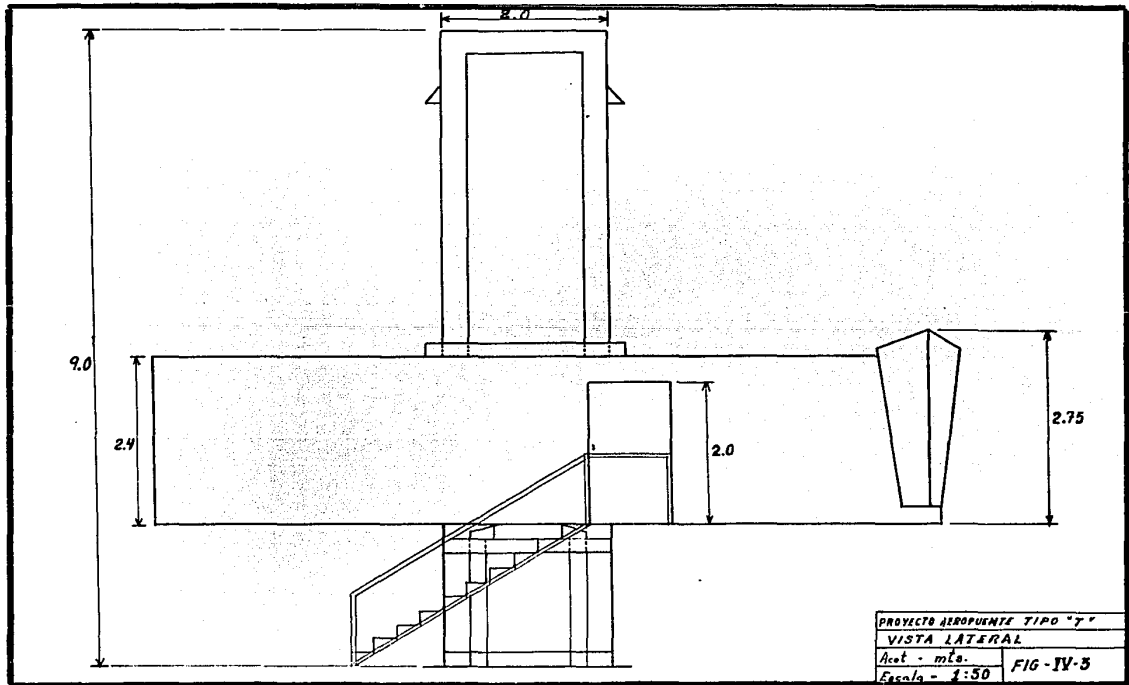
Ambos túneles están formados por una estructura de perfiles tubulares de acero. El primero, se encuentra articulado sobre las columnas posteriores -- cercanas al edificio y desliza sobre el marco soporte, con el objeto de compensar las variaciones en la longitud, debido a los cambios de altura.

El túnel II, lleva en la parte inferior, un par de vigas I que funcionan como rieles al correr sobre las ruedas embaladas sujetas al marco soporte (Ver fig. IV.2 y fig. IV.4).



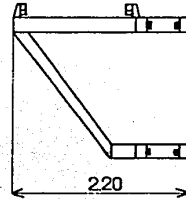
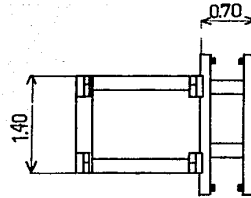
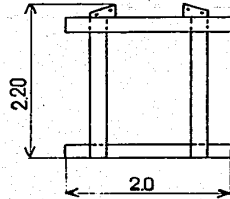
PROYECTO AERONAUTA TIPO "F"
VISTA SUPERIOR
Acotaciones - mm. FIG. IV-1
Escala - 1:50





PROYECTO AEROPUENTE TIPO "Y"	
VISTA LATERAL	
Acot. - m.la.	FIG - IV-3
Escala - 1:50	

SOPORTE DEL
TUNEL II.



PROYECTO AEROPUEN-
TE TIPO T
Acot: rnt
Esc. 1:50

FIG. IV-4

En el túnel II, se encuentra la cabina de mando en donde se localizan los controles para la operación del eropuente.

Las dos estructuras llevan recubrimientos exteriores aislantes de la humedad de la temperatura y del ruido.

La cabina de mando, cuenta con una plataforma frontal giratoria llamada rotonda, por medio de la cuál se establece el contacto entre el avión y el eropuente. La rotonda tiene un movimiento de giro que le permite adaptarse a cualquier ángulo (en un rango de $\pm 15^\circ$) en que se encuentre el avión.

En base a todo lo anteriormente expuesto podemos decir que el aeropuente requiere de 3 movimientos: 1) de ascenso y descenso de toda la estructura, 2) movimiento de avance y retroceso del túnel II, y 3) movimiento de giro de rotonda.

CAPACIDAD REQUERIDA EN LOS CILINDROS

La capacidad requerida en los cilindros, se obtendrá en base al peso que deberá mover cada uno de los sistemas independientes, el largo de la carrera - la presión de trabajo.

CALCULOS PARA EL MOVIMIENTO DE ASCENSO Y DESCENSO

Datos obtenidos en base a las alturas de los aviones a los que se dará -- servicio.

- 1) Carrera = 3.4 mts. = 133.85 in = 134 in
- 2) Peso = fuerza = 30 ton.; 1 ton. = 2205 lbs. 30 ton = 66150 lbs
- 3) Presión de trabajo = 1500 lb/in²

NOTA: El dato del inciso 1); fué obtenido en base a las alturas de los aviones a los que se dará servicio.

El dato del inciso 2); fué obtenido en base al peso de la estructura.

El dato del inciso 3); se obtuvo tomando en consideración las presiones standard de alta presión de circuitos hidráulicos industriales (que va-

ría entre 1500 lb/in² y 2000 lb/in²)

Sabemos que:

Fuerza (lbs) = Presión (PSI) x área efectiva del pistón (in²)

$$\text{Area efectiva} = \frac{66150 \text{ lbs}}{1500 \text{ lb/in}^2} = 44.1 \text{ in}^2$$

Para calcular la capacidad de la bomba, supondremos que queremos extender los cilindros en 2.5 min. Primero obtendremos la velocidad de uno de los cilindros en pulgadas por minuto.

La travesía del cilindro (134 in en 150 segundos), es igual a:

$$\frac{134 \text{ in}}{150 \text{ seg.}} = 0.893 \text{ in/seg.}$$

$$\text{La travesía por minuto es: } 0.893 \frac{\text{in}}{\text{seg}} \times 60 \frac{\text{seg}}{\text{min}} = 53.6 \text{ in/min}$$

Conociendo la velocidad en in/min, podemos encontrar cuantos galones se requieren. Sabemos que:

$$Q (\text{gasto}) = V (\text{Velocidad}) \times A (\text{Area})$$
$$Q = 53.6 \frac{\text{in}}{\text{min}} \times 44.1 \text{ in}^2 = 2363.76 \text{ in}^3/\text{min}$$

Para saber a cuantos galones equivale este volumen, dividimos esta cantidad por 231, ya que 1 galón = 231 in³

$$\text{Volumen} = 2363.76 \frac{\text{in}^3}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ galón}}{231 \text{ in}^3} = 10.23 \text{ gpm}$$

(En el movimiento de ascenso y descenso).

Debemos hacer la consideración de que son 2 los cilindros que se usarán, por lo tanto, si colocamos una bomba de 10.23 gpm, esto indica, que el tiempo, en el cuál la travesía que se efectuará, será exactamente el doble del supuesto al inicio de los cálculos, es decir, 5 minutos aproximadamente que equivalen a una velocidad de:

$$\text{Velocidad} = \frac{134 \text{ in}}{300 \text{ seg}} = 0.446 \frac{\text{in}}{\text{seg}}$$

Cálculo de la Potencia Eléctrica del motor. Sabemos que:

$$\text{Potencia eléctrica} = \frac{Ph \text{ (Potencia Hidráulica)}}{N \text{ (Eficiencia)}}$$

Donde:

Potencia hidráulica (Ph) = Q H_T = P (Presión de trabajo) X Q (gasto)
Eficiencia (N) = se considerará igual a 80%

$$Ph = 1500 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} = 2363.76 \frac{\text{in}^3}{\text{min}} = 3,545,640 \frac{\text{lb-in}}{\text{min}}$$

$$\begin{aligned} \text{Potencia eléctrica } \frac{Ph}{N} &= \frac{3,545,640 \frac{\text{lb-in}}{\text{min}}}{0.8} = 4,432,050 \frac{\text{lb-in}}{\text{min}} \\ &= 4,432,050 \frac{\text{lb-in}}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ ft}}{12 \text{ in}} = 369337.5 \frac{\text{lbft}}{\text{min}} \\ &= 369337.5 \frac{\text{lb ft}}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ HP}}{33\,000 \text{ lb ft/min}} = 11.19 \text{ HP} \end{aligned}$$

CALCULOS PARA EL MOVIMIENTO DE AVANCE Y RETROCESO

- Datos:
- 1) Carrera = 4.5 mts. = 177 in
 - 2) Peso = Fuerza = 10 ton = 22050 lbs
 - 3) Presión de trabajo (P_T) = 1500 lb/in²

NOTA: El dato del inciso 1), fue obtenido en base a las alturas de los aviones a los que se dará servicio.

El dato del inciso 2), fue obtenido en base al peso de la estructura.

El dato del inciso 3), se obtuvo tomando en consideración las presiones standard de alta presión de circuitos hidráulicos industriales (que varía entre 1500 lb/in² y 2000 lb/in²)

Siguiendo el procedimiento anterior, primero calcularemos el área efectiva del cilindro mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Fuerza (lbs)} = \text{Presión (PSI)} \times \text{área efectiva del pistón (in}^2\text{)}$$

De donde:

$$\text{Area efectiva} = \frac{22050 \text{ lbs}}{1500 \text{ lbs/in}^2} = 14.7 \text{ in}^2$$

Para calcular la capacidad de la bomba, supondremos que necesitamos que el túnel II, se mueva a la misma velocidad que el túnel I, es decir que:

$$\text{Velocidad} = 0.466 \frac{\text{in}}{\text{seg}} \times \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min.}} = 26.76 \frac{\text{in}}{\text{min}}$$

Conociendo la velocidad en in/min, podemos encontrar cuantos galones se requieren sabiendo que:

$$Q (\text{gasto}) = V (\text{velocidad}) \times A (\text{área})$$

Sustituyendo valores, tenemos:

$$Q = 26.76 \text{ in/min} \times 14.7 \text{ in}^2 = 393.37 \text{ in}^3/\text{min}$$
$$393.37 \text{ in}^3/\text{min} \times 1 \text{ galón}/231 \text{ in}^3 = 1.7 \text{ gpm}$$

Cálculo de la potencia eléctrica del motor. Sabemos que:

$$\text{Potencia Eléc.} = Ph (\text{Potencia hidráulica})/n (\text{eficiencia})$$

$$Ph = PQ \text{ siendo } P = \text{presión de trabajo}$$

$$Q = \text{gasto}$$

$$N = \text{se supondrá igual a } 80\%$$

Por lo tanto:

$$Ph = 1500 \text{ lb/in}^2 \times 393.37 \text{ in}^3/\text{min} = 590,055 \frac{\text{lb-in}}{\text{min}}$$

Sustituyendo valores en la fórmula para calcular la potencia eléctrica.

$$\text{Pot. Eléc.} = Ph/N = \frac{590,055}{0.8} = 737568.75 \text{ lb-in/min}$$

$$= 737568.75 \frac{\text{lb in}}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ ft}}{12 \text{ in}} = 61464.06 \frac{\text{lbft}}{\text{min}}$$

$$= 61,464.06 \frac{\text{lb ft}}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ HP}}{33,000 \frac{\text{lbft}}{\text{min}}} = 1.86 \text{ HP}$$

CALCULOS PARA EL MOVIMIENTO DE GIRO DE ROTONDA

- Datos:
- Carrera 30 cm. = 11.81 in
 - Peso = Fuerza = 2 ton = 4410 lbs
 - Presión de trabajo = 1500 lb/in²

Como en los incisos anteriores, despejando de la fórmula:

$$F \text{ (fuerza)} = P \text{ (presión)} \times A \text{ (área efectiva del pistón)}$$

Tenemos que:

$$A \text{ (área efectiva)} = \frac{F \text{ (fuerza)}}{P \text{ (presión)}}$$

$$\text{Area efectiva} = \frac{4410 \text{ lbs}}{1500 \text{ lbs/in}^2} = 2.94 \text{ in}^2$$

Para calcular la capacidad de la bomba, también supondremos que necesita mover la rotonda a la velocidad que se mueven el primer y segundo sistema (26.76 in/min), por lo tanto, los gpm que se requieren son:

$$Q \text{ (gasto)} = V \text{ (velocidad)} \times A \text{ (área)}$$

$$Q = 26.76 \text{ in/min} \times 2.94 \text{ in}^2 = 78.67 \frac{\text{in}^3}{\text{min}}$$

$$= 78.67 \frac{\text{in}^3}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ gal}}{231 \text{ in}^3} = 0.340 \text{ gpm}$$

Como podemos observar, podemos utilizar la bomba y el motor del segundo sistema, ya que requerimos un caudal inferior al que proporciona dicha bomba. Para hacer uso de la bomba del segundo sistema, debemos regular el caudal que llegue a este cilindro, siendo posible esto, con el uso de un control de flujo.

Para terminar este inciso, queremos especificar que datos adicionales de

los cilindros como son: el diámetro de las entradas y el diámetro del vástago, los proporciona el fabricante o se pueden conseguir en tablas comerciales, por lo cual, nos concretamos a calcular el área efectiva del cilindro, el caudal requerido y la potencia del motor.

VELOCIDADES NECESARIAS DE LOS CILINDROS

Como mencionamos en el capítulo respectivo a actuadores, la velocidad de un cilindro, es independiente de la carga o la presión, depende del volumen del caudal en GPM para llenar el espacio del cilindro, por esta razón, podemos decir que si el aeropuente se está moviendo muy lento o muy rápido, podemos variar su velocidad con un control de flujo (esto será determinado en última instancia quizás por el control de autonivelación para que el movimiento no se sienta cuando los pasajeros se encuentran dentro del aeropuente.

SISTEMAS DE SEGURIDAD

Basicamente en los sistemas de seguridad estriba el decir que el diseño sea bueno o malo, ya que es aquí en donde se presentan los requerimientos y limitaciones a los que el diseño deberá estar sujeto, dichas necesidades de seguridad son las siguientes:

- Garantizar que aunque se rompiera alguna tubería o que alguna válvula fallara cuando el aeropuente esté en operación, los túneles no caerán.
- Garantizar que el túnel conector no llegue a chocar con el avión mediante un control que regule la velocidad del acercamiento.
- Proteger al avión y al equipo contra daños accidentales cuando el aeropuente esté en servicio (eliminar la posibilidad de movimiento de avance o retroceso, ascenso o descenso, o movimiento de la rotonda accidentales)
- En caso de emergencia, interrumpir la operación de las unidades hidráulicas.

AUTONIVELACION

Es importante esta consideración, ya que cuando el avión empieza a cargar

se el peso hace que exista un desnivel hasta de 30 cm. entre avión y aeropuerto y se requiere que el sistema compense automáticamente dichas variaciones de altura, dado que de no ser así habría bastantes posibilidades de dañar el cuerpo del avión por algún descuido del operario.

C A P I T U L O V

DISEÑO FINAL

El diseño de un circuito hidráulico complicado, puede iniciarse a partir de un circuito sencillo, basándose en las necesidades de funcionamiento y finalidad del dispositivo que se pretende accionar, ir completando paulatimamente el circuito elemental, hasta llegar al circuito final.

CIRCUITO HIDRAULICO PARA EL MOVIMIENTO DE ASCENSO Y DESCENSO

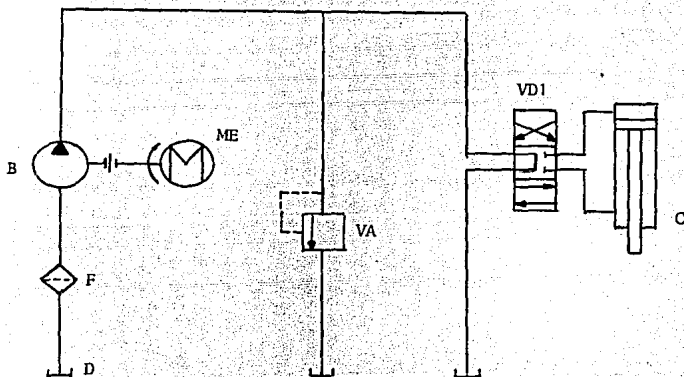
Siguiendo el procedimiento mencionado en el párrafo anterior, pretendemos llegar a un circuito hidráulico que cumpla todas las necesidades de movimiento del aeropuente en cuestión. Básicamente, el circuito tiene los siguientes elementos:

- Depósito D
- Un sistema bomba-motor B, M
- Válvula de alivio VA
- Válvula direccional (3 posiciones, 4 vías) con centro abierto. VDI
- Un actuador C
- Un filtro purificador F
- El diagrama con estos elementos sería el siguiente:
(circuito V.1)

En este circuito, el actuador tendría 3 posiciones (subir, bajar y paro). Si queremos adaptar este circuito base, al circuito del aeropuente que hemos de diseñar habrá que ir haciéndole modificaciones, basándonos en las necesidades particulares de movimiento que presenta el aeropuente.

Enumerando nuestras primeras necesidades tenemos lo siguiente:

Se necesitan 2 cilindros para levantar la estructura del aeropuente, con esto pretendemos dar mayor estabilidad al ascenso y descenso de toda la estructura.



V-1. Circuito básico para el movimiento de ascenso y descenso (D) Depósito, (F) Filtro, (B) Bomba, (ME) Motor Eléctrico, (VA) Válvula de Alivio, (VD1) Válvula Direccional de 3 Posiciones y 4 Vías, (C) Cilindro de Doble Acción.

Debido a que en el descenso, la estructura puede bajar por la fuerza de la gravedad, se pueden utilizar cilindros de simple acción con uno de sus extremos o puertos venteando a la atmósfera.

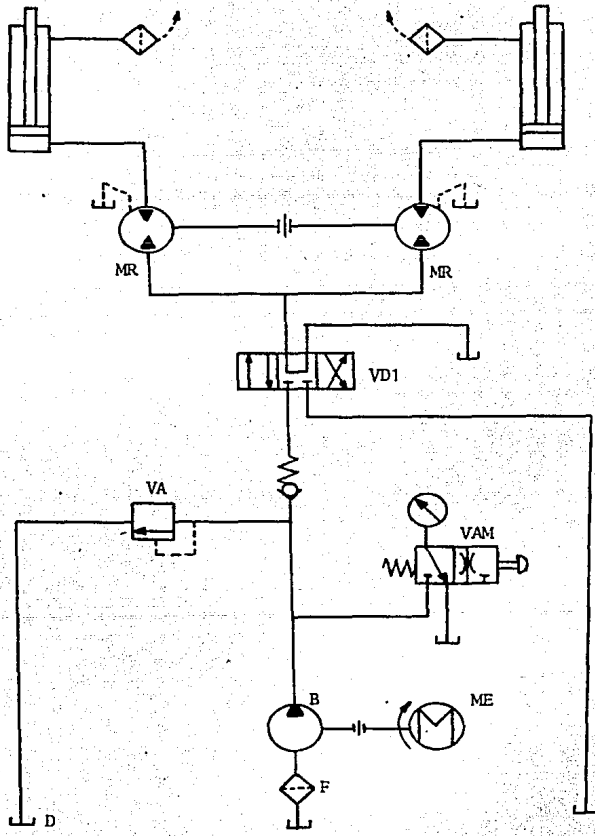
- Como necesitamos 2 cilindros, tenemos que garantizar que ambos se muevan a la misma velocidad y evitar que alguna de las tuberías sea destruída por cualquier elemento extraño al subir o bajar el pasillo, provocando que la estructura tienda a desbalancearse. Esto se puede lograr con la ayuda de 2 motores reversibles conectados mecánicamente para que proporcionen la misma cantidad de fluido a cada cilindro.

Para la elección de los motores, debemos hacer incapié en lo siguiente:

- 1.- Si el desplazamiento de la bomba es igual al desplazamiento del motor, la velocidad de salida es igual a la velocidad de entrada y el torque de salida es igual a la par de entrada.
- 2.- Si la transmisión está en paralelo (caso nuestro), como el flujo debe ser dividido, la máxima velocidad de salida es solo la mitad de la entrada, si la bomba y los motores son de igual desplazamiento.

NOTA: Como se recordará al hacer el cálculo de los cilindros y del flujo que se necesitaba para moverlos, se supuso que el flujo se dividía exactamente en la mitad para cada cilindro, implicando ésto que el tiempo de travesía fuera dos veces mayor al inicialmente supuesto, por lo cual, el único requerimiento de los motores, es que sean del mismo desplazamiento que el de la bomba.

- 3.- Es necesario tener también un manómetro para conocer la presión en el sistema, sin que interfiera directamente en el circuito. Esto lo podemos conseguir conectando el manómetro con una válvula aisladora de manómetro. (Circuito V.2) Una vez hechas las modificaciones anteriores, debemos analizar las necesidades que aún no hemos cubierto y proceder a modificar nuevamente nuestro circuito.
- 4.- Sabemos que el operador debe tener un control preciso al momento de maniobrar la estructura, por lo cual, nuestro sistema deberá contar con un control de velocidad al subir o bajar el aeropuente. Esto se puede lograr, colocando un control de flujo entre la válvula direccional y la entrada de los cilindros, y tomando en cuenta que la



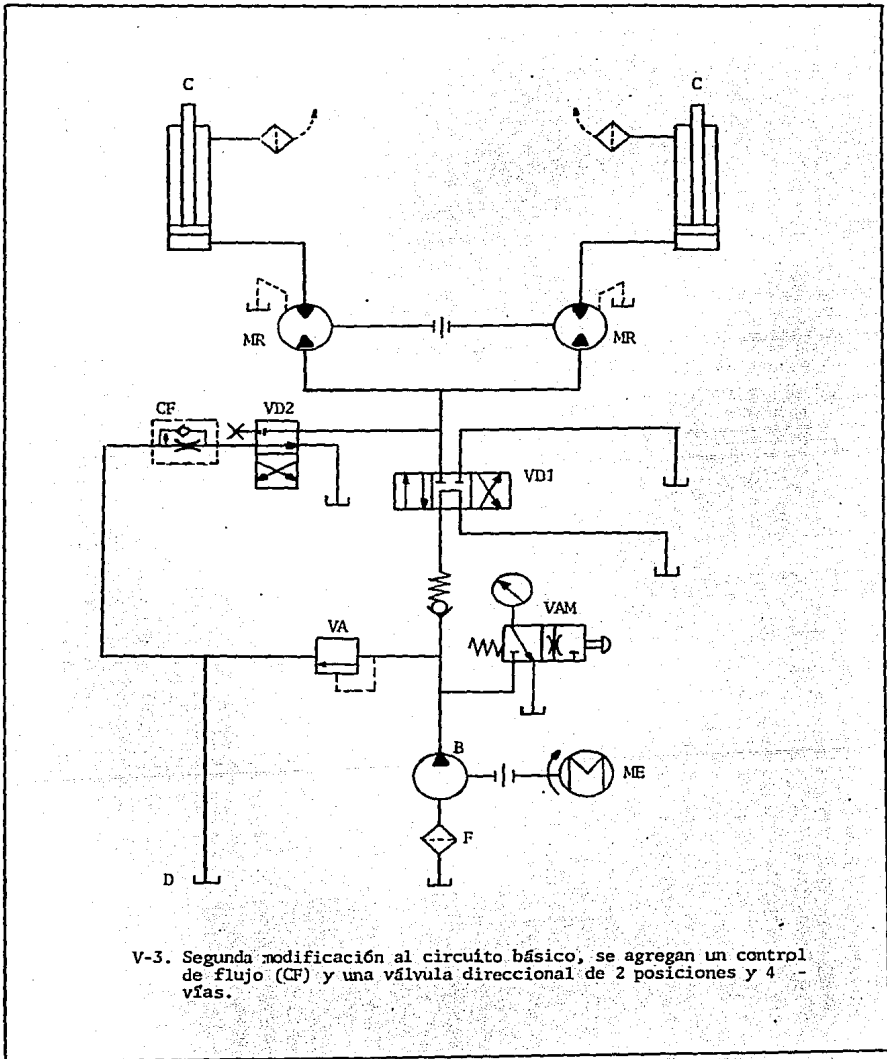
V-2. Primera modificación del circuito básico, se agregan: (C) Cilindros de Simple Acción, (MR) Motores Reversibles, (VAM) Válvula Aisladora y Manómetro.

- carga en consideración será variable, el control de flujo deberá -- ser de presión compensada.
- 5.- Otra consideración que debemos hacer, es que el control de flujo no siempre estará en función (por ejemplo cuando el aeropuerto esté de tenido), por lo cuál, es necesario colocar una válvula direccional de dos posiciones, 4 vías que nos permitan conectar y desconectar - el control del sistema. (Circuito V.3)
 - 6.- Como el fluido que sale de los cilindros debe controlarse inmediata mente después de la salida y es importante evitar que estos queden vacíos cuando el aeropuerto está elevado, debemos colocar válvulas check inmediatamente después de la salida.
Una válvula check normal, nos impediría el paso de fluido cuando -- quisiéramos bajar el aeropuerto, por lo cuál, debemos colocar válvu las check piloteadas, las cuáles podrán abrirse por el impulso de - una señal piloto. Esta señal podemos obtenerla de la línea de flu- jo que se encuentra al lado derecho de la válvula direccional prin- cipal (en nuestro diagrama) y la apertura de dichas válvulas, la po demos controlar sangrando esta línea del circuito con un control de flujo. (Circuito V.4)
 - 7.- Como podemos observar, prácticamente hemos cubierto todas nuestras necesidades (sólo falta resolver el problema de autonivelación), pe ro como se requiere que este sistema sea automático y sabemos que - se requieren elementos no hidráulicos para solucionar este problema creemos conveniente que la solución sea planteada por un especialis ta en la rama de eléctrica o electrónica en colaboración nuestra pa ra así poder dar una solución satisfactoria y no caer en soluciones que pongan en peligro la integridad física de las personas que ha-- gan uso del aeropuerto o bien del equipo o del avión.

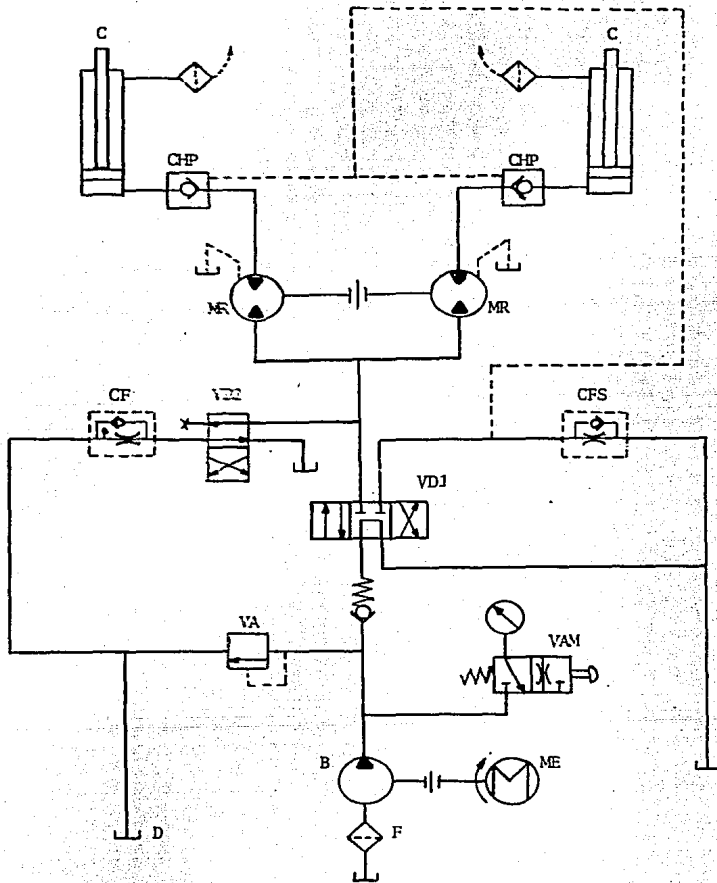
CIRCUITO HIDRAULICO PARA EL TUNEL CONECTOR

Al igual que en el circuito hidráulico anterior, seguiremos el procedi-- miento planteado al inicio del capítulo, para obtener el circuito de avance-- retroceso para el túnel conector. (Circuito V.5)

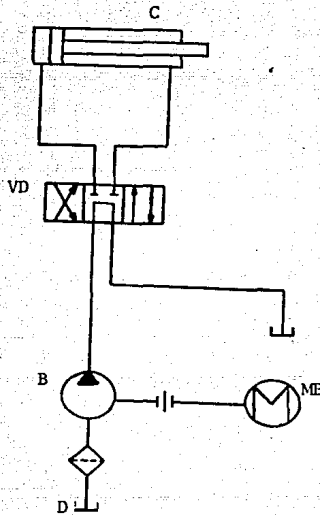
Como podemos observar, necesitamos: Un cilindro de doble acción para ob



V-3. Segunda modificación al circuito básico, se agregan un control de flujo (CF) y una válvula direccional de 2 posiciones y 4 - vías.



V-4. Circuito final para el movimiento de ascenso-descenso del túnel número 1, se agregan dos válvulas check piloteadas (CHP), ubicadas inmediatamente a la salida de los cilindros y un control de flujo (CFS).

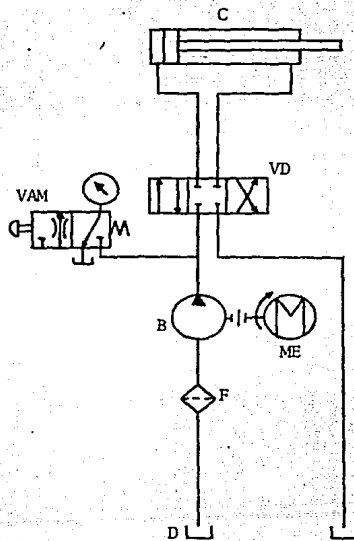


V-5. Circuito básico para el movimiento de avance retroceso del túnel conector, observamos un Depósito (D), una Bomba (B), un Motor Eléctrico (ME), una Válvula Direccional de 3 posiciones y 4 Vías (VD) y un cilindro de doble acción.

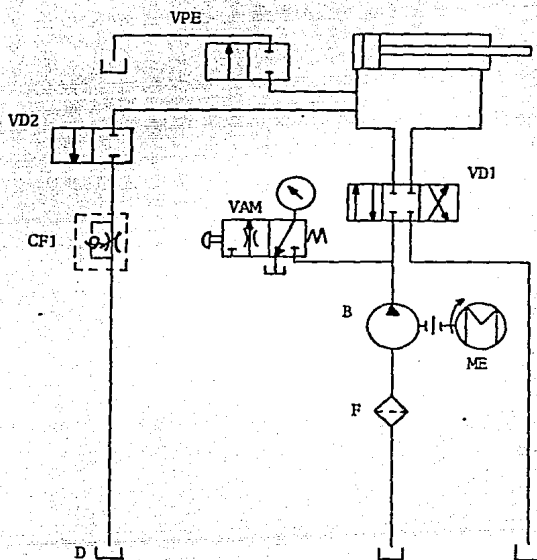
tener el movimiento de avance-retroceso. Una válvula direccional de 3 posiciones 4 vías con centro cerrado. Un sistema bomba-motor. Un depósito.

A partir de este circuito básico, empezaremos a hacer modificaciones, con el objeto de cubrir las necesidades requeridas o bien para hacer más óptimo el sistema.

- 1.- Para empezar, podemos agregar un filtro en la succión, con el objeto de que el fluido que entre al sistema, entre limpio. También podemos agregar una válvula aisladora de manómetro dado que se requiere que el manómetro sólo trabaje ocasionalmente, cuando se necesite saber la presión del sistema (Circuito V.6)
- 2.- Ahora empezaremos a cubrir las necesidades de seguridad y control -- del circuito. Sabemos que el sistema debe constar con paro de emergencia en el movimiento de acercamiento, esta necesidad la podemos -- cubrir adicionando una válvula de descarga (Válvula de 2 posiciones 2 conexiones) justamente a la entrada del cilindro para que al ser -- accionada, nos desvíe todo el flujo hacia el depósito y no permita -- que entre fluido al cilindro.
- 3.- Otra de las necesidades planteadas, es la de proporcionar al opera-- dor un control sobre la velocidad de acercamiento del túnel conector -- ésto lo podemos lograr empleando un circuito Meter-in o medidor de -- entrada, el cuál como se recordará, consta básicamente de un medidor -- de flujo con una válvula de retención integrada y debe colocarse -- entre la válvula direccional y la entrada del cilindro. La función bá -- sica es la de medir la cantidad de fluido que debe entrar al actua-- dor y de esta manera poder controlar su velocidad, cabe señalar que -- este control de velocidad solo será usado cuando a juicio del opera-- dor crea conveniente su uso, por lo cuál, se colocará una válvula dí -- reccional de 2 pasos 2 conexiones entre el control de flujo y la lí-- nea de entrada del cilindro, esta válvula al ser accionada hará fun-- cionar el control de flujo. (Circuito V.7)
- 4.- Con el objeto de dar protección a los componentes principales del -- sistema línea principal, bomba y motor, necesitamos evitar sobrepre-- siones. Una válvula de alivio colocada inmediatamente a la salida -- de la bomba brindaría la protección que necesitamos. Al agregar es--



V-6. Primera modificación al circuito básico para el movimiento de Avance-Retroceso, se agregan: un Filtro (F) y una Válvula Aisladora con Manómetro (VAM).



V-7. Segunda modificación para el movimiento de Avance-Retroceso, se se agregan: una válvula de descarga (VPE) de 2 posiciones 2 conexiones, válvula direccional (VD2) de 2 pasos de conexiones y un control de flujo (CF1).

ta válvula al circuito, nuestro circuito quedará como se muestra en la figura (Circuito V.8).

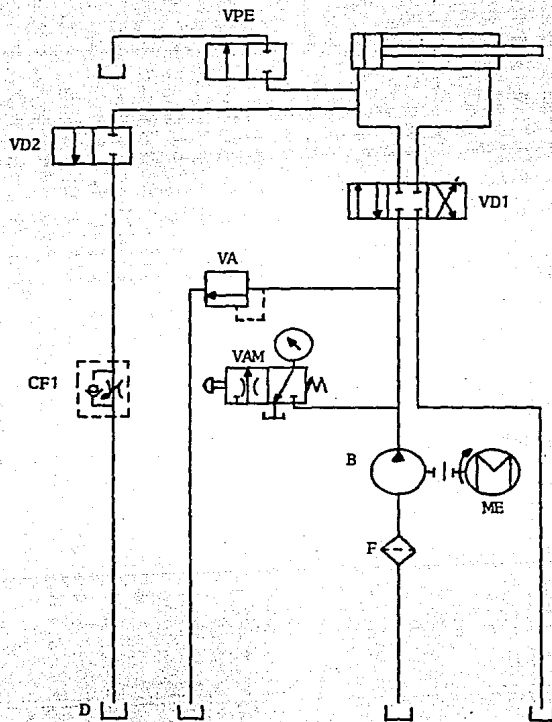
- 5.- Con el fin de evitar un consumo de potencia innecesaria, debemos adicionar a este circuito un camino para que la bomba descargue el fluido directamente al depósito, cuando el sistema esté detenido -- con la válvula direccional principal en la posición central, esto es, debemos evitar que la bomba trabaje forzándose hasta que la válvula de alivio desaloje el fluido.
- 6.- Adicionando una válvula direccional de 2 posiciones 2 conexiones, - (Válvula de descarga) entre la rama de la válvula de alivio y la -- válvula direccional principal, podemos solventar el problema de consumo de potencia innecesaria, al agregar esta válvula al circuito, nuestro diagrama quedaría (Circuito V.9)

Cabe señalar, que para que el sistema funcione, esta válvula (de descarga) deberá ser accionada y posteriormente, se deberá accionar la válvula direccional principal a la posición que se necesite.

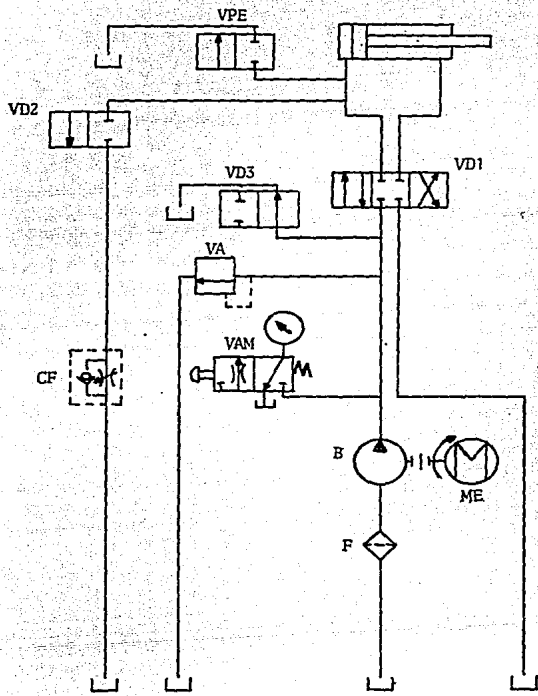
Como podemos observar, se han cubierto la mayor parte de las necesidades planteadas, sólo nos faltaría diseñar el circuito para darle movimiento a la rotonda. (Circuito elemental) (Circuito V.10)

Los elementos necesarios son:

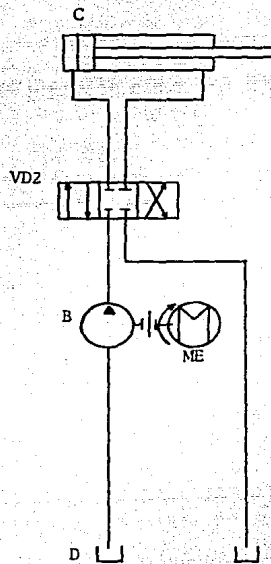
- Un cilindro hidráulico de doble acción, C.
- Una válvula direccional de 3 posiciones 4 vías. V.D2
- Un sistema bomba-motor. B, ME
- Un depósito de fluido hidráulico, pero como se recordará, al hacer los cálculos necesarios en el capítulo anterior, observamos que puede usarse la bomba y el motor del circuito hidráulico para el movimiento de avance y retroceso, debiendo agregar solo un control de flujo para regular la velocidad del cilindro, este control de flujo debe ser colocado entre la línea -- que sale de la bomba y la válvula direccional, bajo estas consideraciones nuestro diagrama quedaría finalmente de la siguiente manera: (Circuito V.11)



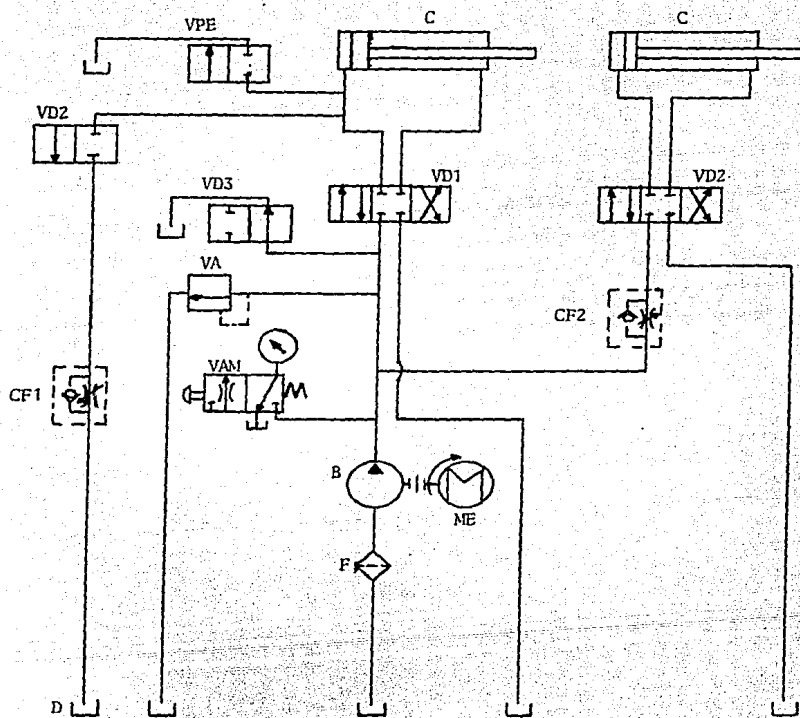
V-8. Tercera modificación al circuito básico para el movimiento de Avance-Retroceso, se agrega únicamente una válvula de alivio (VA).



V-9. Circuito final para el movimiento de Avance-Retroceso, se agrega únicamente una válvula de descarga (VD3).



V-10. Circuito básico para el movimiento de la rotonda, - observamos: un depósito (D), una bomba (B), un motor eléctrico, una válvula direccional (VD2) y un cilindro de doble acción (C).



V-11. Circuito final para el movimiento de rotonda, se agrega un control de flujo (CF2) al circuito básico para darle movimiento a la rotonda y este en conjunto se une al circuito V-9, enlazando los dos circuitos (Avance-Retroceso y Movimiento de Rotonda).

CONCLUSIONES

El diseño del sistema hidráulico realizado a lo largo de este trabajo de investigación, se ha llevado a la realidad funcionando en un prototipo del aeropuerto en cuestión, por lo cual el diseño está sujeto a depuraciones basadas en la información obtenida de la operación del equipo.

Debemos aclarar que este sistema hidráulico debe complementarse con un sistema eléctrico que provea interruptores de seguridad para: casos de emergencia, limitar el avance del túnel II, regular la velocidad de acercamiento, así mismo en el mando automático de interruptores que eviten -- que durante el contacto con el avión el aeropuerto sea movido.

En la solución del problema de autonivelación, debe complementarse el sistema con un sensor de nivel que envíe una señal eléctrica cuando el -- avión cambie de altura y mediante esta señal el sistema opere automáticamente subiendo o bajando el aeropuerto para igualar la posición del avión, sin embargo el diseño del sistema eléctrico se encuentra fuera de los alcances planteados al inicio de este trabajo de investigación por lo cual sólo planteamos cómo debe resolverse el problema.

Consideramos que otra actividad complementaria de este trabajo de investigación es la elaboración de manuales de operación y mantenimiento pero estas actividades sólo podrán realizarse después de conocer la información obtenida de la operación del equipo, información que como mencionamos anteriormente se encuentra retroalimentándose.

La sencillez del diseño permite que cualquier persona con conocimientos en hidráulica pueda dar mantenimiento al sistema, por lo cual no es necesario acudir a técnicos del extranjero para alguna reparación o para dar mantenimiento al equipo, aunque los elementos de este diseño sean en su mayoría de fabricación en el extranjero.

Elaborar un diseño inmediatamente después de haber terminado los estudios profesionales crea como consecuencia que el tiempo de elaboración -- sea muy grande, ya que se carece de la experiencia necesaria y se pretende lograr que los resultados sean los más óptimos, pero consideramos que es buena oportunidad para aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en la

Universidad, para dar solución a un problema real complementando y fortaleciendo de esta manera nuestra formación profesional.

La aportación que se pretende brindar el desarrollo tecnológico del país mediante este diseño, está enfocada a permitirnos ser menos dependientes de la tecnología del extranjero, y dado que actualmente la hidráulica la podemos encontrar aplicada en toda clase de maquinaria debido a las ventajas que ofrece sobre otros medios de transmisión de potencia, consideramos que el conocimiento que se adquiriera por toda persona interesada en la hidráulica ayudada por este proyecto de investigación es de gran ayuda para este fin.

Tomando en consideración lo anteriormente planteado y aunque se es peran comentarios respecto a la operación del equipo, podemos afirmar basados en los conocimientos teóricos, que se han cubierto la mayor parte de las necesidades planteadas al inicio de este proyecto, de una manera satisfactoria.

BIBLIOGRAFIA

=====

- FLUID POWER CONTROLS
John J. Pippenger
Mc. Graw-Hill Book Company
N.Y. 1965.

- MANUAL DE LUBRICACION (PRUEBAS DE LABORATORIO) TOMO I
National Tube Division United Steel Corporation
Editorial Diseño y Composición Litográfica
México 1974 1ra. Edición.

- MANUAL DE OLEOHIDRAULICA
Ing. Luis Ma. Jiménez de Cisneros
Editorial BLUME
Barcelona España 1975. 2da. Edición.

- BOMBAS TEORIA, DISEÑO Y APLICACIONES
Ing. Manuel Viejo Zubicaray
Editorial LIMUSA-WILEY
México 1972.

- MANDOS HIDRAULICOS EN LAS MAQUINAS - HERRAMIENTAS
Victor Pomper
Ing. Consultor
Editorial BLUME
Barcelona

- HIDRO-LINE MANUFACTURING CO.
Boletín No. 6
Catálogo No. SR2-64 Rev. 3/81.
Catálogo No. SN2-63 Rev. 3/81.
Catálogo No. SN5-79 Rev. 1/81.
Catálogo No. SB -62 Rev. 3/81.
Form NTD 2135/M 104 Rev. 10/80.
Form CM 248.

~ HYDRECO
900 E. Michigan Av.
Kalamazoo Mich.
Catálogo 10-117.1 1/73.
Catálogo 10-102.2 5/81.
Catálogo 11-121 7/76.

- FLUID POWER
Designer's Manual
Catálogo 365-1
Womack
Machine Supply Co.

- MANUAL DE HIDRAULICA MOVIL
M-2990-5
Vickers.