

AUTOMATIZACION de Bajo Costo

para las industrias del Mueble y de la Ebanistería

(V)

1) Filtro y secador de aire.—

Este componente aprisiona la humedad residual y las impurezas del aire comprimido haciendo girar en remolino el «aire en bruto» alrededor del vaso centrifugador. Por efecto de la acción centrífuga, los elementos más pesados quedan adheridos a la pared del vaso y eliminados de la corriente de aire. El agua y las impurezas acumuladas se extraen periódicamente del filtro abriendo la válvula que se encuentra debajo del vaso. Esta «limpieza» deberá realizarse antes que el vaso se haya llenado completamente de agua, ya que, de lo contrario, las impurezas podrían reintroducirse en el sistema.

2) Regulador de presión.—

Ajustando el botón del regulador de presión, puede mantenerse en la tubería una presión de aire determinada y constante. No es aconsejable tener una presión de aire demasiado elevada; un exceso de presión no significa más que un gasto de energía. Nótese que un regulador de presión sólo puede mantener presiones que sean inferiores a la de la tubería principal. No puede proporcionar una presión más alta que la de su entrada.

3) Lubricador de aire.—

Los lubricadores de aire son importantes porque el aire no es lubricante por sí mismo. Sin lubricación, los diversos componentes del sistema se deteriorarían y su vida de servicio se vería considerablemente mermada.

Los lubricadores de aceite se

llenan, normalmente, con un aceite ligero, que, convertido en una fina neblina, penetra en el equipo junto con el aire comprimido. La cantidad de aceite que entre en el sistema deberá regularse con cuidado; si es insuficiente, se producirá un desgaste, y si es excesiva, se originarán obstrucciones. Una buena regla empírica para la regulación del lubricador es que, «por cada 500 dm³ (20 pies cúbicos) de aire libre consumido por el equipo, deberá caer una gota de aceite (vista por la mirilla de cristal del lubricador)».

Una buena regla empírica para determinar el tamaño de la unidad trío necesaria es que deberá ser mayor que el componente más grande del sistema.

Cilindros

Al elegir un cilindro neumático, deberán tenerse en cuenta los siguientes factores:

Fuerza de alimentación requerida.

Velocidad de alimentación requerida.

Longitud de alimentación requerida.

Requisitos del montaje.

Fuerzas adversas que actúan sobre el émbolo y el cilindro.

Necesidad de almohadillado en el extremo.

Medio de trabajo.

Consumo de aire.

Fuerza de alimentación requerida

El empuje ejercido por el vástago del émbolo de un cilindro neumático depende de la presión

del aire que se le suministre y del área efectiva de la cara del émbolo sobre la cual actúe la presión:

$$\text{Empuje} = (\text{presión}) \times (\text{área efectiva})$$

Si la presión se ejerce sobre la cara frontal del émbolo, el área efectiva es $A = \pi D^2/4$, donde D es el diámetro del émbolo, que es esencialmente el mismo que el diámetro interior del cilindro (fig. 27). El empuje es una fuerza compresiva, y tiende a empujar el vástago hacia el exterior del cilindro. Pero si se admite el aire comprimido por detrás del émbolo, de modo que actúe sobre la cara posterior, el área cubierta por el vástago resulta ineficaz a efectos de producir un empuje (fig. 28). El área efectiva, en este caso, es A menos el área de la sección transversal del vástago. El empuje es una fuerza tractiva, y tiende a tirar del vástago hacia el interior del cilindro. Es importante recordar que un cilindro con un vástago en un extremo solamente tiene más fuerza de empuje que de tiro, mientras que un cilindro provisto de un vástago que va de «extremo a extremo» empuja tanto por un extremo como tira por el otro.

Las fuerzas compresiva y tractiva de cilindros de aire de diámetros comprendidos entre 25 y 200 mm (0,98-7,87 pulgadas) en función de la presión, pueden determinarse consultando el gráfico de la figura 29. Este puede utilizarse también para cilindros hidráulicos de baja presión, como los empleados en un siste-

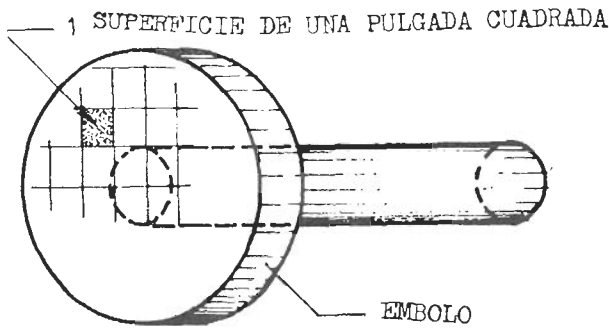


Fig. 27.—Area efectiva de la cara del émbolo.

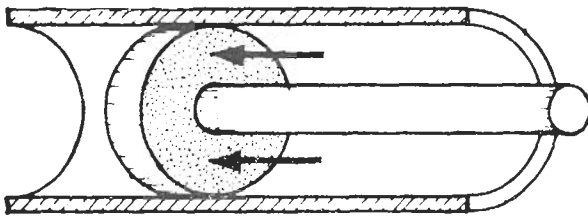


Fig. 28.—Superficie efectiva de la cara del émbolo.

ma oleoneumático. En todo caso, sin embargo, el gráfico debe considerarse sólo como una guía, pues no tiene en cuenta las pérdidas que se producen por fricción en la parte que ha de accionarse o en el propio cilindro, las que pueden variar de un 5 a un 15 por 100 con respecto al valor teórico indicado en el gráfico. Si se desea determinar con mayor exactitud el empuje disponible, siempre deberá estudiarse atentamente la información suministrada por el fabricante del cilindro.

La figura 30 ilustra un cilindro de aire que soporta un peso de carga de 454 kg (1.000 lb). El cilindro tiene un diámetro interno de 102 mm (4 pulgadas) y la presión de la tubería es de 5,44 atm (80 lpc). Según el gráfico de la figura 29, el cilindro desarrolla un empuje casi igual al peso de su carga; en tales condiciones, el cilindro no se moverá. Para mover la carga de-

be darse al cilindro un tamaño mayor, de modo que ejerza mayor empuje. El mayor tamaño que corresponda dependerá de la velocidad de movimiento deseada. Cuanto más tamaño se dé, tanto más rápidamente se desplazará la carga.

Hay muchos factores que tener en cuenta al estimar el mayor tamaño de cilindro requerido. A efectos del presente manual, bastará la siguiente regla empírica:

Cuando la velocidad no cuenta, selecciónese un cilindro que tenga aproximadamente un 25 por 100 más de empuje que el necesario para equilibrar la carga. Si se desea una velocidad superior, aumentese el tamaño del cilindro un 100 por 100.

Velocidad de alimentación requerida

Un cilindro de aire puede utilizarse para trabajar a velocidades comprendidas entre 0,07 y

150 mm/min (0,003-6 pulgadas/min). Para velocidades inferiores a 50 mm/min (2 pulgadas/min), es preciso acoplar un cilindro hidroamortiguador. La velocidad es un factor que hay que tener en cuenta al elegir un tipo adecuado de cilindro. Para velocidades elevadas, por ejemplo, pudiera requerirse amortiguadores en el extremo del cilindro, a fin de reducir los esfuerzos mecánicos. La velocidad cuenta también al decidir el tipo de válvula de control direccional que se utilizará, si ha de utilizarse entranquilamiento fijo o ajustable y cómo han de colocarse éstos. Para calcular la velocidad máxima de circulación del aire y, por ende, el consumo instantáneo de éste, es preciso conocer la velocidad del émbolo y la frecuencia de trabajo del cilindro. El consumo de aire con carreras y diámetros de cilindro diferentes es una información que, normalmente, suministran los fabricantes de los cilindros.

Sin embargo, el propio ingeniero puede hacer algunos cálculos sobre el consumo de aire; el volumen de aire necesario por minuto es igual al producto del área del émbolo por el número de carreras por minuto por la longitud de carrera. Esa cifra representa el consumo basado en el volumen de aire comprimido (no libre). Al hacer los cálculos correspondientes para los cilindros de doble acción, deberán tenerse en cuenta el área efectiva de cada cara del émbolo y ambas carreras.

Longitud de alimentación requerida

La longitud de carrera que se elija para un cilindro dependerá de si la carrera ha de ser exactamente la misma que la longitud de alimentación requerida por el dispositivo accionado. Si ha de ser la misma, entonces es importante especificar esa carrera y encargar un cilindro especial. A veces, sin embargo, no importa que la carrera sea de-

lb FUERZA
6613.7

kg
3000

FUERZA COMPRESIVA y TRACTIVA
DE LOS CILINDROS

Valores teóricos, sin pérdidas
por fricción

FUERZA
LINEA CONTINUA = COMPRESIVA

FUERZA
LINEA INTERRUPTIDA = TRACTIVA

4409.1

2000

200

7.87

2204.5

1000

160

6.3

1984.1

900

125

4.92

1762.6

800

100

3.94

1543.2

700

1322.7

600

80

3.15

1102.2

500

881.8

400

63

2.48

661.3

300

440.9

200

50

1.97

220.4

100

40

1.57

198.4

90

176.2

80

32

1.26

154.3

70

132.2

60

25

0.98

110.2

50

88.1

40

66.1

30

20

pulgadas

DIAMETRO INTERNO DEL CILINDRO
mm

44.0

20

22.0

10

19.8

9

17.6

8

15.4

7

13.2

6

11.0

5

kg/cm²

PRESION

7.1

14.2

28.4

56.9

85.4

113.8

142.2

lpc

42.7

71.1

99.6

128.0

muy largo, ya que puede incorporarse un retén exterior en el sistema. En este caso, pueden encargarse cilindros de carrera normal, conforme a los catálogos de los proveedores.

Requisitos de montaje

Los cilindros pueden montarse de muchas formas merced a los llamados accesorios normalizados de que se dispone. Hay diferentes accesorios, tanto para cilindros como para vástagos de émbolo. Un montaje incorrecto puede dañar no sólo el equipo accionado por los cilindros, sino también los propios cilindros.

Fuerzas adversas que actúan sobre el émbolo y el cilindro

Además de las fuerzas debidas a un montaje incorrecto, pueden ejercerse fuerzas adversas sobre el émbolo y el cilindro por otras dos causas.

La primera de ellas es que, cuando un vástago de cilindro está sujeto a fuerzas radiales (fig. 31), se pueden ejercer fuerzas sobre la junta o las paredes interiores del cilindro. Como esas partes del cilindro no están diseñadas para soportar tales fuerzas, pueden ceder prematuramente. Para impedir una excesiva carga lateral de los cilindros, es preciso montarlos cuidadosamente, de modo que el vástago no frene en ningún punto de la carrera del émbolo. En caso necesario, empleése una guía o un mecanismo regulador de la carga para lograr que no se transmitan cargas laterales al vástago del cilindro.

En segundo lugar, cuando la carrera es demasiado larga en comparación con el diámetro del vástago, éste puede encontrarse (véase la fig. 32). El gráfico de la figura 33 puede servir de guía para elegir el diámetro de vásta-

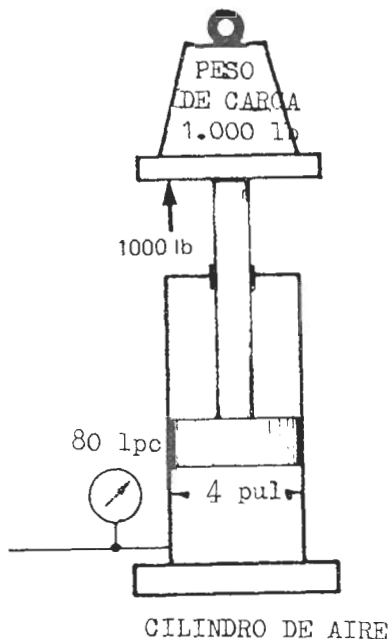


Fig. 30.—Equilibrio carga-empuje de un cilindro de aire.

go adecuado para longitudes de carrera del cilindro conocidas.

Al utilizar el gráfico, búsquese en la línea del fondo la longitud de la parte expuesta del vástago en su carrera máxima, y en la línea vertical de la izquierda la carga de trabajo. La intersección de ambas líneas dará el diámetro mínimo del vástago.

Necesidad de almohadillado en el extremo

Los cilindros cuyo émbolo funciona a gran velocidad o impulsan una masa relativamente

grande deben ir provistos de frenos situados en un extremo, los que disminuyen la velocidad del émbolo en la parte final de su carrera, con objeto de reducir las fuerzas mecánicas que actúan sobre el cilindro y el dispositivo accionado. Se puede ajustar el retardo producido por estos frenos.

Medio de trabajo

Se han ideado diferentes series de cilindros para diversas condiciones ambientales en que han de funcionar. Afortunadamente, las condiciones que se dan en las fábricas de muebles y artículos de ebanistería no con tan rigurosas como en el caso de las industrias químicas. Así, pues, no se precisan cilindros de una resistencia especial (los que, por supuesto, son más caros).

Consumo de aire

El consumo de aire de un cilindro está en función directa de su desplazamiento, es decir, del volumen de aire comprimido que se consume en cada carrera. Para hallar el consumo en términos de aire libre, debe multiplicarse el desplazamiento del cilindro por el índice de compresión. (Véase el primer apartado de esta sección, titulado «Terminología».)

Problema a título de ejemplo.

El desplazamiento de un cilindro es de 44 pulgadas cúbicas (721 cm³). Hállase el consumo de

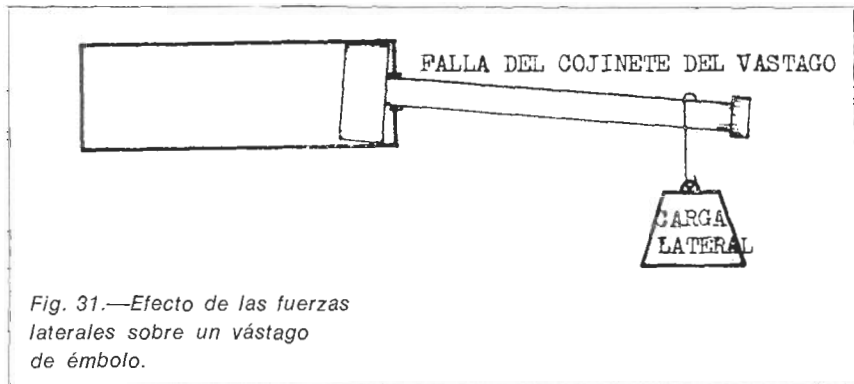


Fig. 31.—Efecto de las fuerzas laterales sobre un vástago de émbolo.

aire libre a razón de una presión de trabajo $P=60$ psig (4,08 atm).

Indice de compresión $r \dots \dots = P + 1 = 5,08$
 Desplazamiento de aire libre ... = rx (desplazamiento de aire comprimido)
 $= 5,08 \times 44$
 $= 224$ pulgadas cúbicas
 $= 0,13$ pies cúbicos (3.663 cm^3)

Válvulas

Para elegir válvulas debe disponerse de información sobre su función, capacidad, accionamiento y montaje.

Función

Las válvulas tienen por objeto controlar o regular la dirección, el volumen o la presión de una corriente. Existen válvulas de control direccional con dos, tres o cinco orificios y dos o más posiciones. Las válvulas reguladoras de la corriente pueden ser variables o fijas, con o sin retorno. Las válvulas reguladoras de la presión pueden llevar o no un orificio de salida secundario.

Capacidad

El tamaño de la válvula debe corresponder a la velocidad de paso del aire a través de ella. Para una velocidad de paso determinada, las pérdidas de presión son mayores en una válvula pequeña que en una grande. En realidad, la capacidad de una válvula puede expresarse en términos de la caída de presión como función de la corriente a diversas presiones de entrada.

Suele figurar en diagramas que facilitan los proveedores.

A veces, la capacidad se expresa sólo en términos de corriente de paso; se entiende por tal, a menos que se indique otra cosa, la cantidad de aire que circula en condiciones normales y a una caída de presión de 3 psi (0,2 kg/cm^2) a través de la válvula.

Accionamiento

Las válvulas pueden dotarse de diversos tipos de dispositivos de accionamiento directo o a distancia. Por accionamiento directo se entiende el accionamiento manual (mediante un botón, un pulsador o una barra, por ejemplo) o mecánico (como, por ejemplo, una palanca) de la válvula. En el accionamiento a distancia, la válvula es accionada por medio de una señal neumática o eléctrica que se origina a cierta distancia de la válvula. De ambos tipos, el accionamiento directo es el más sencillo y también el más fiable. Tiene la desventaja, sin embargo, de que la válvula debe estar cercana al operario. Obviar tal desventaja es, por supuesto, el motivo prin-

cipal para recurrir al accionamiento a distancia, pese a su menor fiabilidad, mayor complejidad y más elevado costo. No obstante, todo sistema de accionamiento a distancia debe concebirse de modo que sea posible el accionamiento directo de la válvula en caso de avería de sistema.

En el accionamiento a distancia, las señales eléctricas tienen la ventaja de ser más rápidas que las señales neumáticas. Sin embargo, la necesidad de solenoides hace más costoso el accionamiento eléctrico.

Montaje

Las válvulas neumáticas suelen diseñarse de modo que se puedan montar de diferentes formas. Por ejemplo, los accesorios pueden conectarse directamente a la caja de la válvula, o bien puede utilizarse una placa de montaje especial a la cual se conectan las tuberías de aire comprimido. Este último método, que se va difundiendo cada vez más, permite cambiar la válvula fácilmente en caso de avería. Otra forma de montaje es el llamado montaje en panel, de accionamiento manual, utilizado cuando se desea alojar la válvula dentro de un armario y dejar fuera el dispositivo de accionamiento.

B. Componentes hidráulicos

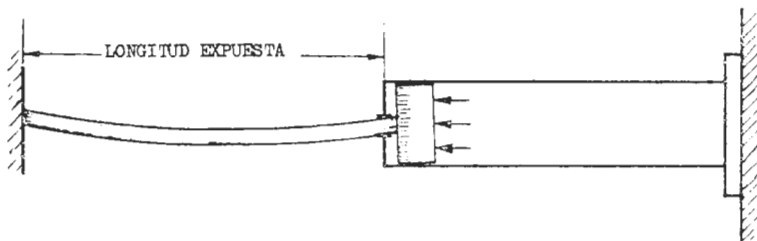
La elección de componentes hidráulicos y la de componentes neumáticos se hacen de manera muy parecida, y muchos de los principios relativos a éstos son válidos también para aquéllos.

Componentes del sistema de suministro

Bombas

La capacidad de bombeo necesaria para un sistema hidráulico puede calcularse fácilmente sumando todas las necesidades del sistema y añadiendo cierta cantidad para compensar posibles deficiencias de rendimiento.

Fig. 32.—Pandeo del vástago del émbolo.



F_{CRITICA}
 Miles de libras,
 22,000,000 10^{10}

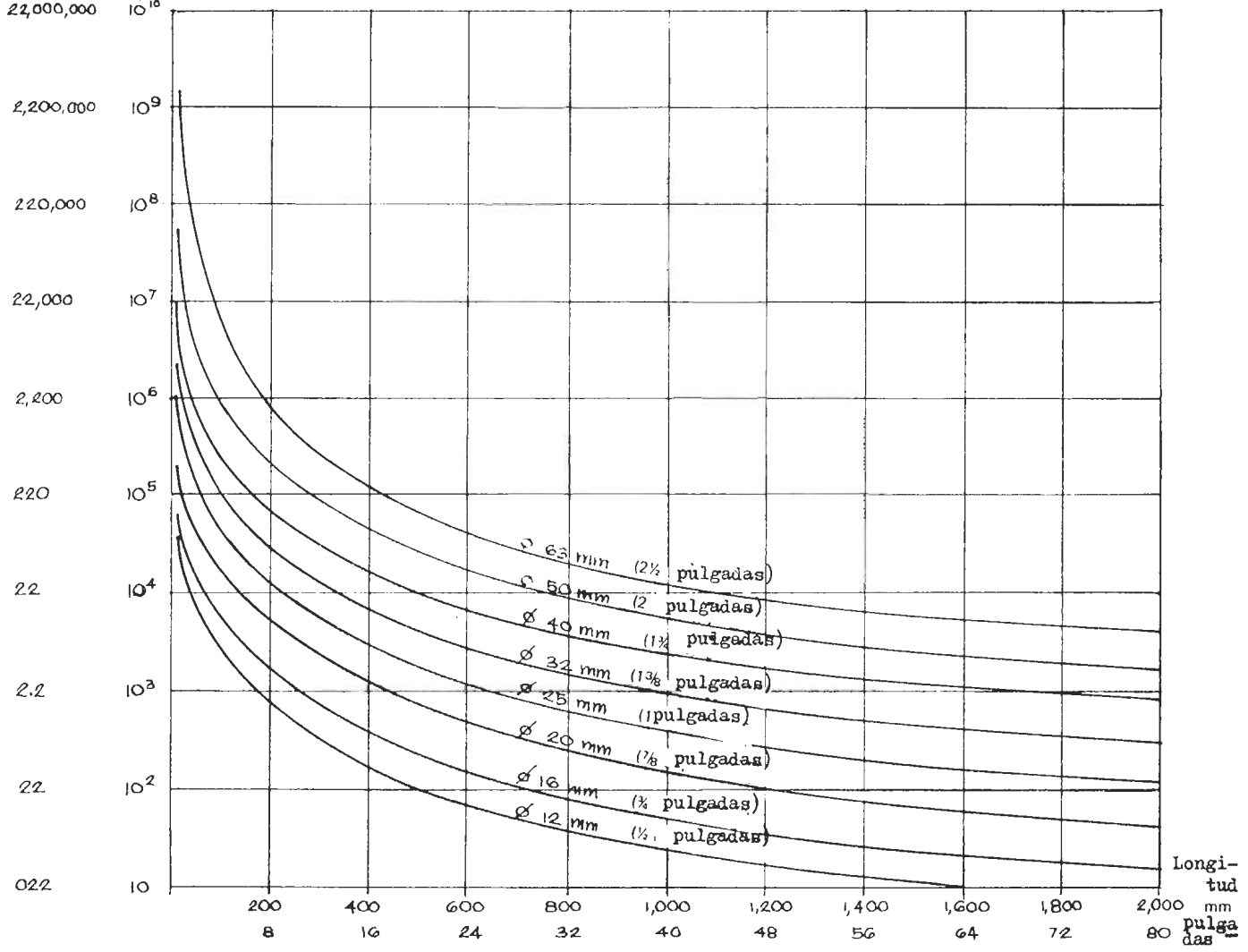


Fig. 33.—Diámetro mínimo que ha de tener el vástago del émbolo para evitar su encorvamiento.

La potencia de entrada, es decir, la potencia necesaria para accionar la bomba, depende sobre todo de dos factores: de la velocidad de circulación y el nivel de presión. El aumento de la velocidad de bombeo determina un aumento, lo que afecta de modo indirecto a la energía de entrada. Como regla empírica puede decirse que la energía de entrada necesaria es directamente proporcional a la velocidad de circulación en la bomba. Una bomba de doble velocidad requiere una energía de entrada también doble para mantener el mismo nivel de presión. La energía de entrada necesaria es también directamente proporcional al nivel de presión. Si el nivel de presión aumenta cinco veces, será preciso quintuplicar la energía para obtener una velocidad de circulación determinada. La energía se expresa por medio de la fórmula:

$$\text{Potencia} = (\text{velocidad de circulación del volumen}) \times (\text{presión})$$

La potencia necesaria para la bomba se obtiene dividiendo la potencia, determinada mediante la fórmula, por el rendimiento, que suele ser de un 85 por 100.

Amortiguadores (acumuladores)

En los sistemas hidráulicos, los choques son absorbidos por «acumuladores», que son dispositivos de almacenamiento de aceite para usos hidráulicos a alta presión (fig. 34). La bomba suministra aceite al acumulador cuando no lo está suministrando a otras unidades. El aceite almacenado está disponible después para complementar el aceite de la bomba o mantener la presión de ésta cuando se encuentra parada. Asimismo, en caso de que el movimiento de empuje de un cilindro (por ejemplo) se detenga súbitamente, parte del aceite que afluya pasará al acumulador, aliviando así al sistema de repentinas fuerzas de choque, que pueden ser bastante destructivas.

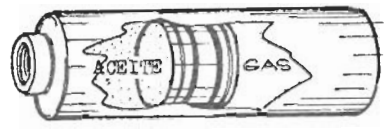
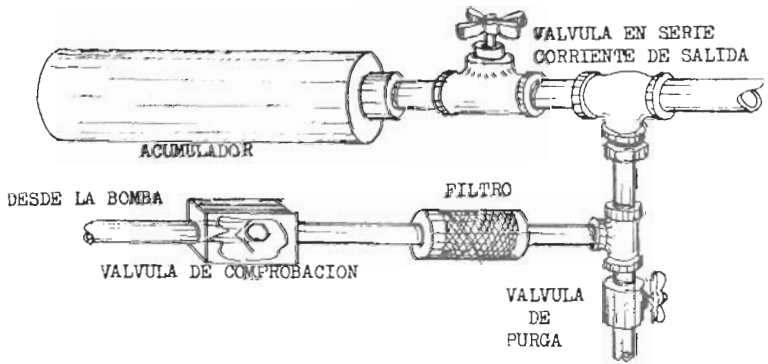


Fig. 34.—Acumulador de tipo émbolo.

Al instalar acumuladores deben tenerse en cuenta las siguientes medidas de seguridad:

- Antes de desconectar cualquier sección de tubería que contenga acumuladores, ábrase la válvula de purga para liberar de presión el sistema (fig. 35).
- Colocar los acumuladores dentro de receptáculos resistentes.
- Al cambiar el gas de un acumulador, utilícese siempre gas inerte; de

Fig. 35.—Método sugerido para la conexión de un acumulador.



lo contrario, pueden originarse explosiones, ocasionadas por el efecto diesel, si se producen fugas internas en el acumulador.

Cilindros

Fuerza de alimentación

El impulso de un cilindro hidráulico puede calcularse mediante la misma fórmula utilizada para los cilindros neumáticos: el área del émbolo multiplicada por la presión manométrica. Sin embargo, en previsión de pérdidas mecánicas y de fluido, los cilindros hidráulicos sólo deben sobredimensionarse en un 10 por 100 aproximadamente. Nótese también que, a igual volumen de bombeo, tal sobredimensión de los cilindros hidráulicos entraña una disminución de velocidad.

Velocidad de alimentación

La velocidad de los cilindros hidráulicos se calcula determi-

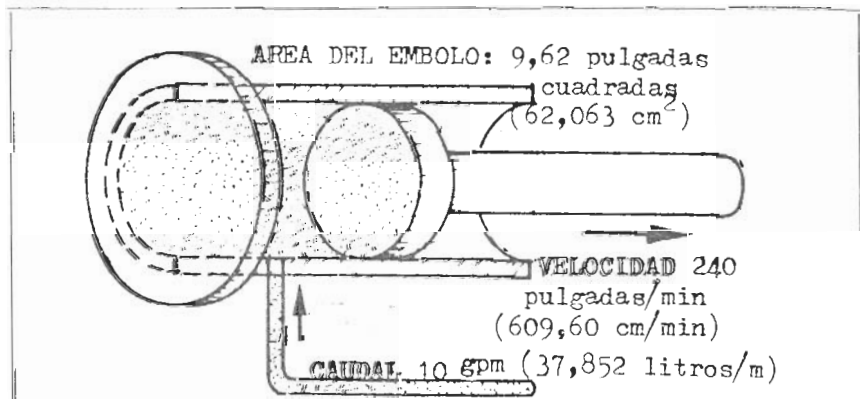


Fig. 36.—Velocidad del cilindro hidráulico.

nando el caudal volumétrico de aceite que pasa al cilindro (normalmente el caudal de una bomba volumétrica) y dividiéndola por el área del émbolo.

Válvulas y tuberías

Para sustituir una válvula, basta reemplazarla por otra similar (en el supuesto de que la antigua sea correcta). Sin embargo, al elegir válvulas en nuevas instalaciones el problema es algo más difícil, pues es preciso tener presentes su idoneidad y economía. La manera más fácil de abordar el problema consiste en determinar primero la velocidad del caudal lineal del sistema (véase el cuadro siguiente), después el tamaño correcto de la tubería (a base de la fórmula que figura a continuación) y finalmente el tamaño de la válvula (determinado en función del tamaño de la tubería).

Problema a título de ejemplo. (véase la figura 36).

Un caudal de aceite de 10 galones por minuto (gpm) (37,852 litros/m) pasa al cilindro. El área del émbolo es de 9,62 pulgadas cuadradas (62,063 cm²). Averigüese la velocidad del émbolo

$$10 \text{ gpm} \times 231 \text{ pulgadas cúbicas/gal} \dots = 2.310 \text{ pulgadas cúbicas/min}$$

$$\begin{aligned} \text{Velocidad del émbolo} &= \frac{2.310 \text{ pulgadas cúbicas/min}}{9,62 \text{ pulgadas cuadradas}} \\ &= 240 \text{ pulgadas/min (609,60 cm/min)} \end{aligned}$$

Téngase en cuenta que al calcular la velocidad de retorno del émbolo, debe restarse del área de la cara de éste la superficie ocupada por el vástago.

Las siguientes son posibles velocidades de flujo dentro de las tuberías:

- Líneas de aspiración de bomba 2-4 pies/seg (0,61-1,22 m/seg).
- Líneas de presión de hasta 34 atm 10-15 pies/seg (3,05-4,57 m/seg).
- Líneas de presión de 34 a 204 atm 15-20 pies/seg (4,57-6,10 m/seg).
- Líneas de presión de más de 204 atm 25 pies/seg (7,62 m/seg).
- Conducciones de aceite en sistemas oleoneumáticos 4 pies/seg (1,22 m/seg).

La fórmula para determinar el tamaño de la tubería es la siguiente:

$$d^2 = \frac{1,27 \times (\text{caudal volumétrico})}{(\text{velocidad de caudal lineal})}$$

donde **d** es el diámetro interior de la tubería.