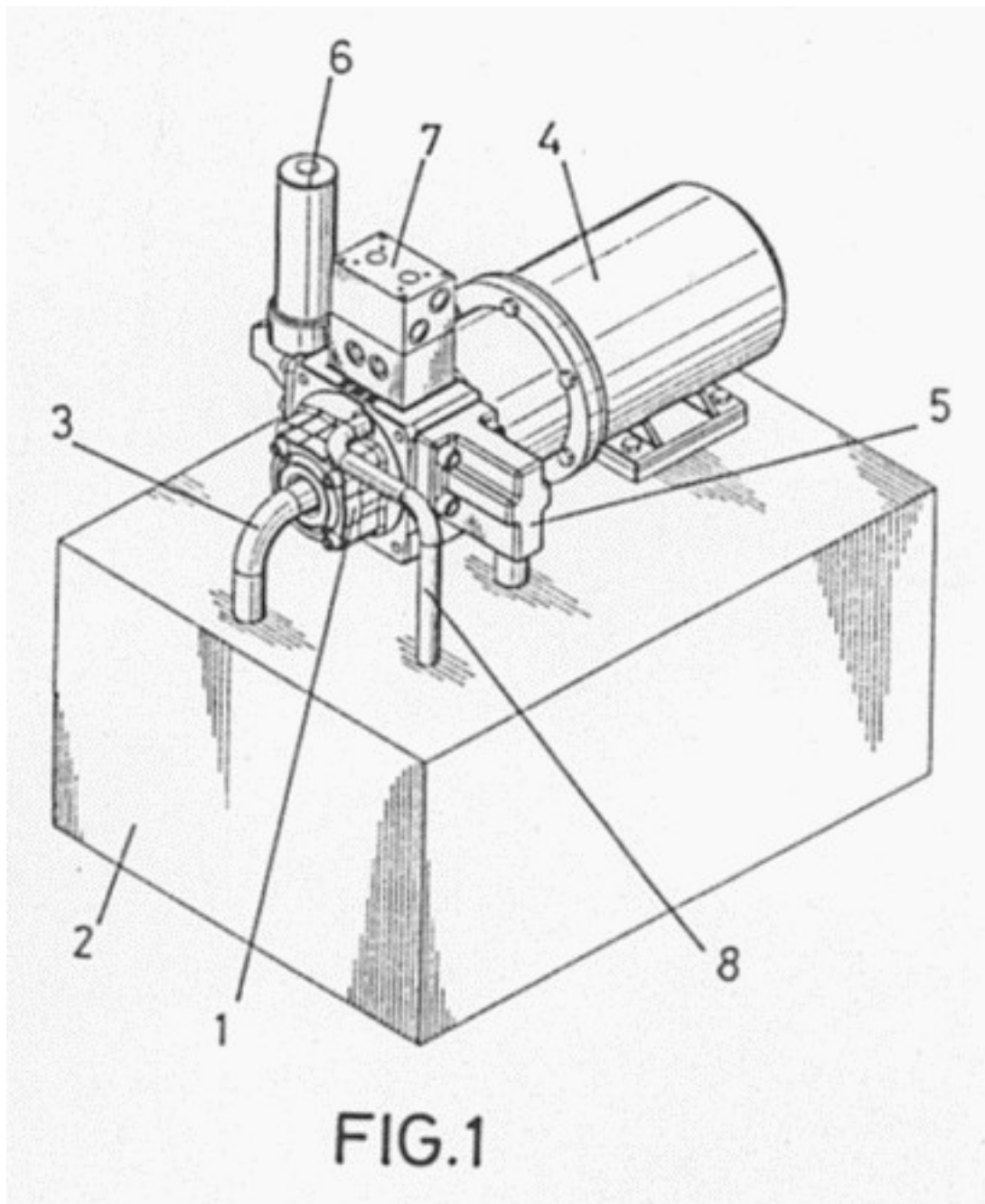


U.D. 9: O GRUPO HIDRÁULICO



1. O GRUPO HIDRÁULICO

O grupo hidráulico proporciona a enerxía que necesita o sistema hidráulico. Os seus compoñentes principais son os seguintes:

- Motor
- Acoplamento
- Bomba
- Válvula limitadora de presión
- Depósito
- Manómetro
- Filtro
- Sistema de refrixeración
- Sistema de calefacción

A continuación imos ver cada un destes elementos, agás os que xa foron tratados en temas anteriores.

1.1.MOTOR

Os sistemas hidráulicos poden ser accionados por motores eléctricos ou de combustión. Os motores eléctricos empréganse fundamentalmente para sistemas hidráulicos estacionarios, mentres que os motores de combustión úsanse para os sistemas hidráulicos móbiles.

1.2.ACOPLAMENTO

É o elemento que transmite o par de xiro entre o motor e a bomba. Ademais ten un sistema de amortecemento entre ambos compoñentes, deste xeito evitase a transmisión das vibracións producidas polo funcionamento do motor cara á bomba e as da bomba cara ao motor. Tamén se evita que os picos de presión da bomba sexan transmitidos ao motor. Ademais os acoplamentos permiten compensar variacións ou defectos na aliñación dos eixes do motor e da bomba.

Algúns tipos de acoplamentos son:

- Acoplamentos de goma.
- Acoplamentos de garras metálicas con discos intermedios de material plástico.

1.3.BOMBA

É o elemento que transforma a enerxía mecánica que recibe do motor en enerxía hidráulica.

1.4.VÁLVULA LIMITADORA DE PRESIÓN

A súa función é a de limitar a presión, e polo tanto os esforzos, aos que se someten os distintos elementos do circuíto. Actúan como elementos de seguridade e son as responsables de que os sistemas hidráulicos sexan tan resistentes ás sobrecargas. Os distintos tipos e seu funcionamento xa foi estudado no tema 4.

1.5.DEPÓSITO

As funcións que realiza o depósito ou tanque dentro do sistema hidráulico son as seguintes:

- Almacenamento do líquido necesario para o funcionamento do sistema hidráulico.
- Disipar calor residual.
- Separar o aire, a auga e substancias sólidas
- Nalgúns casos servir de soporte para a bomba, que pode ir incorporada no interior do tanque ou superposta, para o motor e para outros elementos hidráulicos.

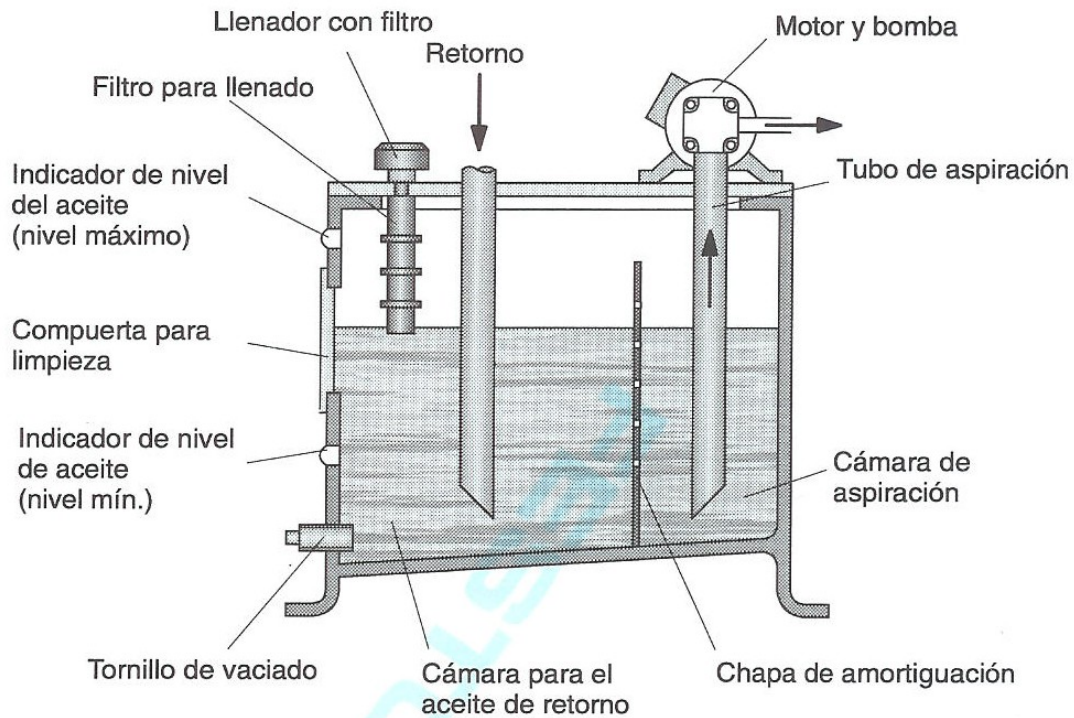
O tamaño do depósito dependerá dos seguintes factores:

- O caudal volumétrico da bomba.
- A temperatura de traballo.
- A máxima diferenza de volume de aceite ao encher os elementos de consumo como cilindros, acumuladores, etc.

CAPACIDADE DEPOSITO	CONDICIÓN DE TRABALLO	MINIMO VOLUME ACEITE
3 Q	Traballo intermitente, con paro da bomba	0,5 Q
5 Q	Traballo intermitente, sen paro da bomba	2 a 3 Q
10 Q	Traballo continuo con grandes quentamentos	3 a 5 Q
> 10 Q	Casos moi especiais	> 5 Q

Os depósitos empregados nos sistema hidráulicos móbiles son máis pequenos por razóns de espazo e de peso, e a veces non poden asumir por si solos a función de refrixeración do fluído, polo que é necesario empregar sistemas de refrixeración.

Ademais do tamaño hai que ter en conta outros aspectos importantes como son:



- A forma do depósito: Os depósitos altos e estreitos son favorables para eliminar o calor residual, mentres que os anchos e baixos son favorables para eliminar aire do aceite.
- As tubarías de aspiración e retorno deben estar o máis separadas posible entre si, e ademais os extremos das mesmas deben quedar somerxidos en aceite por debaixo da marca de nivel mínimo.
- A zona de aspiración e a zona de retorno de aceite deben estar separadas por unha chapa de amortecemento que prolongue o tempo de repouso do aceite, o que permite unha segregación máis efectiva da sucidade, do aire e da auga.
- A chapa do fondo do depósito debe estar inclinada cara ao tapón de baleirado para poder eliminar o lodo e a auga.
- Cando oscila o nivel de aceite e necesario agregar ou evacuar aire a modo de compensación, para evitar que se produza depresión na aspiración. Con este fin o depósito debe ter un respiro, normalmente a través do tapón de enchido. Para evitar que entre sucidade do exterior este respiro leva un filtro de aire. Algúns sistemas hidráulicos móbiles que traballan en condicións moi adversas de humidade e sucidade teñen un depósito cerrado, e para compensar as variacións de nivel teñen unha vexiga pretensada con gas nitróxeno. Estes depósitos ofrecen menos problemas de contaminación do aceite, e ademais a presión da vexiga evita

que se produza cavitación na bomba, xa que o depósito está sometido a presión.

1.6.FILTROS

Para que un sistema hidráulico funcione axeitadamente e os seus elementos teñan unha vida útil longa é necesario incorporar filtros que eliminen as partículas de sucidade existentes no fluído. Calcúlase que aproximadamente o 80% das avarías que se producen en sistemas hidráulicos son debidas á contaminación do fluído. Estas partículas de sucidade poden aparecer por diversas razóns:

- Sucidade inicial durante a posta en marcha: virutas de metal, ara de fundición, po, perlas de soldadura, escoria, pintura, etc, ou sucidade existente no líquido subministrado.
- Sucidade producida durante o funcionamento a causa da abrasión, penetración a través das xuntas e do sistema da aireación do depósito, cambio de líquido, cambio de compoñentes, etc.

Os filtros teñen a función de manter a sucidade en niveis permisibles para evitar un desgaste precoz dos elementos. O filtrado ten que ser o suficientemente fino e ademais deberá poderse controlar a eficiencia do filtro mediante un indicador.

A selección e localización dos filtros depende fundamentalmente da sensibilidade dos diversos compoñentes fronte á sucidade.

As partículas de sucidade mídense en μm e en concordancia indícase o grado de filtración. Esta graduación clasifícase da seguinte maneira:

- Grado de filtración absoluto: Indica o tamaño da partícula máis grande que pode atravesar o filtro.
- Grado nominal de filtración (x): É o tamaño das partículas que son retidas nunha proporción que ven determinada polo valor β .
- Dimensión media dos poros: O tamaño dos poros non é constante senón que varía segundo unha distribución de Gauss.
- Valor β : Indica a diferenza entre a cantidade de partículas dun determinado tamaño (x) que se encontran a un lado e a outro do filtro.

Na seguinte táboa móstrase o grado de filtración recomendado para distintos campos de aplicación:

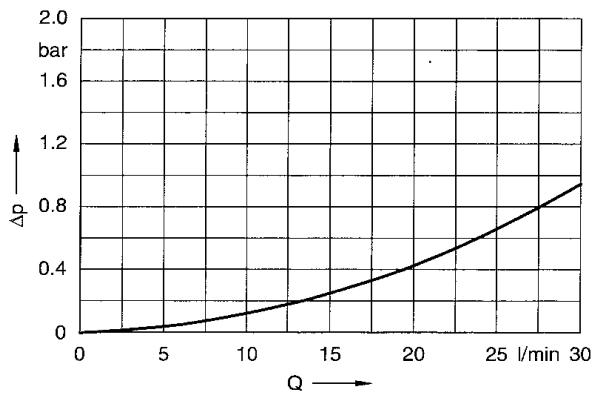
Grado de filtración recomendado x en μm , siendo $\beta \times = 100$	Tipo de sistema hidráulico
1 - 2	Para impurezas finas en sistemas altamente sensibles con gran fiabilidad; preferentemente en aviación y laboratorios
2 - 5	Para sistemas de mando y control sensibles y de alta presión; con frecuencia en la aviación, robots industriales y máquinas herramientas.
5 - 10	Para sistemas hidráulicos de alta calidad y fiabilidad con previsible larga vida útil de sus componentes.
10 - 20	Para hidráulica general y sistemas hidráulicos móviles; presiones medianas y tamaños intermedios.
15 - 25	Para sistemas de baja presión en la industria pesada o para sistemas de vida útil limitada.
20 - 40	Para sistemas de baja presión con holguras grandes.

Os filtros poden ser de capa simple ou de múltiples capas. Os de capa simple empréganse preferentemente durante a primeira posta en marcha dunha instalación hidráulica, poden estar constituídos por tecido de metal, de celulosa ou de material plástico. Os de múltiples capas están fabricados con produtos téxtiles, materiais plásticos, celulosa, fibra de vidro ou metal, xa sexan prensados ou dispostos en varias capas. En comparación cos de capa simple, a igual superficie, os de capas múltiples teñen unha capacidade de retención moito maior.

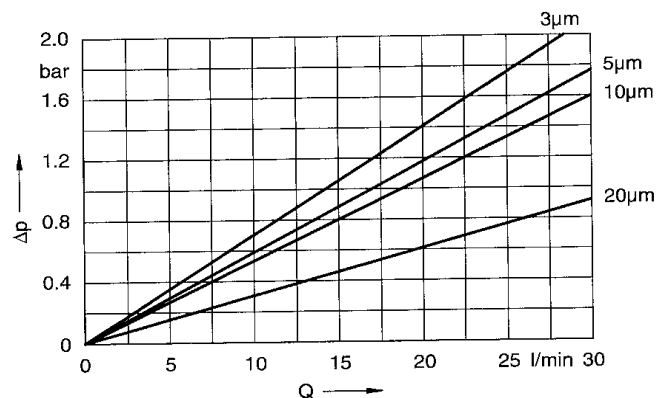
O cartucho filtrante normalmente está dobrado en pliegues para obter a máxima superficie con un pequeno volume. O filtro debe ser o suficientemente grande para evitar que as perdas de presión sexan elevadas. A perda total de presión depende da viscosidade, da graduación do filtro e da cantidade de fluxo. O fabricante indica o factor de viscosidade (f) e a perda de presión (Δp) do corpo e do cartucho. A diferenza de presión orixinada por un filtro determinase do seguinte xeito:

$$\Delta p_{\text{total}} = \Delta p_{\text{corpo}} + f \cdot \Delta p_{\text{cartucho}}$$

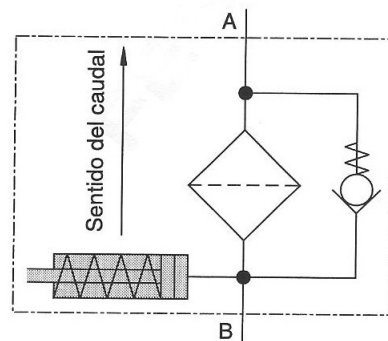
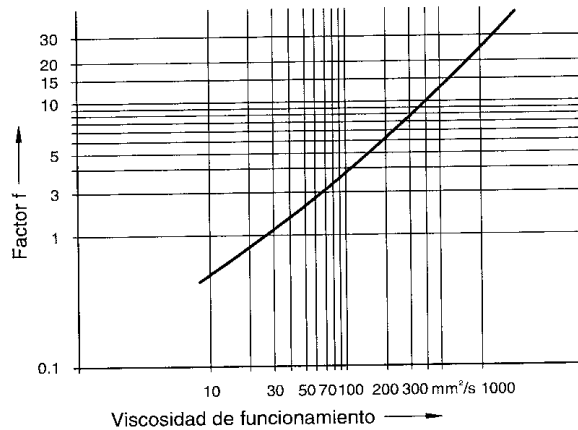
A continuación, a modo de exemplo, móstranse as gráficas de perda de presión características dun filtro:



Perdas de presión do corpo



Perdas de presión do cartucho

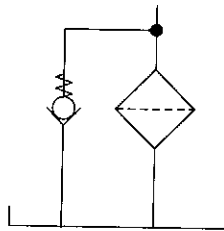


É importante controlar o estado do filtro e polo tanto a súa eficiencia, mediante un indicador do grado de sucidade. Este grado de sucidade é medido mediante a medida da caída de presión. Ao aumentar o grao de sucidade aumenta a presión anterior ao filtro, esta presión actúa sobre un émbolo que presiona un resorte, ao aumentar a presión o émbolo é desprazado contra o muelle. Nalgúns sensores a medición pode facerse directamente sobre o desprazamento do émbolo, noutros o émbolo actúa sobre contactos eléctricos.

Segundo a localización do filtro, dentro do sistema hidráulico, podemos distinguir os seguintes tipos de filtrado:

a) Filtros na aspiración

Estes filtros colócanse na liña de aspiración, antes da bomba, deste xeito ao circuíto só chega líquido filtrado. Empréganse con grados de filtración nominal de entre 60 e 100 μm . Este tipo de filtros emprégase preferentemente en sistemas hidráulicos que non ofrecen garantías en relación coa pureza do aceite no depósito. A súa función principal consiste en protexer a bomba e teñen un baixo rendemento de filtración xa que permiten o paso de partículas de 0,06 ata 0,1 mm. Ademais dificultan a aspiración do fluído pola bomba debido á considerable diminución da presión, que aumenta co grado de obturación do filtro. Esta é a razón pola que estes filtros non poden ter un maior grado de filtración, xa que provocarían unha gran depresión na entrada da bomba e o consecuente efecto de cavitación. Os filtros de aspiración están provistos dunha válvula de desviación (*by-pass*) para evitar problemas na aspiración por obturación do filtro.

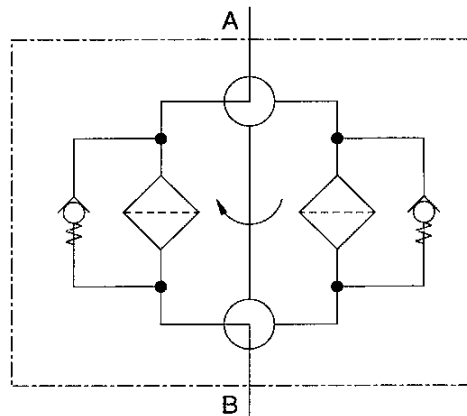


O medio filtrante é, normalmente, unha malla pregada de latón fosforoso soportado por un tubo de chapa perforada de aceiro galvanizado. A área de filtrado é grande en relación co tamaño do conxunto e a caída de presión a través do filtro, para o caudal nominal do mesmo, é aproximadamente de 0,02 bar.

b) Filtros no retorno

O filtro no retorno é o máis empregado. Instálase na liña de retorno, filtrando o líquido antes de ser devolto ao depósito, evitando que volva a penetrar no circuíto. O cartucho e o filtro deben ter a capacidade de resistir os picos de presión que se orixinan cando se abren repentinamente válvulas. Ademais tamén poden estar provistos dunha válvula de desviación (*by-pass*) para evitar problemas nos elementos por aumento da presión no conduto de descarga, especialmente cando o filtro se obtura. A presión de funcionamento destes filtros é de ata 30 bar e o grao de filtración de 10 a 25 μm . Para evitar paradas do sistema por cambio de filtros pódense colocar dous filtros en paralelo, o que permite

substituír o filtro sucio sen deter o sistema.



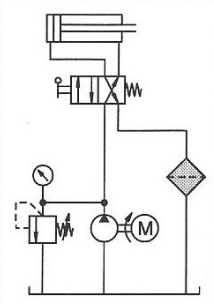
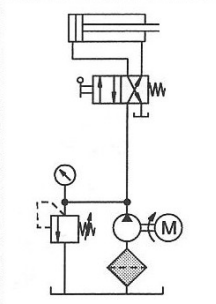
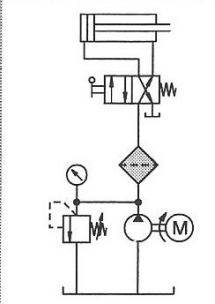
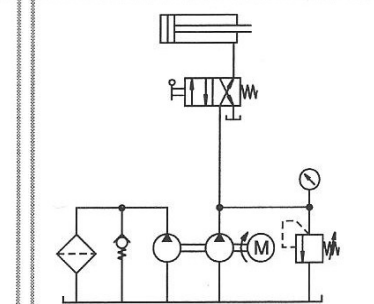
c) Filtros na liña de presión

Estes filtros van instalados na liña de presión e normalmente están concibidos para soportar presións de ata 400 bar. Estes filtros aseguran que todos os elementos, a excepción da bomba reciban o líquido cun grado de filtrado moi alto. Pódese conseguir grados de filtración de entre 3 e 5 μm .

d) Filtro en derivación

Os sistemas anteriores correspóndense a filtros ubicados en distintas posicións do circuíto principal. Tamén é posible colocar un filtro nunha liña secundaria, con unha bomba que fai pasar parte do líquido a través do filtro. Este sistema permite manter o conxunto do fluído con un nivel axeitado de sucidade pero non garante que no depósito non queden partículas capaces de producir avarías xa que non todo o líquido é filtrado. O caudal volumétrico da bomba do circuíto secundario debe corresponder aproximadamente ao 10% do volume do depósito.

A continuación móstrase unha comparativa das distintas ubicacións dos filtros:

				
	Filtración en el circuito principal			Filtro en derivación
	Filtro de descarga	Filtro de aspiración	Filtro de presión	
	Ventajas	Bajos coste. Poco mantenimiento	Protege a la bomba de la suciedad	Posibilidad de recurrir a poros más pequeños para proteger válvulas sensibles a la suciedad
Desventajas	las impurezas sólo son retenidas en las salidas de los componentes del sistema	difícil acceso, problemas de aspiración con poros finos; consecuencias: cavitación	costoso	poca capacidad de filtración
Comentarios	muy difundido	posibilidad de usarlo como filtro adicional antepuesto a la bomba	requiere un cuerpo resistente a la presión y un indicador del grado de suciedad	sólo se filtra una parte del circuito principal

1.7.SISTEMA DE REFRIXERACIÓN

O aceite quéntase dentro do círculo polo efecto da fricción. Parte desta calor é disipada polo depósito, as tubarías e os outros elementos hidráulicos. Unha temperatura do fluído excesiva provocan a diminución da viscosidade por debaixo do aconsellable e acelera a degradación do aceite e reduce a vida útil das xuntas. A temperatura recomendada para os circuitos hidráulicos é a seguinte:

Temperaturas estimadas del fluido hidráulico

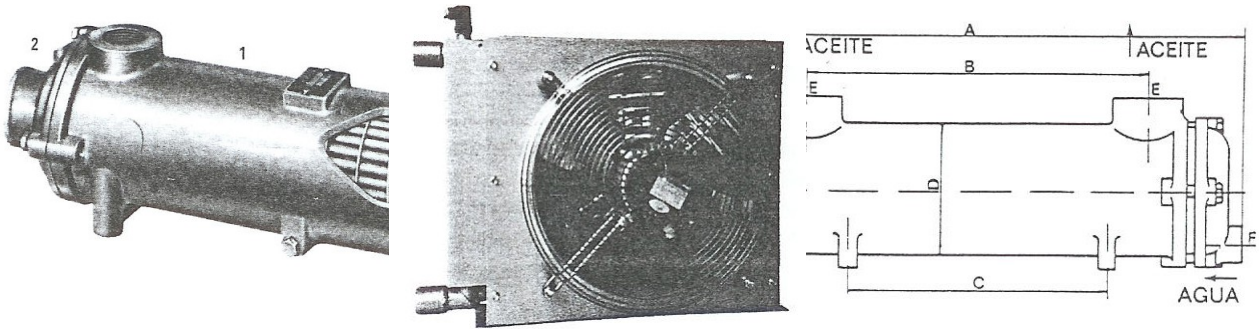
Sistemas estacionarios: 35 - 55 °C en el depósito

Sistemas móviles: 45 - 65 °C en el depósito

Cando o propio círculo non disipa a suficiente calor empréganse sistemas de refrixeración, que activado por un termostato ten a función de manter a temperatura dun fluído dentro duns determinados límites.

Os sistemas de refrixeración que se poden empregar son:

- Por aire: conséguese diminuír a temperatura ata 25 °C
- Por auga: diminución da temperatura ata 35 °C

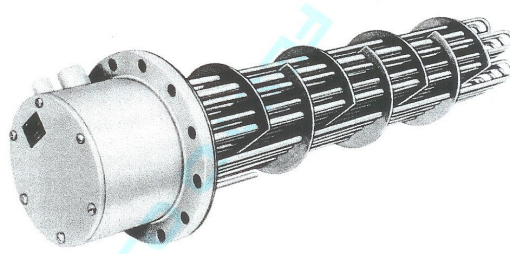


- Para reducións de temperatura maiores empréganse circuitos con axentes frigoríficos.

1.8.SISTEMA DE CALEFACCIÓN

En moitos casos é necesario recurrir a un sistema de calefacción para que o fluído acade rapidamente a viscosidade óptima de traballo, xa que unha viscosidade excesiva significa unha fricción elevada, o que supón un maior risco de cavitación.

Para a calefacción do fluído empréganse normalmente resistencias eléctricas. Tamén se poden empregar cartuchos calefactores ou intercambiadores de calor.



2. FLUÍDOS HIDRÁULICOS

En principio, calquera líquido é axeitado para transmitir enerxía de presión, pero os líquidos empregados nos sistemas hidráulicos teñen que cumprir unha serie de condicións adicionais:

- Transmitir a presión
- Lubricar as partes móbiles dos equipos.
- Disipar calor.
- Protexer contra a corrosión.
- Eliminar partículas abrasivas.

Para cumprir estas condicións deben ter as seguintes propiedades:

- Densidade o máis baixa posible. (As perdas de presión dependen da densidade)
- Pouca compresibilidade.

-
- Boas características de viscosidade en función da temperatura.
- Boas características de viscosidade en función da presión.
- Boa resistencia ao envellecemento.
- Baixa inflamabilidade.
- Compatibilidade con outros elementos (xuntas).
- Capacidade para segregarse o aire.
- Non formar espuma.
- Resistencia ao frío.
- Ofrecer protección contra o desgaste e a corrosión.
- Capacidade de segregación da auga.

Os líquidos elaborados en base a **aceites minerais** (chamados aceite hidráulicos) cumpren perfectamente os requisitos necesarios para a maioría das aplicacións, e en consecuencia son os máis difundidos nos sistemas hidráulicos.

Sen embargo, cando se trata de sistemas hidráulicos que van a traballar en ambientes con risco de incendio, como minería, máquinas de fundición baixo presión, prensas de forxa, sistemas de regulación de turbinas eléctricas ou sistemas de plantas siderúrxicas e trens de laminación é necesario empregar **líquidos dificilmente inflamables (resistentes ao lume)**.

a) Aceites hidráulicos

Segundo a norma DIN 51524 e 51525, os aceites hidráulicos clasifícanse en tres tipos segundo as súas propiedades e composición:

- Aceite hidráulico HL
- Aceite hidráulico HLP
- Aceite hidráulico HV

Nas siglas da designación, a letra H significa que se trata de aceite hidráulico e as demais refírense aos aditivos. Ademais ás siglas engádeselles o coeficiente de viscosidade segundo norma DIN 51517 (clasificación da viscosidade segundo ISO).

A continuación móstranse táboas coas características de cada grupo, as clases de viscosidade segundo a norma ISO e as equivalencias entre a clasificación ISO e a clasificación SAE.

Denominación	Características especiales	Campos de aplicación
HL	Protección anticorrosiva y aumento de la resistencia al envejecimiento.	Equipos en los que surgen elevadas sollicitaciones térmicas o en los que es posible la corrosión por entradas de agua
HLP	Mayor resistencia al desgaste	Igual que los aceites HL y, además, para equipos en los que por su estructura o modo de funcionamiento hay más rozamientos
HV	Viscosidad menos afectada por la temperatura	Igual que los aceites HLP; se utiliza en equipos sometidos a variaciones de temperatura o que trabajan a temperaturas ambientales bajas

Exemplo de designación de aceite hidráulico segundo ISO

HLP 68	<p>H: Aceite hidráulico</p> <p>L: Con aditivos para obtener una mayor protección anticorrosiva y/o mayor resistencia al envejecimiento</p> <p>P: Con aditivos para reducir y/o aumentar la resistencia</p> <p>68: Coeficiente de viscosidad según DIN 51517</p>
--------	---

clases de viscosidad según ISO	viscosidad cinemática (mm ² /s) a 40 °C	
	max.	min.
ISO VG 10	9,0	11,0
ISO VG 22	19,8	24,2
ISO VG 32	28,8	35,2
ISO VG 46	41,4	50,6
ISO VG 68	61,2	74,8
ISO VG 100	90,0	110,0

Clases SAE	ISO-VG	Áreas de aplicación	
		equipos estacionarios en ámbitos cerrados con temperaturas altas	
30	100		
20, 20 W	68	Con temperaturas normales	
10 W	46		
5 W	32	Aplicaciones a la intemperie - hidráulica móvil	
	22		En zonas frías
	(15)		
	10		

A viscosidade é un factor que ten especial importancia, xa que unha viscosidade demasiado baixa crea unha película lubricante moi fina e polo tanto realiza unha peor protección contra o desgaste. Polo contrario, unha viscosidade demasiado elevada causa máis fricción e orixina máis perdas de presión e aumenta a temperatura do sistema. ademais dificulta o arranque en frío.

A relación entre viscosidade e temperatura exprésase polo **índice de viscosidade**. Canto maior é o índice de viscosidade dun aceite menos varía a súa viscosidade en función da temperatura, ou o que é o mesmo, maior é o rango de temperaturas no que pode empregarse ese aceite. Os aceites minerais con alto índice de viscosidade tamén son chamados **aceites multigrado**. Estes aceites son empregados naqueles casos nos que se traballa con temperaturas moi variables, como pode ser un equipo hidráulico móbil.

b) Líquidos difícilmente inflamables

Estes líquidos sintéticos clasifican en acuosos e anhidricos. A estrutura química dos líquidos sintéticos impide a inflamación dos seus gases. Na seguinte táboa móstrase unha clasificación dos líquidos difícilmente inflamables, empregados nos sistemas hidráulicos. Estes designan polas letras HF seguidas doutra letra que fai referencia a súa composición.

Denom. (siglas)	Composición	Contenido en agua en %
HFA	Emulsiones aceite y agua	80 ... 98
HFB	Emulsiones de agua y aceite	40
HFC	Soluciones acuosas, p.ej. glicol acuoso	35...55
HFD	Líquidos anhidricos, p.ej. éster de fosfato	0...0,1

Ventajas y desventajas de los líquidos difícilmente inflamables		
	Ventajas	Desventajas
Mayor densidad		Mayor esfuerzo de succión para la bomba
Menor compresibilidad	Menor elasticidad del fluido	Posibilidad de mayores picos de presión
Segregación deficiente del aire		Mayor tiempo de almacenamiento por usar recipientes más voluminosos
Limitadas temperaturas de trabajo		Imposibilidad de superar los 50°C, ya que de lo contrario se evapora demasiada agua
Relación favorable entre la viscosidad y la temperatura	En los líquidos HFC varía menos la viscosidad si oscilan las temperaturas	En líquidos HFD cambia la viscosidad si oscilan las temperaturas
Efecto de disolución		Los líquidos HFD disuelven las juntas normales de perbunán, los acumuladores y los tubos flexibles
Precio	Las propiedades de los líquidos HFD corresponden a las que tienen los aceites hidráulicos, siempre y cuando se disponga de los respectivos sistemas de calentamiento y refrigeración	Los líquidos HFD son más caros que los aceites hidráulicos

3. CONDUCCIONES

Para o correcto funcionamento dun sistema hidráulico é imprescindible a correcta conexión dos distintos elementos mediante tubos que transporten o fluído nunhas condicións axeitadas, polo que dimensionar estes correctamente é moi importante. No tema 1 xa vimos as velocidades máximas recomendadas para cada tipo de instalación así como os factores a ter en conta para determinar as perdas de carga que se producen nunha conducción hidráulica.

Nun sistema hidráulico podemos encontrar os seguintes tipos de tubos:

- Principais:
 - De aspiración ou alimentación
 - De presión
 - De retorno
- Secundarios:
 - De drenaxe
 - De pilotaxe

3.1. TIPOS DE TUBOS

Nos sistemas hidráulicos empréganse fundamentalmente tres tipos de tubos: tubos gas, tubos milimétricos e tubos flexibles

a) Tubos gas

Os tubos de aceiro foron os primeiros que se empregaron nos sistemas hidráulicos e aínda se seguen empregando polo seu baixo custo. Por tubos gas enténdese tubos nos que o seu diámetro nominal se denomina en polgadas. Poden se fabricados por extrusión (sen costuras) ou mediante soldadura eléctrica, aínda que se empregan máis os tubos sen costura de soldadura e deben estar libres de oxido e sucidade.

Os tubos gas e os seus accesorios clasifícanse segundo as súas dimensións nominais e o grosor das súas paredes. Orixinalmente os tubos gas fabricábanse nun só grosor para cada tamaño nominal e o diámetro indicado era o interior. Mais tarde os tubos gas empezaron a fabricarse con tres grosos de parede: estándar, extragroso e dobre extragroso, pero o diámetro exterior non se modificaba, polo que ao aumentar a parede reducíase o diámetro interior, polo tanto o diámetro nominal dun tubo gas non indicaba máis que o tamaño da rosca para as conexións.

Actualmente o grosor exprésase polos números Schedule. Os números Schedule son especificados polo *American National Standards Institute* (ANSI) e van dende 10 ata 160 e establecen 10 conxuntos de grosor de parede, aínda que os máis empregados son o 40, 80 e 160. A relación 40 corresponde co anteriormente chamado grosor estándar, a relación 80 corresponde co extragroso e a relación 160 é algo inferior ao dobre extragroso. Na seguinte figura móstranse as dimensións dos tubos gas ata 12" (nominais). A relación 10 só se emprega para tubos de máis de 12".

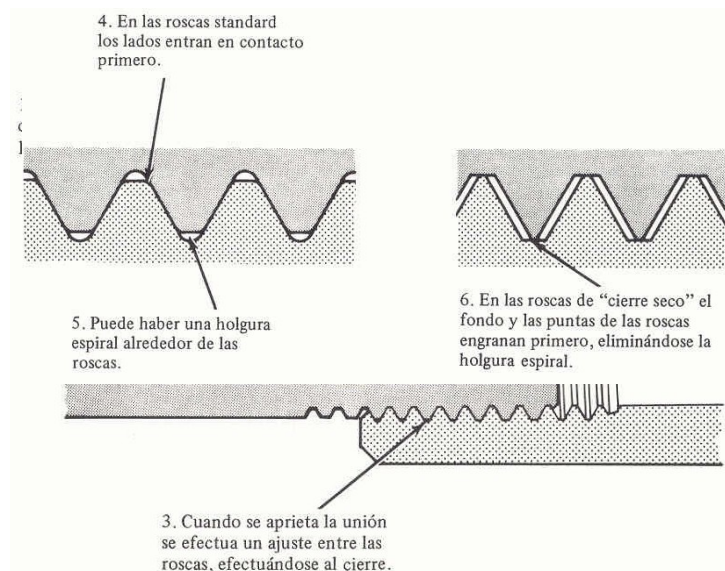
(Estándar) (Extragroso) (Comparación)

Schedule 40 Schedule 80 Schedule 160 Doble extragroso

Tamaño nominal	Diam externo	Díámetro interno									
		SCHED. 10	SCHED. 20	SCHED. 30	SCHED. 40	SCHED. 60	SCHED. 80	SCHED. 100	SCHED. 120	SCHED. 140	SCHED. 160
1/8	.405				.269		.215				
1/4	.540				.364		.302				
3/8	.675				.493		.423				
1/2	.840				.622		.546				.466
3/4	1.050				.824		.742				.614
1	1.315				1.049		.957				.815
1-1/4	1.660				1.380		1.278				1.160
1-1/2	1.900				1.610		1.500				1.338
2	2.375				2.067		1.939				1.689
2-1/2	2.875				2.469		2.323				2.125
3	3.500				3.068		2.900				2.624
3-1/2	4.000				3.548		3.364				
4	4.500				4.026		3.826		3.624		3.438
5	5.563				5.047		4.813		4.563		4.313
6	6.625				6.065		5.761		5.501		5.189
8	8.625		8.125	8.071	7.981	7.813	7.625	7.439	7.189	7.001	6.813
10	10.750		10.250	10.136	10.020	9.750	9.564	9.314	9.064	8.750	8.500
12	12.750		12.250	12.090	11.934	11.626	11.376	11.064	10.750	10.500	10.126

En Europa as dimensións dos tubos gas veñen determinadas polas normas DIN 2440, 2441 e ISO R-65.

As roscas dos tubos gas son cónicas, ao contrario que as dos tubos milimétricos. Ao apertar a rosca prodúcese unha adaptación entre as roscas macho e femia. Isto resulta un sistema moi fácil pero presenta un problema. Cando a unión debe romperse, para volver a facela estanca debe apertarse máis e a lonxitude do tubo non o permite. Solúciónase envolvendo cinta de teflón ou outros elementos axeitados para cerrar a unión. As roscas son do tipo "peche seco", quere isto dicir que crestas encaixan no fondo, evitando así a folgura espiral.



Como nos tubos só se poden facer roscas macho empréganse distintos tipos de accesorios como racores, codos e outros elementos para cambiar a dirección. A maioría dos accesorios levan roscas femia para unilos aos tubos, aínda que outros levan rosca macho para unilos a outros accesorios ou aos elementos hidráulicos.

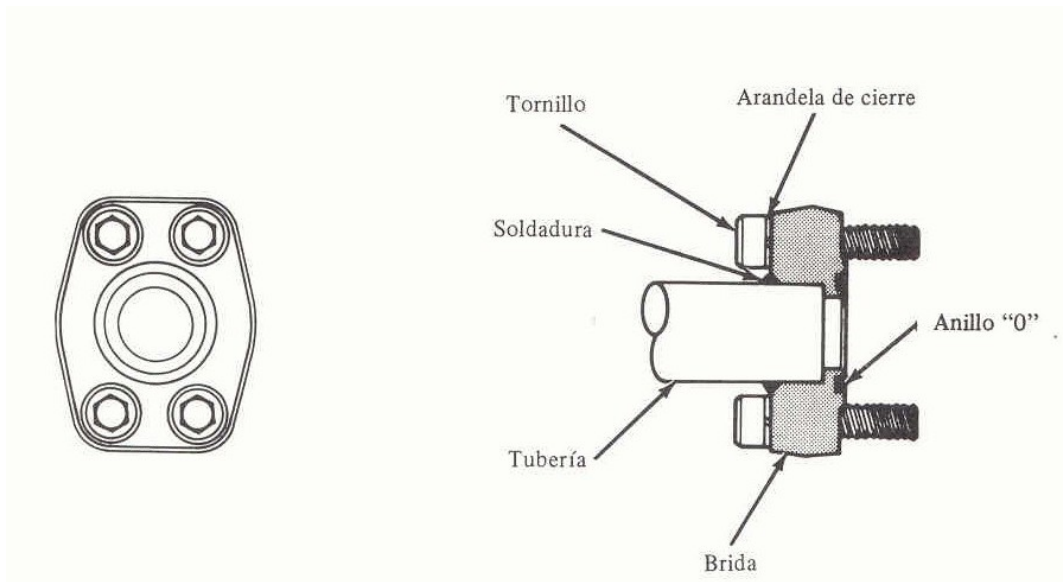
As unións roscadas empréganse ata diámetros de 1"1/4. Cando se precisan tubos de maior diámetro únense con bridas soldadas ao tubo con xuntas planas ou tóricas para conseguir estanquidade.

b) Tubos milimétricos

Están normalizados pola norma DIN 2391, fábrícanse normalmente sen costuras, o que permite que poidan dobrarse, reducindo o número de unións. Nos sistemas de baixo volume aguantan presións máis elevadas con dimensións e pesos menores e as roscas das unións non son cónicas, o que permite desmontar a unión e volverla a montar mantendo a estanquidade.

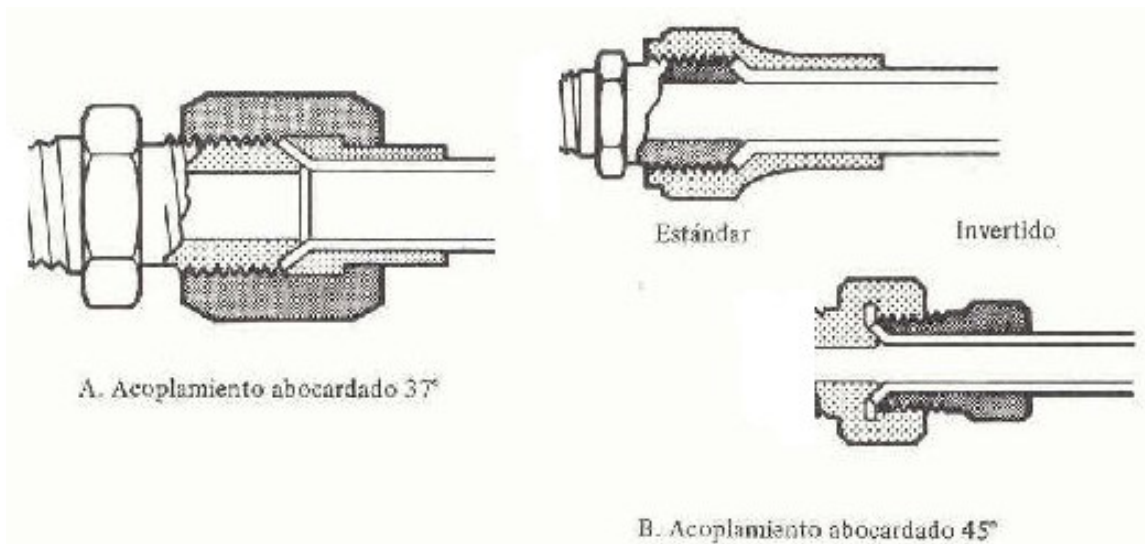
As especificacións dos tubos milimétricos refírense sempre ao diámetro exterior. As medidas dispoñibles van dende 4 ata 80 mm e fábrícanse en varios grosos.

Os tubos milimétricos nunca pechan directamente mediante rosca senón mediante outro accesorios. Algúns destes accesorios realizan o peche mediante contacto metal-metal e son coñecidos como accesorios de compresión. Outros accesorios realizan o peche mediante xuntas tóricas ou similares. As unións roscadas empréganse para diámetros de ata 38 mm, para diámetros maiores empréganse bridas soldadas ao tubo e a estanquidade entre as dúas bridas realízase mediante xuntas tóricas ou planas.

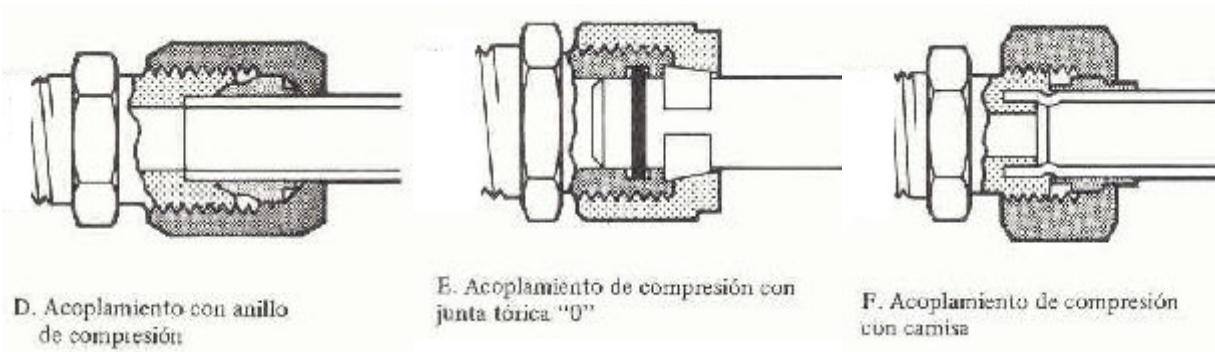


Dentro das unións roscadas existen varios tipos:

- Unións abocardadas: Mediante un estiramento no extremo do tubo prodúcese un aumento de diámetro, quedando o extremo do tubo en forma troncocónica. Este extremo é apertado entre un tronco de cono interior e outro exterior mediante unha tuerca. Un manguito ou unha prolongación da tuerca soporta o tubo para protexelo das vibracións. O ángulo do abocardado varía en función da presión de traballo, sendo o máis común 37° e empregándose 45° para presións moi altas.



- Unións roscadas sen abocardar, mediante camisa ou anel cortante ou mediante xunta tórica.



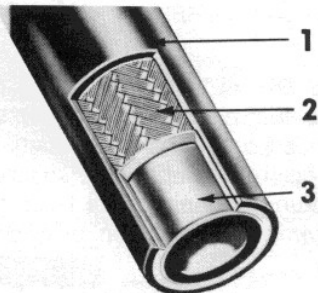
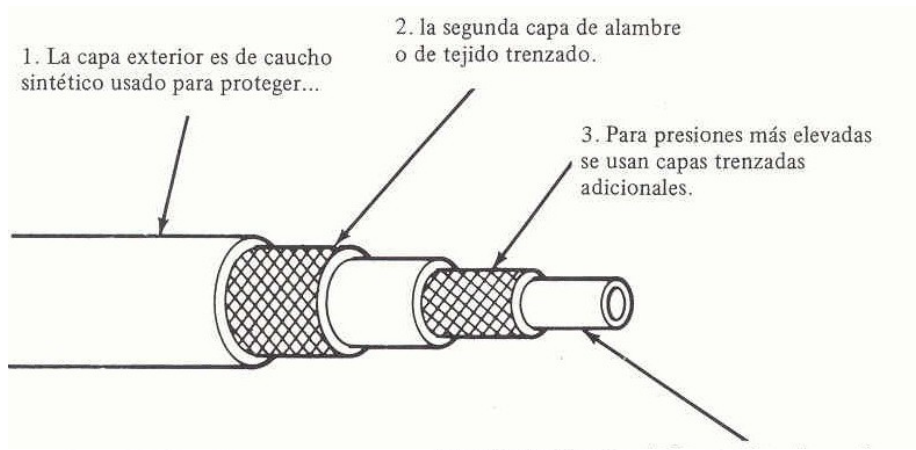
- Unión de rosca cilíndrica con xunta tórica para a unión entre elementos hidráulicos.



c) Tubos flexibles

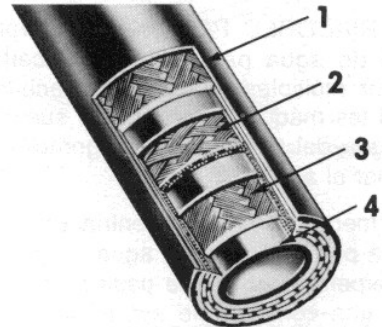
Empréganse para conectar equipos ou elementos móbiles ou nos que por razón de espazo non se poden empregar tubos ríxidos. Ademais os tubos flexibles tamén diminúen os ruídos e vibracións. Os tubos flexibles están compostos de varias capas:

- A capa interior é de goma sintética, teflón, elastómero de poliéster, perbunán ou neopreno. En calquera caso á de ser compatible co fluído do circuito.
- A capa intermedia é de reforzo e consiste nun trenzado de aceiro ou poliéster. En función da presión de traballo esta capa intermedia pode estar constituída por unha única capa ou varias capas, e poden estar en contacto entre si ou separadas por capas de caucho.
- A capa exterior é normalmente de goma resistente á abrasión. Ademais os tubos poden ter un recubrimento adicional de espiral para protexelas de danos mecánicos.



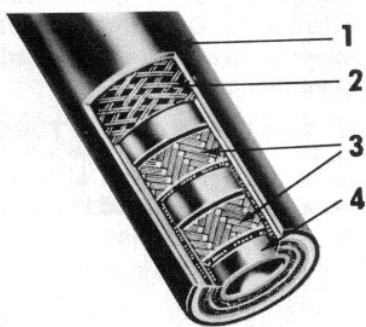
TUBO DE BAJA PRESION

- 1 — Cubierta de goma o algodón
 2 — Malla metálica de refuerzo
 3 — Tubo interior de goma sintética



TUBO DE PRESION MEDIA

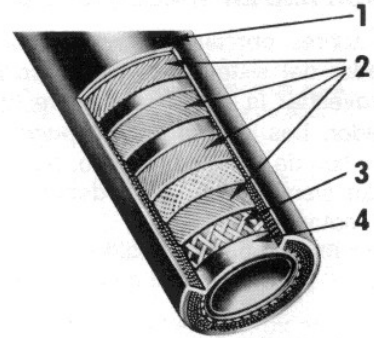
- 1 — Cubierta de goma o algodón
 2 — Malla metálica simple de refuerzo
 3 — Tejido de algodón interior
 4 — Tubo interior de goma sintética



TUBO DE ALTA DE PRESION

- 1 — Cubierta de goma
 2 — Tejido de algodón
 3 — Mallas metálicas de refuerzo
 4 — Tubo interior de goma sintética

F 3167 A



TUBO DE MUY ALTA PRESION

- 1 — Cubierta de goma
 2 — Espiral de alambre multiple de refuerzo
 3 — Tejido de algodón
 4 — Tubo interior de goma sintética

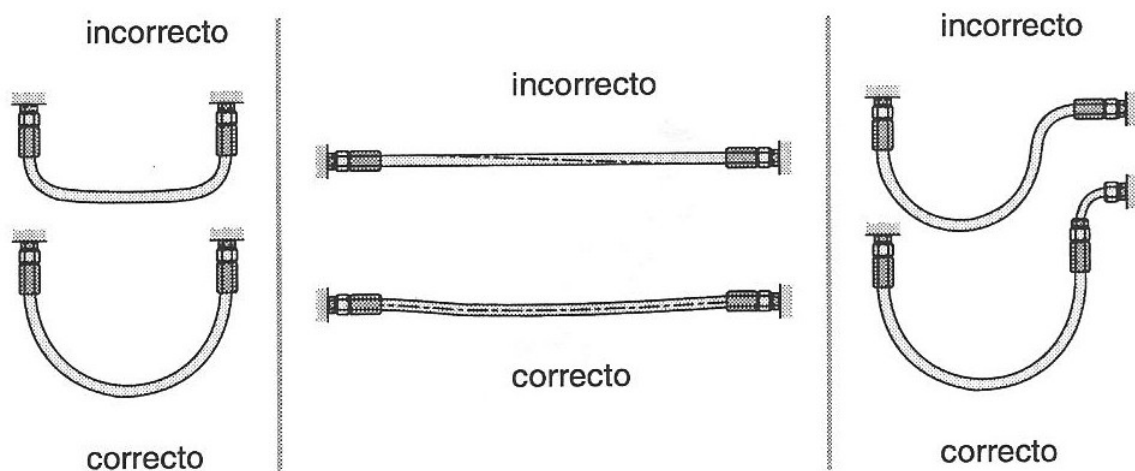
Á hora de empregar tubos flexibles deben ser tidos en conta os datos ofrecidos polo fabricante en relación co diámetro nominal, carga admisible e resistencia química e térmica. Para comprender os datos aportados polo fabricante é necesario coñecer as seguintes definicións:

- Presión de traballo máxima admisible: É a presión máxima á que o tubo debe someterse durante o traballo. Está calculada con un coeficiente de seguridade 4 con relación a presión de rotura, e dicir, a presión de traballo equivale a 1/4 da presión de rotura.
- Presión de rotura ou de estalido: Só ten unha función de control. O tubo non debe

rebotar nin perder a estanquidade con presións inferiores a esta.

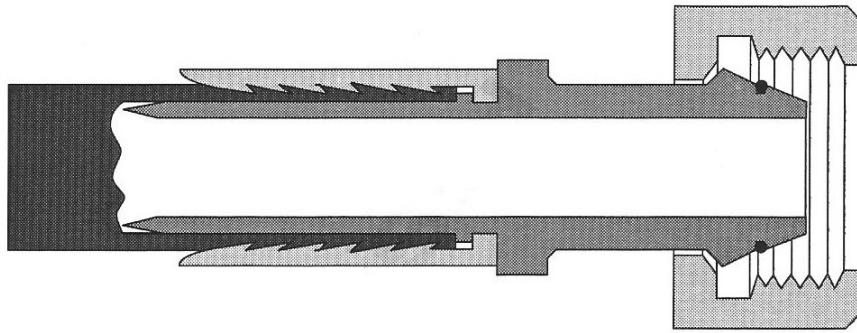
- Presión de proba: con fines de control os tubos son sometidos a unha presión dúas veces superior á presión de traballo durante un periodo de entre 30 e 60 segundos.
- Radio flector: O valor indicado para o radio flector mínimo refírese a un tubo inmóbil exposto á presión de traballo.
- Temperatura de traballo: Refírese á temperatura do aceite.

A lonxitude é un parámetro importante a ter en conta ao realizar o montaxe dos tubos. Debe procurarse que sexa posible mover os elementos sen que se produzan tiróns nas tubarías. Ademais os radios de curvatura deberán ser o suficientemente grandes. Na seguinte figura ofrécense algunhas regras básicas para o montaxe de tubos flexibles.



As tubarías poden estar conectadas aos elementos ou entre si mediante racores ou mediante acoplamentos rápidos. A fixación dos elementos de conexión nos extremos do tubo pode ser dos seguintes tipos (segundo DIN 24950)

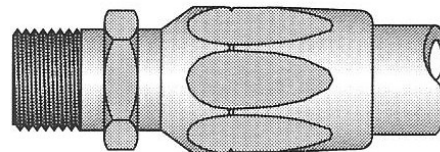
- Acoplamento roscado: o tubo fíxase mediante roscado axial de diversos elementos. Este tipo de acoplamento pode montarse sen necesidade de ferramentas especiais e ademais é reutilizable.
- Acoplamento a presión (compresión): o tubo aloxase entre dous cilindros condéncricos, un interior e u exterior. Por presión dun contra outro deformase o exterior quedando o o tubo perfectamente enganchado. Só pode realizarse con máquinas especiais e ademais non pode volver a utilizarse. Este sistema é o máis empregado.



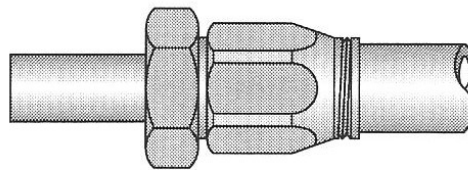
- Acoplamento con abrazadeiras: son sinxelos pero non son válidos para altas presións.
- Acoplamento enchufable: consta dunha boquilla que deforma o tubo cando se coloca. Igual que o anterior non é válido para altas presións.

Os terminais que se empregan para a conexión de tubos flexibles son os seguintes:

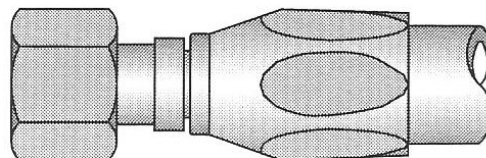
Tuerca de conexión



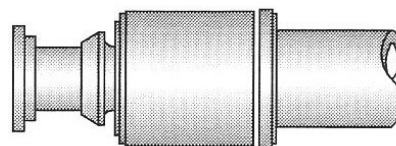
Extremo para tubo



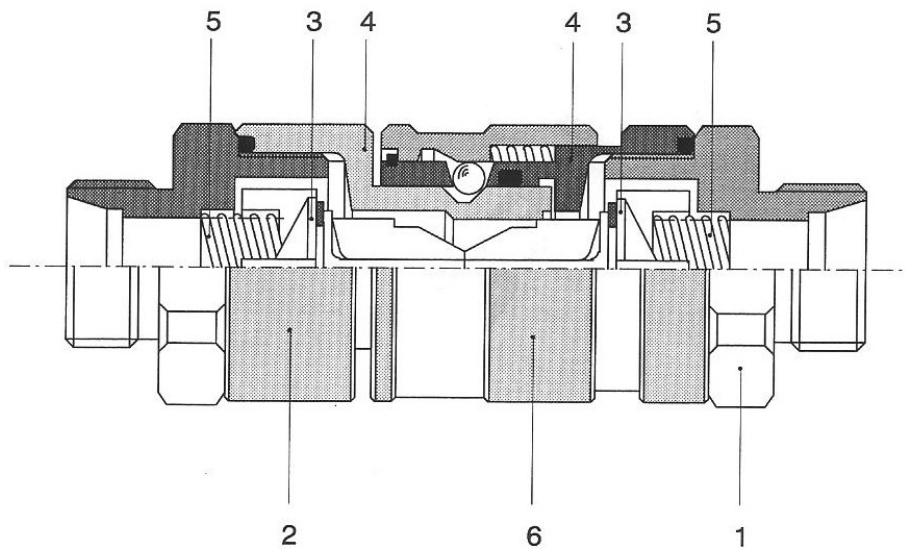
Rosca externa



Boquilla para brida SAE



Tamén se poden empregar acoplamentos rápidos naqueles tubos que hai que conectar e desconectar con moita frecuencia, xa que permiten unha conexión e desconexión moi rápida. Ademais estes elementos poden estar provistos dun antirretorno desbloqueable mecánicamente, o que permite un montaxe e desmontaxe sen que se perda líquido, sempre que o sistema non estea con presión.

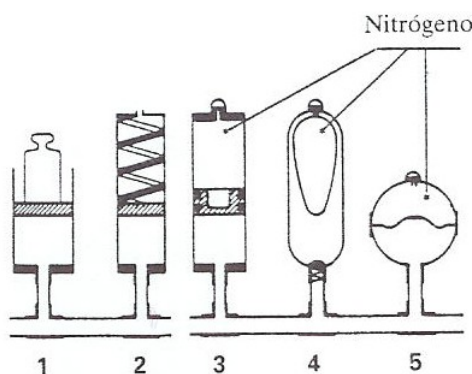


- | | |
|---------------------------------|-----------------------|
| 1 Zócalo de acoplamiento rápido | 4 Asiento de junta |
| 2 Boquilla de acoplamiento | 5 Muelle |
| 3 Cono de estanquidad | 6 Anillo de retención |

4. ACUMULADORES

Un acumulador hidráulico ten como función almacenar enerxía absorbindo un certo volume de líquido a presión, entregándoo cando o sistema o necesita.

Existen varios tipos de acumuladores, como se mostra na figura seguinte, aínda que os de peso (1) e os de resorte (2) non se empregan. Os máis empregados son aqueles nos que se comprime un gas (nitróxeno pola súa baixa actividade química que elimina o risco de

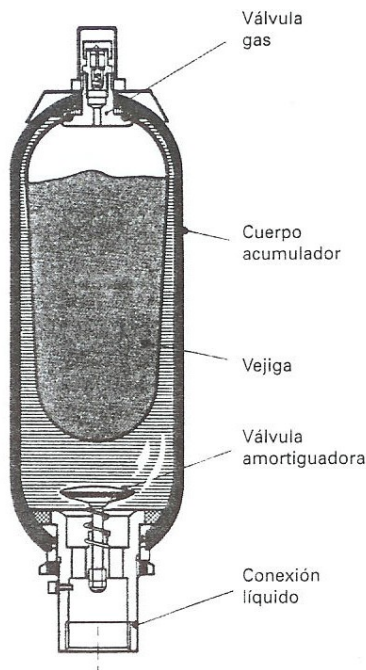


explosión), sendo na realidade o gas o que acumula a enerxía. Segundo a súa construción poden ser de pistón, de vexiga ou de membrana.

Nos de pistón (3) o gas e o líquido están separados por un pistón que se despraza dentro dun cilindro. Empréganse para grandes volumes.

Nos de membrana (5) o líquido e o gas están separados por unha membrana. Este sistema emprégase para pequenos volumes de almacenamento.

Os de vexiga (4) son os máis empregados nos sistemas hidráulicos. O nitróxeno está incluído nunha vexiga que o separa do líquido permitíndolle variar o seu volume.



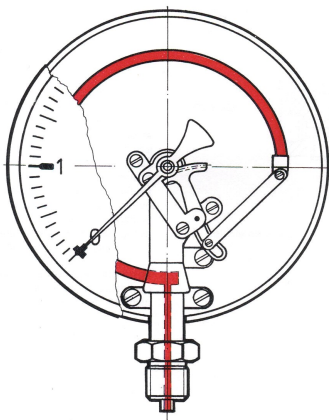
As aplicacións máis importantes dos acumuladores son:

- Reserva de fluído a presión ou reserva de enerxía.
- Absorber pulsacións.
- Compensar fugas no circuíto.
- Fonte auxiliar de enerxía.
- Amortecedor do golpe de ariete.

5. EQUIPOS DE MEDIDA

a) Manómetros

Serven para medir a presión relativa dos fluídos. O sistema de medición máis empregado é o do tubo de Bourdon. Consiste nun tubo que curvo que coa presión tende a deformarse



e activa, por medio dun sistema de palancas e engraxes, unha agulla, que indica a presión sobre un disco graduado. As graduación son moi diversas, e van desde 0 a 60 bar ata 0 a 1000 bar. Para obter unha medida o máis precisa posible debe escollerse un manómetro cunha graduación axeitada e non se deben medir presións por encima de 2/3 da medida máxima da escala.

Para realizar medicións con maior precisión debe recurrirse a sensores electrónicos que se basean na tensión que produce o cuarzo por efecto da presión (fenómeno piezoeléctrico).

b) Termómetros

Empréganse para medir a temperatura. A escala pode estar en °C ou °F. Nos empregados para medir a temperatura do fluído hidráulico a graduación esta entre 0 e 80 °C (entre 32 e 176 °F) ou entre 0 e 100 °C (entre 32 e 212°F)

c) Indicadores de nivel

Empréganse para controlar o nivel de fluído no tanque. Poden ser de nivel óptico ou de nivel eléctrico. O primeiro mostra o nivel de aceite do depósito de xeito visual. O segundo acciona una alarma por medio dunha sinal eléctrica se o nivel está por debaixo do recomendable.

d) Presostato

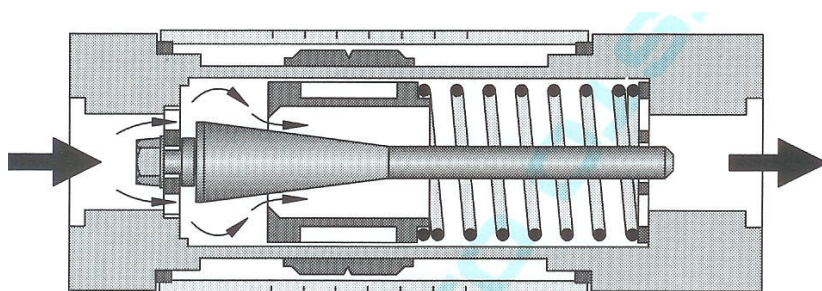
Abren ou pechan un circuíto eléctrico en función da presión. Poden ser de pistón, de tubo elástico ou presostato electrónico. Nos dous primeiros un elemento flexible (resorte ou tubo) deformase por efecto da presión e actívase un contacto. No terceiro caso, por medio dun elemento eléctrico sensible á presión captan unha sinal e transfórmala nunha sinal eléctrica.

e) Termostato

Serven para o control da temperatura de servizo do fluído. Abren ou cerran circuítos eléctricos en función da temperatura. Emprégase para conectar sistemas de calefacción ou para abrir e cerrar electroválvulas nos intercambiadores de calor.

f) Caudalímetro

Para medicións de caudal esporádicas poden empregarse elementos medidores de volume e tendo en conta o tempo. Cando se precisa coñecer de xeito continuo a variación de caudal empréganse caudalímetros de medición directa. Existen dous tipos principalmente:



Consiste nun tubo con un cono central fixo. Sobre el desprázase un émbolo. O fluído a medir para entre o cono e o émbolo. O empuxe que recibe o émbolo é proporcional á

diferenza de presións e ao caudal que pasa, polo tanto o desprazamento do émbolo, que se mantén en equilibrio polo resorte, daranos a medición do caudal nunha escala xa graduada en l/min.

Neste caso a turbina de medición xira por efecto do caudal volumétrico. Mediante un sistema electrónico mídese a velocidade de xiro de dita turbina, que é proporcional ao caudal. Existen modelos similares con outros elementos medidores, como poden ser rodas dentadas.