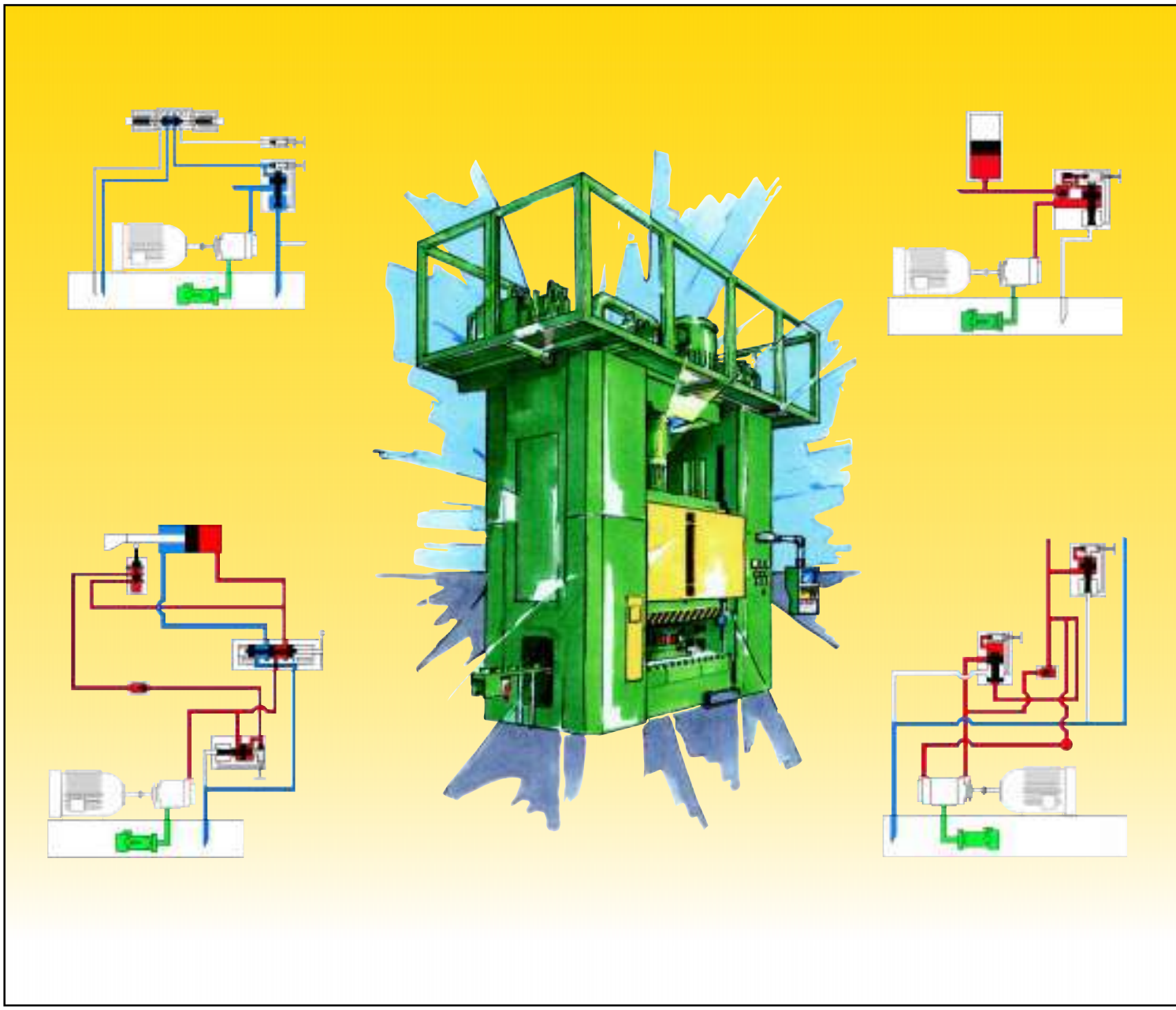
Parker
Training

Tecnologia Hidráulica Industrial

Apostila M2001-1 BR
Julho 1999



COPYRIGHT ©
by Parker Hannifin Corporation

Tecnologia Hidráulica Industrial

Apresentação

Parker Training

Para incentivar, ampliar e difundir as tecnologias de automação industrial da Parker Hannifin, numa gama tão ampla de aplicações, foi criada, na Parker Jacareí, a Parker Training.
Há mais de 26 anos treinando profissionais em empresas, escolas e universidades, a Parker Training vem oferecendo treinamento técnico especializado e desenvolvendo material didático diversificado e bem elaborado, com o intuito de facilitar a compreensão.
Com instrutores qualificados, esse projeto é pioneiro na área de treinamento em automação industrial no Brasil, e colaborou para a formação de mais de 25 mil pessoas, em aproximadamente 4 mil empresas, através de cursos e materiais reconhecidos pelo conteúdo técnico e qualidade de ensino.
Para alcançar tais números e continuar a atender seus clientes, de forma cada vez melhor, com uma parceria cada vez mais forte, os profissionais da Parker Training se dedicam a apresentar sempre novos conceitos em cursos e materiais didáticos.
São ministrados cursos abertos ou “in company” em todo o país, através de instrutores próprios ou de uma rede de franqueados, igualmente habilitada e com a mesma qualidade de treinamento.
Os cursos oferecidos abrangem as áreas de Automação Pneumática/Eletropneumática, Manutenção de Equipamentos Pneumáticos/Hidráulicos, Técnicas de Comando Pneumático, Controladores Lógicos Programáveis e Hidráulica/Eletrohidráulica Industrial com controle proporcional.
São oferecidos também programas de treinamento especial com conteúdo e carga horária de acordo com as necessidades do cliente, empresa ou entidade de ensino.
Faz parte dos nossos cursos uma grande gama de materiais didáticos de apoio, que facilita e agiliza o trabalho do instrutor e do aluno: transparências, componentes em corte, símbolos magnéticos, apostilas e livros didáticos ligados às técnicas de automação, gabaritos para desenho de circuitos, fitas de vídeo, software de desenho e simulação de circuitos pneumáticos e hidráulicos, além de bancadas de treinamento para realização prática destes circuitos.

Índice

1. Introdução 4

2. Conceitos Básicos 5

3. Transmissão Hidráulica de Força e Energia 9

4. Fluidos, Reservatórios e Acessórios 13

5. Mangueiras e Conexões 28

6. Bombas Hidráulicas 36

7. Válvulas de Controle de Pressão 59

8. Válvulas de Controle Direcional 72

9. Válvulas de Retenção 86

10. Válvulas Controladoras de Fluxo (Vazão) 89

11. Elemento Lógico (Válvulas de Cartucho) 98

12. Atuadores Hidráulicos 104

13. Acumuladores Hidráulicos 120

14. Simbologia 124

15. Circuitos Hidráulicos Básicos 132

1. Introdução

Com a constante evolução tecnológica, tem-se no mercado a intensa necessidade de se desenvolverem técnicas de trabalho que possibilitem ao homem o aprimoramento nos processos produtivos e a busca da qualidade.
Para se buscar a otimização de sistemas nos processos industriais, faz-se o uso da junção dos meios de transmissão de energia, sendo estes:

- Mecânica
- Elétrica
- Eletrônica
- Pneumática
- Hidráulica

Experiências têm mostrado que a hidráulica vem se destacando e ganhando espaço como um meio de transmissão de energia nos mais variados segmentos do mercado, sendo a Hidráulica Industrial e Móbil as que apresentam um maior crescimento.

Porém, pode-se notar que a hidráulica está presente em todos os setores industriais. Amplas áreas de automatização foram possíveis com a introdução de sistemas hidráulicos para controle de movimentos.

Para um conhecimento detalhado e estudo da energia hidráulica vamos inicialmente entender o termo Hidráulica. O termo Hidráulica derivou-se da raiz grega Hidro, que tem o significado de água, por essa razão entendem-se por Hidráulica todas as leis e comportamentos relativos à água ou outro fluido, ou seja, Hidráulica é o estudo das características e uso dos fluidos sob pressão.

2. Conceitos Básicos

Para compreendermos a hidráulica e suas aplicações, se faz necessário o conhecimento básico de conceitos físicos.

Força

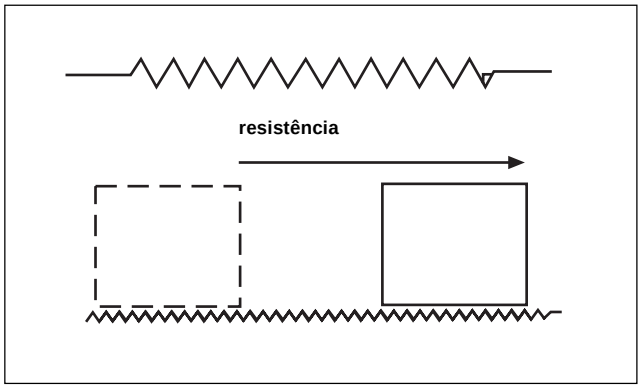
Força é qualquer influência capaz de produzir uma alteração no movimento de um corpo. Temos como unidade de medida de força o NEWTON (N).

Resistência

A força que pode parar ou retardar o movimento de um corpo é uma resistência. Exemplos de resistência são: o atrito e a inércia.

O Atrito como Resistência

A resistência por atrito ocorre sempre que dois objetos estejam em contato e que as suas superfícies se movam uma contra a outra.



A Inércia como Resistência

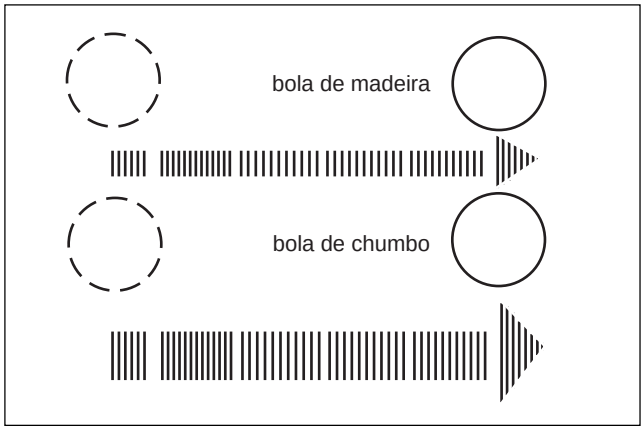
A inércia é a relutância de um corpo em aceitar uma alteração no seu movimento.
A inércia está diretamente relacionada à quantidade de matéria no corpo. Quanto maior a massa ou a matéria em um corpo, mais pesado é este e, consequentemente, mais difícil movê-lo.

Energia

Uma força que pode causar o movimento de um corpo é energia.

A Inércia como Energia

A inércia, sendo a relutância de um corpo a uma alteração no seu movimento, pode também ser energia. Um corpo em movimento exibe uma relutância ao ser parado, e pode assim bater em outro corpo e causar o seu movimento.
Com uma bola de madeira e outra de chumbo movendo-se na mesma velocidade, a bola de chumbo exibe uma inércia maior, desde que é mais difícil pará-la. A bola de chumbo tem mais energia do que a bola de madeira.



Lei da Conservação de Energia

A lei da conservação de energia diz que a energia não pode ser criada e nem destruída, embora ela possa passar de uma forma à outra.

O Estado Cinético da Energia

$$Ec = \frac{m.\ v^2}{2}$$

A energia no estado cinético está em movimento. Ela causa o movimento quando toca a superfície do objeto.

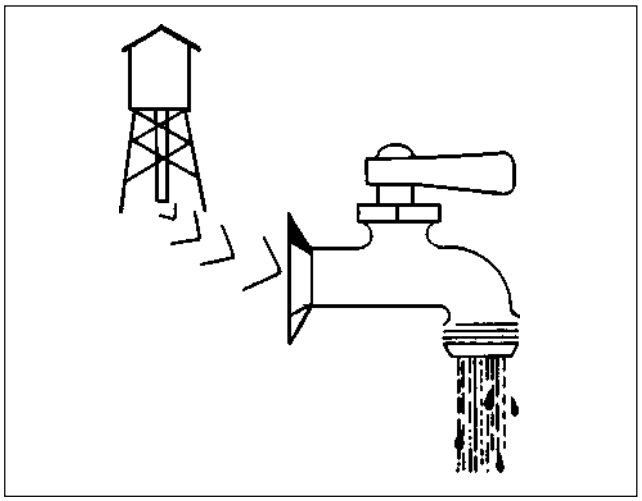
O Estado Potencial da Energia

$$Ep = m.g.h$$

Quando no estado potencial a energia está acumulada, ela está pronta e esperando para entrar em ação, para transformar-se em energia cinética tão logo surja a oportunidade.

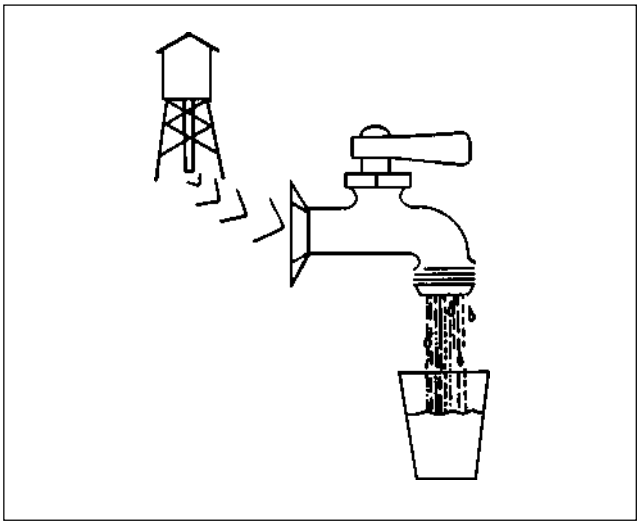
A energia potencial tem a propriedade de transformar-se em energia cinética por causa do seu constituinte físico, ou da sua posição acima de um certo ponto de referência.

Por causa da elevação, a água contida em uma torre de água é energia potencial. Ela tem a propriedade de escoar por gravidade pela torneira de uma residência que estiver em um nível mais baixo.



O Estado de Alteração de Energia

A energia potencial tem a propriedade de se transformar em energia cinética. E a energia cinética pode ser também transformada em energia potencial. A água na torre é energia potencial que se transforma em energia cinética hidráulica na torneira. Esta energia cinética se transforma em energia potencial à medida que se enche um copo.



Trabalho

É o movimento de um objeto através de uma determinada distância.

Temos como unidade para trabalho o:

Newton - Metro (Nm)

A expressão que descreve o trabalho é:

Trabalho = força exercida x distância do movimento = joule
(Nm) (N) (m) (J)

Potência

A unidade para medir "potência" é o N.m/s. James Watt, o inventor da máquina a vapor, quis comparar a quantidade de potência que a sua máquina poderia produzir com a potência produzida por um cavalo. Por métodos experimentais, Watt descobriu que um cavalo poderia erguer 250 kgf à altura de 30,5 cm em um segundo, que é igual a:

$$745{,}7 \ \frac{N\ m}{s}$$

A expressão que descreve potência é:

$$HP = \frac{\text{Força exercida (N) x distância do movimento (m)}}{\text{Tempo (segundos)}} \times 745$$

Definição de Pressão

Pressão é a força exercida por unidade de superfície. Em hidráulica, a pressão é expressa em kgf/cm^2, atm ou bar.

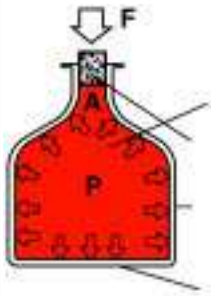
A pressão também poderá ser expressa em psi (pound per square inch) que significa libra força por polegada quadrada, abrevia-se lbf/pol^2.

Lei de Pascal

A pressão exercida em um ponto qualquer de um líquido estático é a mesma em todas as direções e exerce forças iguais em áreas iguais.

Vamos supor um recipiente cheio de um líquido, o qual é praticamente incompressível.

F = Força A = Área P = Pressão

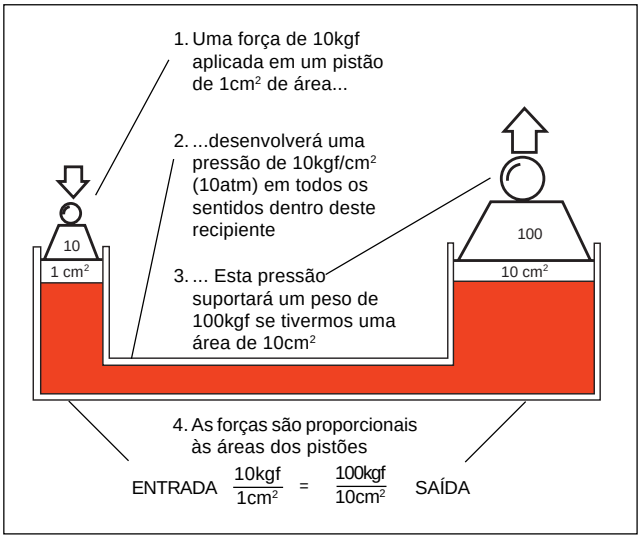


1. Suponhamos uma garrafa cheia de um líquido, o qual é praticamente incompressível.
2. Se aplicarmos uma força de 10kgf numa rolha de 1cm^2 de área...
3. ... o resultado será uma força de 10kgf em cada centímetro quadrado das paredes da garrafa.
4. Se o fundo da garrafa tiver uma área de 20cm^2 e cada centímetro estiver sujeito a uma força de 10kgf, teremos como resultante uma força de 200kgf aplicada ao fundo da garrafa.

Quando aplicamos uma força de 10 kgf em uma área de 1 cm^2, obtemos como resultado uma pressão interna de 10 kgf/cm^2 agindo em toda a parede do recipiente com a mesma intensidade.

Este princípio, descoberto e enunciado por Pascal, levou à construção da primeira prensa hidráulica no princípio da Revolução Industrial. Quem desenvolveu a descoberta de Pascal foi o mecânico Joseph Bramah.

Princípio Prensa Hidráulica



Sabemos que:

$$P = \frac{F}{A}$$

Portanto:

$$P_1 = \frac{F_1}{A_1} = \frac{10\ kgf}{1\ cm^2} = 10\ kgf/cm^2$$

Temos que a pressão, agindo em todos os sentidos internamente na câmara da prensa, é de 10 Kgf/cm^2. Esta pressão suportará um peso de 100 Kgf se tivermos uma área A_2 de 10 cm^2, sendo:

$$F = P \times A$$

Portanto:

$F2 = P1 \times A2$

$F2 = 10\ kgf/cm^2 \times 10cm^2$

$F2 = 100\ kgf$

Podemos considerar que as forças são proporcionais às áreas dos pistões.

Fatores de Conversão de Unidades de Pressão

1 atm	=	1,0333 kgf/cm²
1 atm	=	1,0134 bar
1 atm	=	14,697 psi (lbf/pol²)
1 atm	=	760 mmHg
1 kgf/cm²	=	0,9677 atm
1 kgf/cm²	=	0,9807 bar
1 kgf/cm²	=	14,223 psi (lbf/pol²)
1 kgf/cm²	=	736 mmHg
1 bar	=	0,9867 atm
1 bar	=	1,0196 kgf/cm²
1 bar	=	14,503 psi (lbf/pol²)
1 bar	=	759 mmHg
1 psi	=	0,0680 atm
1 psi	=	0,0703 kgf/cm²
1 psi	=	0,0689 bar
1 psi	=	51,719 mmHg

Equivalência entre Unidades de Pressão

1 atm $\tilde{=}$ 1kgf/cm² = 1 bar $\tilde{=}$ 14,7 psi

Podemos considerar:

1 bar = 14,5 psi

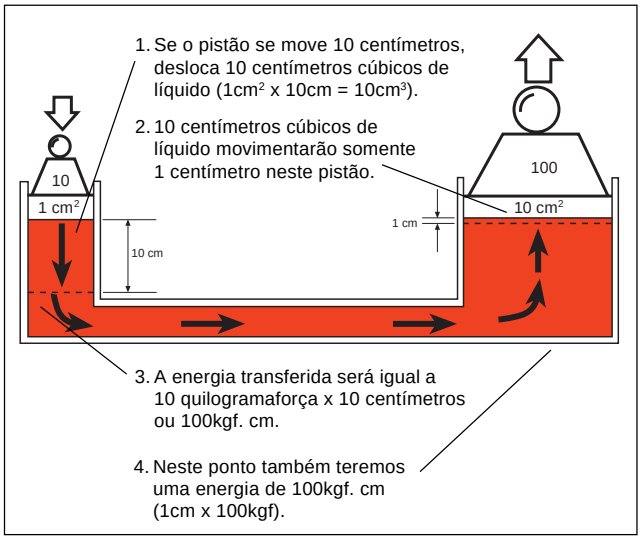
Conservação de Energia

Relembrando um princípio enunciado por Lavoisier, onde ele menciona:

"Na natureza nada se cria e nada se perde, tudo se transforma."

Realmente não podemos criar uma nova energia e nem tão pouco destruí-la e sim transformá-la em novas formas de energia.

Quando desejamos realizar uma multiplicação de forças significa que teremos o pistão maior, movido pelo fluido deslocado pelo pistão menor, sendo que a distância de cada pistão seja inversamente proporcional às suas áreas.
O que se ganha em relação à força tem que ser sacrificado em distância ou velocidade.



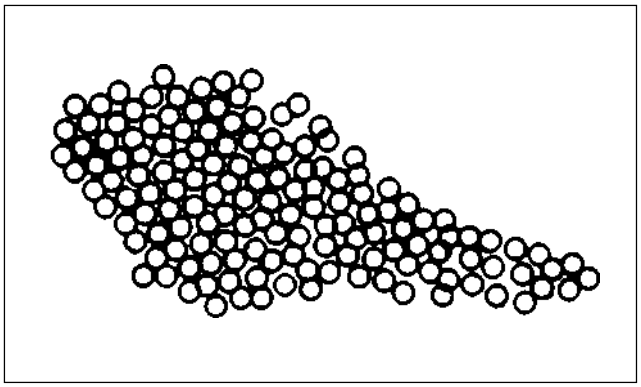
Quando o pistão de área = 1 cm² se move 10 cm desloca um volume de 10cm³ para o pistão de área = 10 cm². Consequentemente, o mesmo movimentará apenas 1 cm de curso.

3.Transmissão Hidráulica de Força e Energia

Antes de trabalhar diretamente com a transmissão de energia através de líquidos, torna-se necessário rever o conceito de hidráulica estudando as características de um líquido, para depois saber como uma força se transmite através dele.

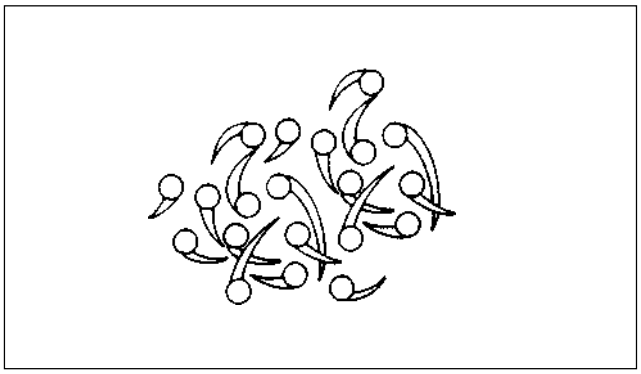
Líquidos

Líquido é uma substância constituída de moléculas. Ao contrário dos gases, nos líquidos as moléculas são atraídas umas às outras de forma compacta. Por outro lado, ao contrário dos sólidos, as moléculas não se atraem a ponto de adquirirem posições rígidas.



Energia Molecular

As moléculas nos líquidos estão continuamente em movimento. Elas deslizam umas sob as outras, mesmo quando o líquido está em repouso. Este movimento das moléculas chama-se energia molecular.



Os Líquidos assumem qualquer forma

O deslizamento das moléculas umas sob as outras ocorre continuamente, por isso o líquido é capaz de tomar a forma do recipiente onde ele está.

Os Líquidos são relativamente Incompressíveis

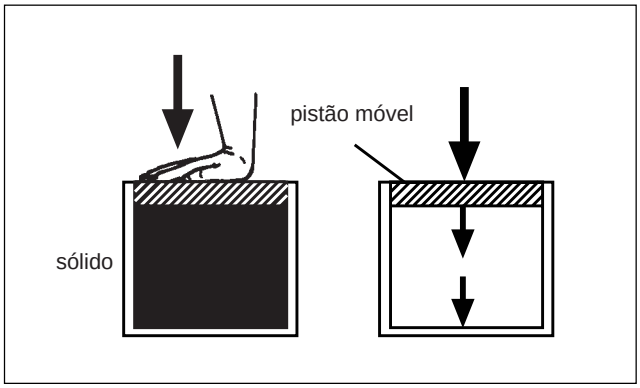
Com as moléculas em contato umas às outras, os líquidos exibem características de sólidos. Os líquidos são relativamente impossíveis de serem comprimidos. Uma vez que os líquidos são relativamente ***Incompressíveis*** e podem tomar a forma do recipiente, eles possuem certas vantagens na transmissão de força.

Transmissão de Força

Os quatro métodos de transmissão de energia: mecânica, elétrica, hidráulica e pneumática, são capazes de transmitir forças estáticas (energia potencial) tanto quanto a energia cinética. Quando uma força estática é transmitida em um líquido, essa transmissão ocorre de modo especial. Para ilustrar, vamos comparar como a transmissão ocorre através de um sólido e através de um líquido em um recipiente fechado.

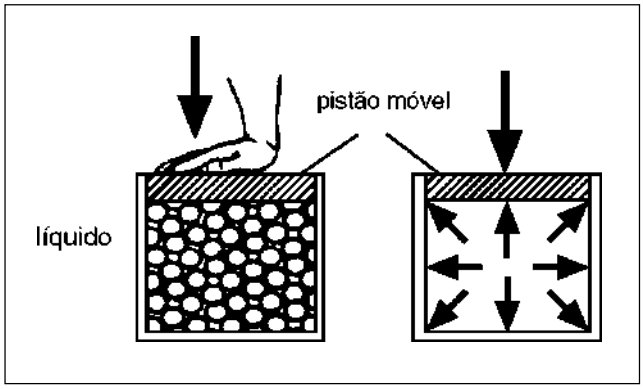
Força Transmitida através de um Sólido

A força através de um sólido é transmitida em uma direção. Se empurrarmos o sólido em uma direção, a força é transmitida ao lado oposto, diretamente.



Força Transmitida através de um Líquido

Se empurrarmos o tampão de um recipiente cheio de líquido, o líquido do recipiente transmitirá pressão sempre da mesma maneira, independentemente de como ela é gerada e da forma do mesmo.

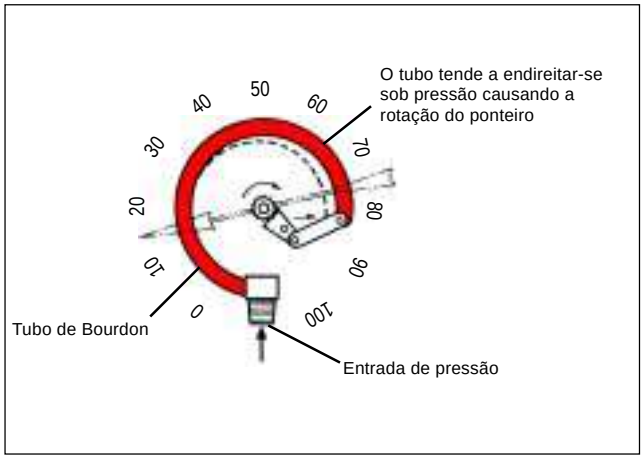


Manômetro

O manômetro é um aparelho que mede um diferencial de pressão. Dois tipos de manômetros são utilizados nos sistemas hidráulicos: o de Bourdon e o de núcleo móvel.

Manômetro de Bourdon

O tubo de Bourdon consiste de uma escala calibrada em unidades de pressão e de um ponteiro ligado, através de um mecanismo, a um tubo oval, em forma de "C". Esse tubo é ligado à pressão a ser medida.

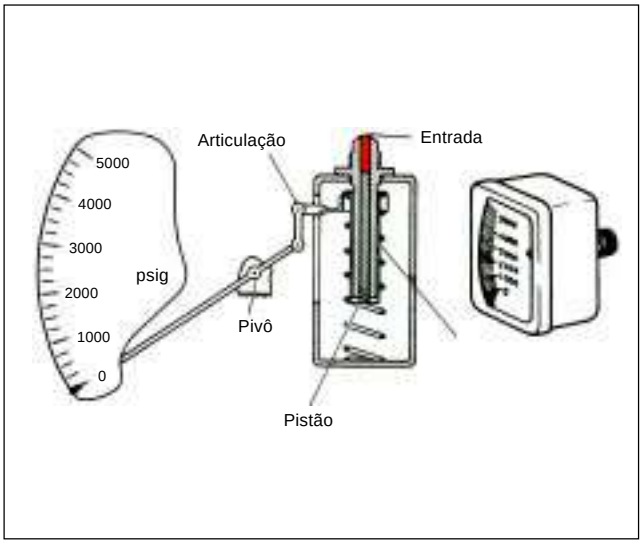


Funcionamento

Conforme a pressão aumenta no sistema, o tubo de Bourdon tende a endireitar-se devido às diferenças nas áreas entre os diâmetros interno e externo do tubo. Esta ação de endireitamento provoca o movimento do ponteiro, proporcional ao movimento do tubo, que registra o valor da pressão no mostrador.
Os manômetros de Bourdon são instrumentos de boa precisão com valores variando entre 0,1 e 3% da escala total. São usados geralmente para trabalhos de laboratórios ou em sistemas onde a determinação da pressão é de muita importância.

O Manômetro de Núcleo Móvel

O manômetro de núcleo móvel consiste de um núcleo ligado ao sistema de pressão, uma mola de retração, um ponteiro e uma escala graduada em kgf/cm^2 ou psi.



Funcionamento

Conforme a pressão aumenta, o núcleo é empurrado contra a mola de retração. Este movimento provoca o movimento do ponteiro que está ligado ao núcleo e este registra o valor da pressão no mostrador graduado. Os manômetros de núcleo móvel são duráveis e econômicos.

Viscosidade

A viscosidade é a medida de resistência ao fluxo das moléculas de um líquido quando elas deslizam umas sobre as outras. É uma medida inversa à de fluidez.

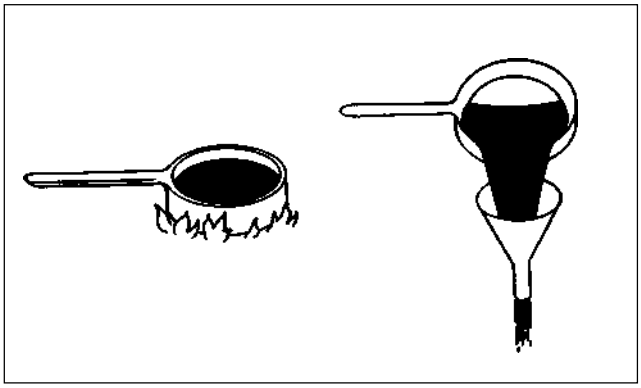
Ver tabela a seguir

Tabela para Conversão de Viscosidade Cinemática					
Viscosidade Centistokes	Viscosidade Saybolt		Viscosidade Centistokes	Viscosidade Saybolt	
(mm^2/s)	40°C	100°C	(mm^2/s)	40°C	100°C
2	32,6	32,9	37	172,7	173,9
3	36,0	36,3	38	177,3	178,5
4	39,1	39,4	39	181,8	183,0
5	42,4	42,7	40	186,3	187,6
6	45,6	45,9	41	190,8	192,1
7	48,8	49,1	42	195,3	196,7
8	52,1	52,5	43	199,8	201,2
9	55,5	55,9	44	204,4	205,9
10	58,9	59,3	45	209,1	210,5
11	62,4	62,9	46	213,7	215,2
12	66,0	66,5	47	218,3	219,8
13	69,8	70,3	48	222,9	224,5
14	73,6	74,1	49	227,5	229,1
15	77,4	77,9	50	232,1	233,8
16	81,3	81,9	51	236,7	236,7
17	85,3	85,9	52	241,4	243,0
18	89,4	90,1	53	246,0	247,7
19	93,6	94,2	54	250,6	252,3
20	97,8	98,5	55	255,2	257,0
21	102,0	102,8	56	259,8	261,6
22	106,4	107,1	57	264,4	266,3
23	110,7	111,4	58	269,1	270,9
24	115,0	115,8	59	273,7	274,6
25	119,3	120,1	60	278,3	280,2
26	123,7	124,5	61	282,9	284,9
27	128,1	129,0	62	287,5	289,5
28	132,5	133,4	63	292,1	294,5
29	136,9	137,9	64	296,7	298,8
30	141,3	142,3	65	301,4	303,5
31	145,7	146,8	66	306,0	308,1
32	150,2	151,2	67	310,6	312,8
33	154,7	155,8	68	315,2	317,4
34	159,2	160,3	69	319,8	322,1
35	163,7	164,9	70	324,4	326,7
36	168,2	169,4			

Acima de 70 Centistokes a 40°C = Centistokes x 4,635 = Saybolt

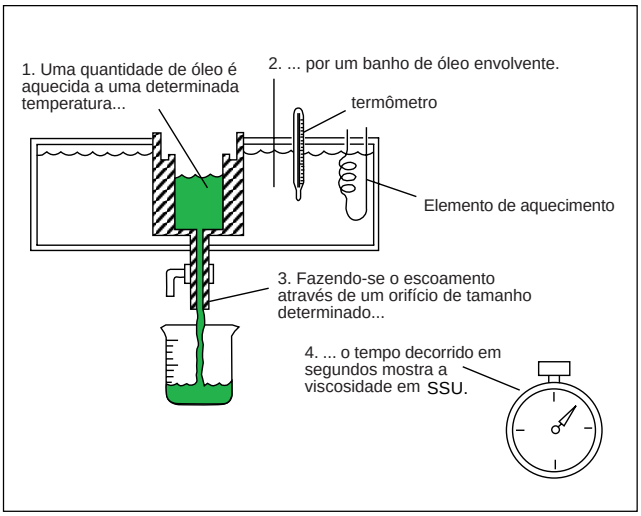
Efeito da Temperatura sobre a Viscosidade

Uma garrafa de melado tirada da geladeira apresenta uma alta resistência ao fluxo. Tentar passar esse líquido por um funil constitui-se numa operação demorada. Aquecendo-se o melado, faz-se com que ele escoe perfeitamente pelo funil. O aquecimento das moléculas do melado faz com que elas deslizem umas às outras com maior facilidade. Conforme se aumenta a temperatura de um líquido, a sua viscosidade diminui.



SSU
Segundo Saybolt Universal

Uma das medidas de viscosidade dos fluidos é o SSU - abreviatura de Segundo Saybolt Universal. O professor Saybolt aqueceu um líquido com volume predeterminado a uma dada temperatura e fez o líquido passar por uma abertura de tamanho também especificado. Ele cronometrou o fluxo (em segundos), até que o líquido enchesse um recipiente com capacidade de 60 mililitros. O resultado foi a medição da viscosidade em SSU.

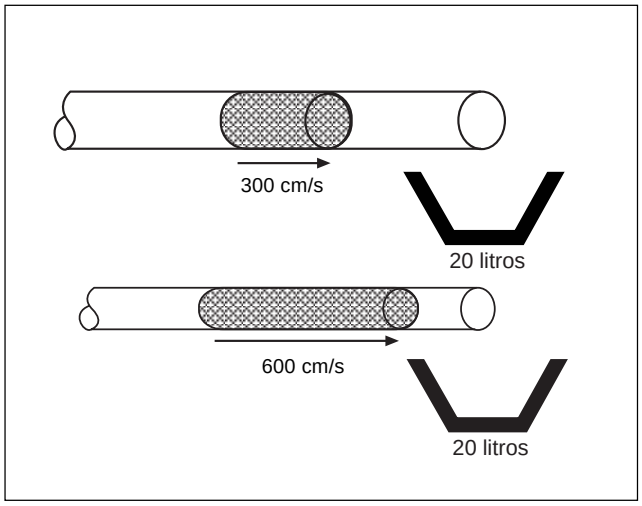


Viscosidade gera Calor

Um líquido de alta viscosidade, ou seja, de 315 SSU, apresentando maior resistência ao fluxo, gera mais calor no sistema do que um líquido de baixa viscosidade, digamos, de 100 SSU.
Em muitas aplicações industriais, a viscosidade do óleo deve ser de 150 SSU a 38 C°.
NOTA: Nenhum sistema hidráulico usa fluido de baixa viscosidade. A determinação apropriada da viscosidade do fluido para um sistema hidráulico incorpora fatores que não serão tratados neste curso.

Velocidade x Vazão

Nos sistemas dinâmicos, o fluido que passa pela tubulação se desloca a certa velocidade.
Esta é a velocidade do fluido, que de modo geral é medida em centímetros por segundo (cm/seg.).
O volume do fluido passando pela tubulação em um determinado período de tempo é a vazão (Q = V.A), em litros por segundo (l/s).
A relação entre velocidade e vazão pode ser vista na ilustração.



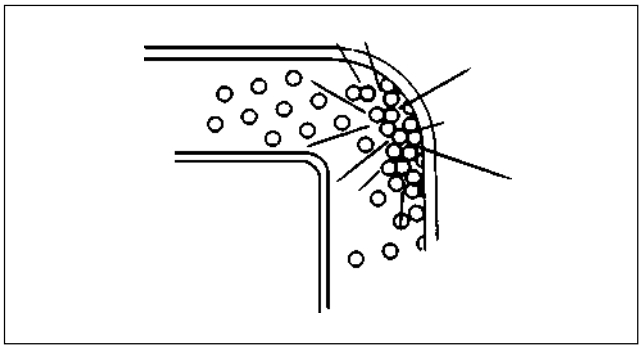
Para encher um recipiente de 20 litros em um minuto, o volume de fluido em um cano de grande diâmetro deve passar a uma velocidade de 300 cm/s. No tubo de pequeno diâmetro, o volume deve passar a uma velocidade de 600 cm/s para encher o recipiente no tempo de um minuto.
Em ambos os casos a vazão é de 20 litros/minuto, mas as velocidades do fluido são diferentes.

O Atrito gera Calor

Em um sistema hidráulico, o movimento do fluido na tubulação gera atrito e calor. Quanto maior for a velocidade do fluido, mais calor será gerado.

A Mudança na Direção do Fluido gera Calor

Em uma linha de fluxo de fluido há geração de calor sempre que o fluido encontra uma curva na tubulação. O fator gerador do calor é o atrito provocado pelo choque das moléculas que se deparam com o obstáculo da curva.
Dependendo do diâmetro do cano, um cotovelo de 90° pode gerar tanto calor quanto vários metros de cano.



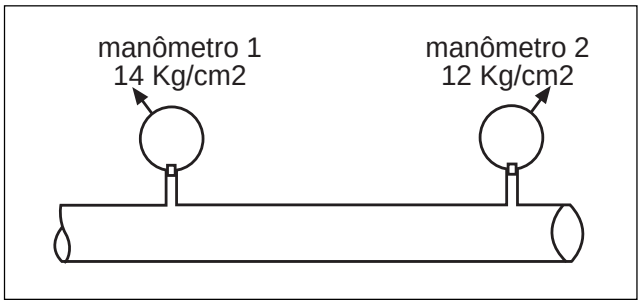
Diferencial de Pressão

Um diferencial de pressão é simplesmente a diferença de pressão entre dois pontos do sistema que pode ser caracterizado:

1. Por indicar que a energia de trabalho, na forma de movimento de líquido pressurizado, está presente no sistema.

2. Por medir a quantidade de energia de trabalho que se transforma em calor entre os dois pontos.

Na ilustração o diferencial de pressão entre os dois pontos, marcados pelos manômetros, é de 2 kgf/cm^2.



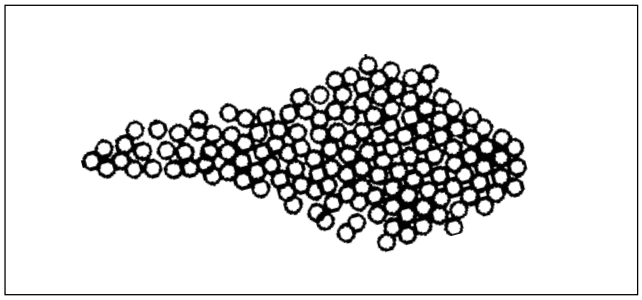
1. A energia de trabalho está se deslocando do ponto 1 para o ponto 2.

2. Enquanto está se deslocando entre os dois pontos, 2 kgf/cm^2 da energia são transformados em energia calorífica por causa da resistência do líquido.

4. Fluidos, Reservatórios e Acessórios

Fluido Hidráulico

O fluido hidráulico é o elemento vital de um sistema hidráulico industrial. Ele é um meio de transmissão de energia, um lubrificante, um vedador e um veículo de transferência de calor. O fluido hidráulico à base de petróleo é o mais comum.



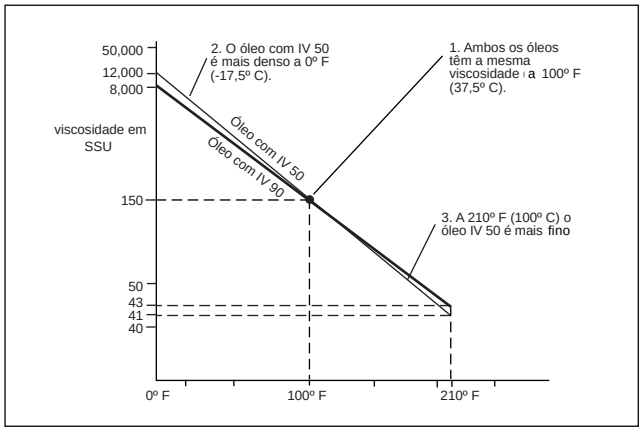
Fluido à Base de Petróleo

O fluido à base de petróleo é mais do que um óleo comum. Os aditivos são ingredientes importantes na sua composição. Os aditivos dão ao óleo características que o tornam apropriado para uso em sistemas hidráulicos.

Índice de Viscosidade (IV)

O índice de viscosidade é um número puro que indica como um fluido varia em viscosidade quando a temperatura muda. Um fluido com um alto índice de viscosidade mudaria relativamente pouco com a temperatura. A maior parte dos sistemas hidráulicos industriais requer um fluido com um índice de viscosidade de 90 ou mais.

Inibidores de Oxidação - A oxidação do óleo ocorre por causa de uma reação entre o óleo e o oxigênio do ar. A oxidação resulta em baixa capacidade de lubrificação na formação de ácido e na geração de partículas de carbono e aumento da viscosidade do fluido.



Índice de viscosidade é a medida relativa da mudança de viscosidade com a variação de temperatura.

A oxidação do óleo é aumentada por três fatores:

1. Alta temperatura do óleo.
2. Catalisadores metálicos, tais como cobre, ferro ou chumbo.
3. O aumento no fornecimento de oxigênio.

Inibidores de Corrosão - Os inibidores de corrosão protegem as superfícies de metal do ataque por ácidos e material oxidante. Este inibidor forma um filme protetor sobre as superfícies do metal e neutraliza o material corrosivo ácido à medida que ele se forma.

Aditivos de Extrema Pressão ou Antidesgaste - Estes aditivos são usados em aplicações de alta temperatura e alta pressão. Em pontos localizados onde ocorrem temperaturas ou pressões altas (por exemplo, as extremidades das palhetas numa bomba ou motor de palheta).

Aditivos Antiespumantes - Os aditivos antiespumantes não permitem que bolhas de ar sejam recolhidas pelo óleo, o que resulta numa falha do sistema de lubrificação. Estes inibidores operam combinando as pequenas bolhas de ar em bolhas grandes que se desprendem da superfície do fluido e estouram.

Fluidos Resistentes ao Fogo

Uma característica inconveniente do fluido proveniente do petróleo é que ele é inflamável. Não é seguro usá-lo perto de superfícies quentes ou de chama. Por esta razão, foram desenvolvidos vários tipos de fluidos resistentes ao fogo.

Emulsão de Óleo em Água

A emulsão de óleo em água resulta em um fluido resistente ao fogo que consiste de uma mistura de óleo numa quantidade de água. A mistura pode variar em torno de 1% de óleo e 99% de água a 40% de óleo e 60% de água. A água é sempre o elemento dominante.

Emulsão de Água em Óleo

A emulsão de água em óleo é um fluido resistente ao fogo, que é também conhecido como emulsão invertida. A mistura é geralmente de 40% de água e 60% de óleo. O óleo é dominante. Este tipo de fluido tem características de lubrificação melhores do que as emulsões de óleo em água.

Fluido de Água-Glicol

O fluido de água-glicol resistente ao fogo é uma solução de glicol (anticongelante) e água. A mistura é geralmente de 60% de glicol e 40% de água.

Sintético

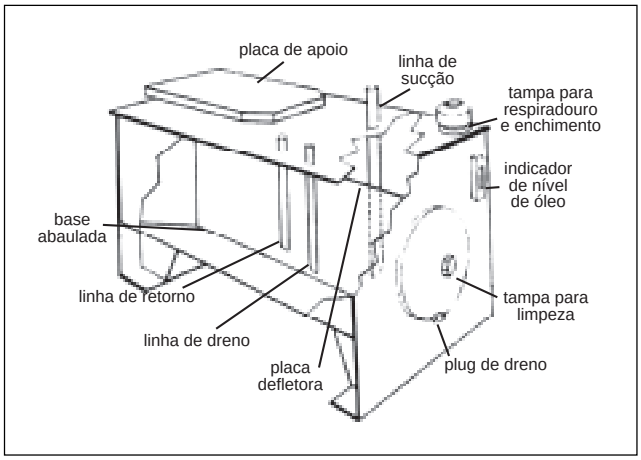
Os fluidos sintéticos, resistentes ao fogo, consistem geralmente de ésteres de fosfato, hidrocarbonos clorados, ou uma mistura dos dois com frações de petróleo. Este é o tipo mais caro de fluido resistente ao fogo.
Os componentes que operam com fluidos sintéticos resistentes ao fogo necessitam de guarnições de material especial.

Reservatórios Hidráulicos

A função de um reservatório hidráulico é conter ou armazenar o fluido hidráulico de um sistema.

Do que consiste um Reservatório Hidráulico

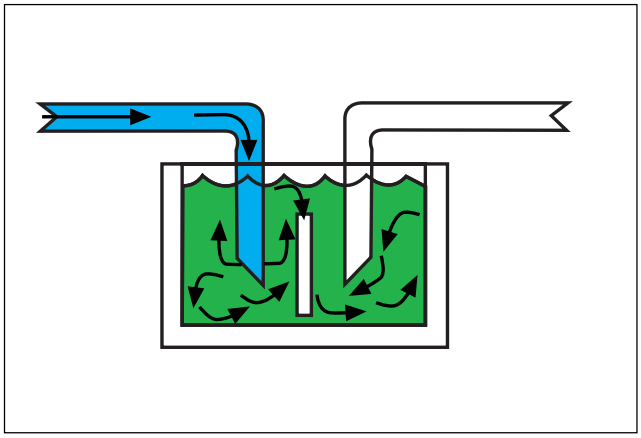
Os reservatórios hidráulicos consistem de quatro paredes (geralmente de aço); uma base abaulada; um topo plano com uma placa de apoio, quatro pés; linhas de sucção, retorno e drenos; plugue do dreno; indicador de nível de óleo; tampa para respiradouro e enchimento; tampa para limpeza e placa defletora (Chicana).



Funcionamento

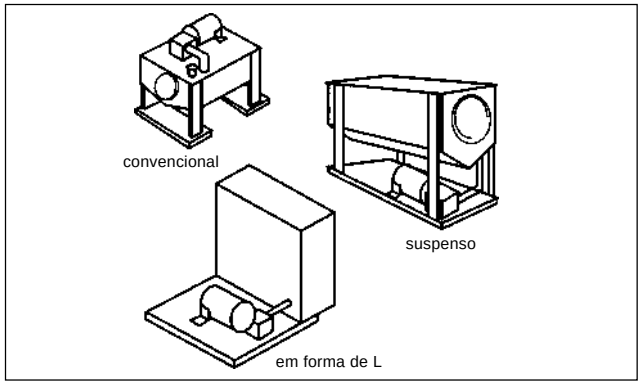
Quando o fluido retorna ao reservatório, a placa defletora impede que este fluido vá diretamente à linha de sucção. Isto cria uma zona de repouso onde as impurezas maiores sedimentam, o ar sobe à superfície do fluido e dá condições para que o calor, no fluido, seja dissipado para as paredes do reservatório.

Todas as linhas de retorno devem estar localizadas abaixo do nível do fluido e no lado do defletor oposto à linha de sucção.

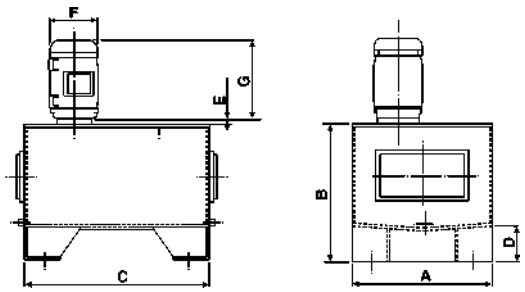


Tipos de Reservatório

Os reservatórios industriais têm uma variedade de estilos, dentre os quais estão os reservatórios em forma de L, os reservatórios suspensos e os reservatórios convencionais.
Os reservatórios convencionais são os mais comumente usados dentre os reservatórios hidráulicos industriais.
Os reservatórios em forma de L e os suspensos permitem à bomba uma altura manométrica positiva do fluido.



Dimensionamento



Reservatório (litros)	Dimensões (mm)				
	A	B	C	D	E
20	330,0	327,0	430,0	87,5	13,0
60	400,0	410,0	600,0	114,0	13,0
80	410,0	473,0	720,0	114,0	13,0
120	490,0	495,0	870,0	114,0	13,0
180	620,0	500,0	950,0	114,0	
250	660,0	550,0	1050,0	114,0	
300	680,0	600,0	1100,0	114,0	
400	770,0	600,0	1270,0	114,0	
500	800,0	700,0	1300,0	114,0	

Notas:
1) As medidas dos reservatórios podem sofrer uma variação de ± 1% nas medidas mencionadas na tabela.
2) Os reservatórios de 180 a 500 litros não possuem tampa removível.
3) O reservatório de 60 litros possui uma janela de inspeção; os reservatórios de 120 a 500 litros possuem 2 janelas de inspeção.

Dimensões de Motores (mm)			
CV	**Carcaça Nema**	**G**	**F**
0,50	C56	146	233
0,75	D56	165	281
1,00	D56	165	281
1,50	F56H	165	311
	Carcaça ABNT		
2,00	90S	178	269
3,00	90L	178	294
4,00	100L	198	330
5,00	100L	198	330
6,00	112M	223	347
7,50	112M	223	347
10,00	132S	262	385
12,50	132M	262	423
15,00	132M	262	423
20,00	160M	310	501

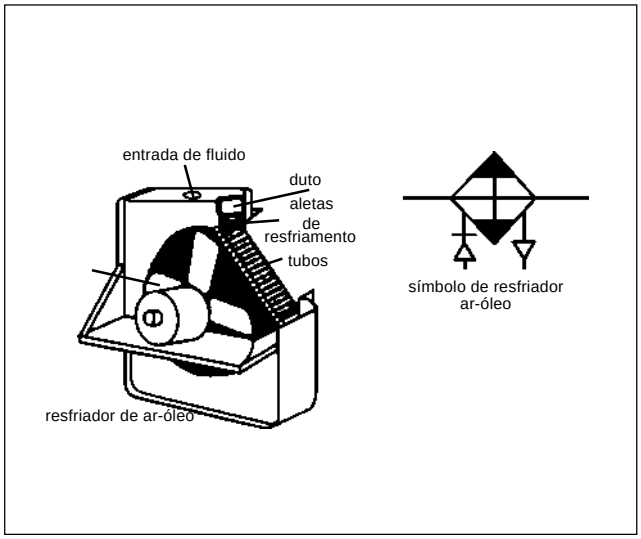
Capacidade do Tanque (litros)	Série da Bomba	Deslocamento (IN^3/Rot) (CM^3/Rot)	Vazão Máxima (GPM) (LPM)	Pressão Máxima (psi) (bar)	Potência Motor (Cv) A 1800 rpm a pressão máxima
20	D05	0,114 1,870	0,610 2,310	2500 172	1,5
	D07	0,168 2,760	0,990 3,750	2500 172	3
	D09	0,210 3,450	1,290 4,890	2500 172	3
	D11	0,262 4,290	1,660 6,290	2500 172	4
60	D17	0,440 6,620	2,670 10,120	2500 172	6
	D22	0,522 8,550	3,520 13,340	2500 172	7,5
	H25	0,603 9,880	4,090 15,500	2500 172	7,5
	H31	0,754 12,350	5,190 19,670	2500 172	10
80	H39	0,942 15,440	6,560 24,860	2500 172	12,5
Acima de 80 litros	H49	1,180 19,300	8,280 31,380	2500 172	15
	H62	1,470 24,140	10,400 39,420	2500 172	20

Resfriadores

Todos os sistemas hidráulicos aquecem. Se o reservatório não for suficiente para manter o fluido à temperatura normal, há um superaquecimento.
Para evitar isso são utilizados resfriadores ou trocadores de calor, os modelos mais comuns são água-óleo e ar-óleo.

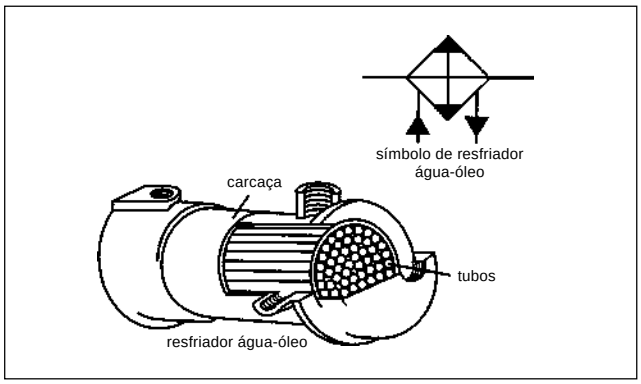
Resfriadores a Ar

Nos resfriadores a ar, o fluido é bombeado através de tubos aletados.
Para dissipar o calor, o ar é soprado sobre os tubos e aletas por um ventilador.
Os resfriadores a ar são geralmente usados onde a água não está disponível facilmente.



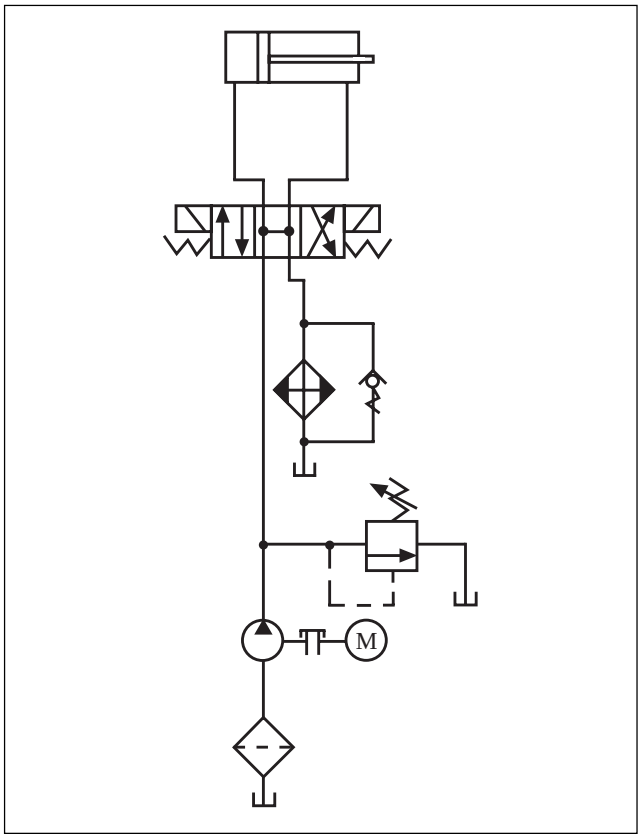
Resfriadores à Água

O resfriador a água consiste basicamente de um feixe de tubos encaixados num invólucro metálico.
Neste resfriador, o fluido do sistema hidráulico é geralmente bombeado através do invólucro e sobre os tubos que são refrigerados com água fria.



Resfriadores no Circuito

Os resfriadores geralmente operam à baixa pressão (10,5 kgf/cm^2). Isto requer que eles sejam posicionados em linha de retorno ou dreno do sistema. Se isto não for possível, o resfriador pode ser instalado em sistema de circulação.
Para garantir que um aumento momentâneo de pressão na linha não os danifique, os resfriadores são geralmente ligados ao sistema em paralelo com uma válvula de retenção de 4,5 kgf/cm^2 de pressão de ruptura.



Filtros Hidráulicos

Todos os fluidos hidráulicos contêm uma certa quantidade de contaminantes. A necessidade do filtro, no entanto, não é reconhecida na maioria das vezes, pois o acréscimo deste componente particular não aumenta, de forma aparente, a ação da máquina. Mas o pessoal experiente de manutenção concorda que a grande maioria dos casos de mau funcionamento de componentes e sistemas é causada por contaminação. As partículas de sujeira podem fazer com que máquinas caras e grandes falhem.

A Contaminação Interfere nos Fluidos Hidráulicos

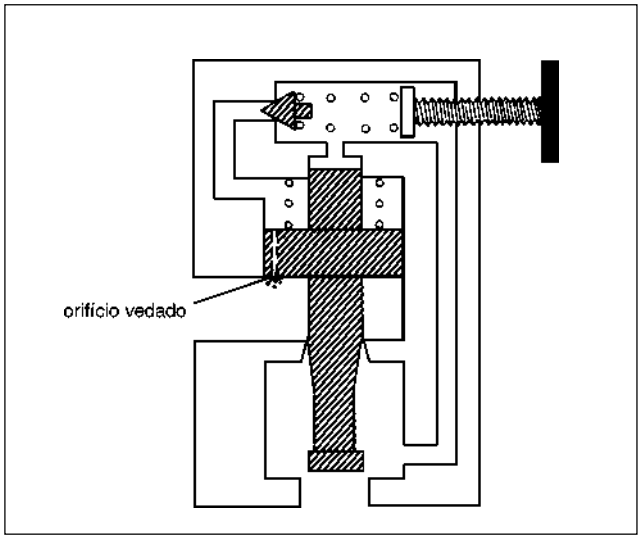
A contaminação causa problemas nos sistemas hidráulicos porque interfere no fluido, que tem quatro funções.

1. Transmitir energia.

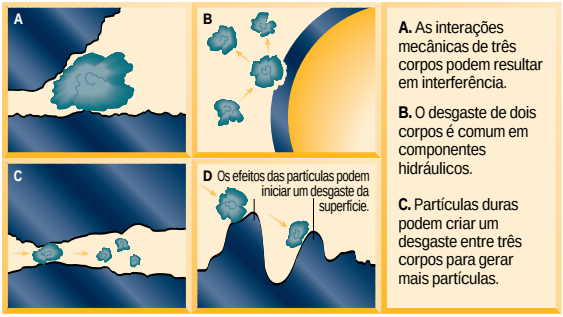
2. Lubrificar peças internas que estão em movimento.

3. Transferir calor.

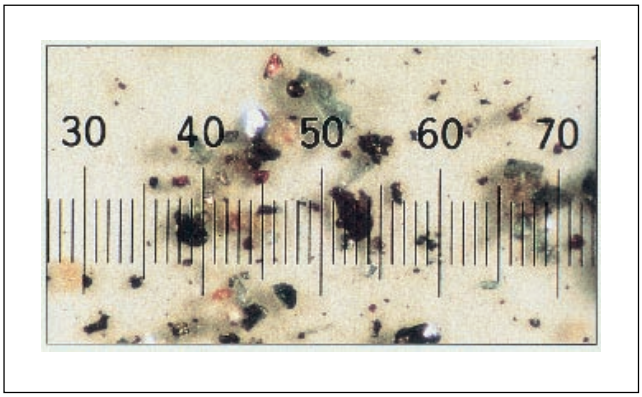
4. Vedar folgas entre peças em movimento.



A contaminação interfere em três destas funções. Interfere com a transmissão de energia vedando pequenos orifícios nos componentes hidráulicos. Nesta condição, a ação das válvulas não é apenas imprevisível e improdutiva, mas também insegura. Devido à viscosidade, atrito e mudanças de direção, o fluido hidráulico gera calor durante a operação do sistema. Quando o líquido retorna ao reservatório, transfere calor às suas paredes. As partículas contaminantes interferem no esfriamento do líquido, por formar um sedimento que torna difícil a transferência de calor para as paredes do reservatório. Provavelmente, o maior problema com a contaminação num sistema hidráulico é que ela interfere na lubrificação.
A falta de lubrificação causa desgaste excessivo, resposta lenta, operações não-sequenciadas, queima da bobina do solenóide e falha prematura do componente.



A Escala Micrométrica



Um mícron é igual a um milionésimo de um metro, ou trinta e nove milionésimos de uma polegada. Um único mícron é invisível a olho nu e é tão pequeno que é extremamente difícil imaginá-lo.
Para trazer o seu tamanho mais próximo da realidade, alguns objetos de uso diário serão medidos com o uso da escala micrométrica.
Um simples grão de sal refinado mede 100 mícron.
O diâmetro médio de um fio de cabelo humano mede 70 micra.
25 micra correspondem a aproximadamente um milésimo de polegada.

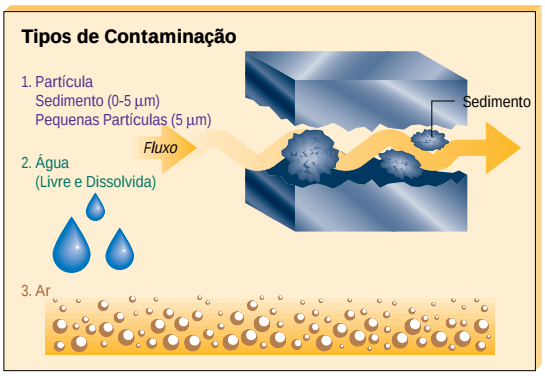
Tamanho Relativo das Partículas		
Substância	**Microns**	**Polegadas**
Grão de sal refinado	100	.0039
Cabelo Humano	70	.0027
Limite máx. de visibilidade	40	.0016
Farinha de trigo	25	.0010
Células Verm. do sangue	8	.0003
Bactéria	2	.0001

Folga Típica de Componentes Hidráulicos	
Componente	**Microns**
Rolamentos antifricção de rolos e esferas	0.5
Bomba de Palheta	0.5-1
Bomba de Engrenagem (engrenagem com a tampa)	0.5-5
Servo Válvulas (carretel com a luva)	1-4
Rolamentos hidrostáticos	1-25
Rolamentos de Pistão (pistão com camisa)	5-40
Servo Válvula	18-63
Atuadores	50-250
Orifício de Servo Válvula	130-450

Limite de Visibilidade

40 Mícrons

O menor limite de visibilidade para o olho é de 40 micra. Em outras palavras, uma pessoa normal pode enxergar uma partícula que mede 40 micra, no mínimo. Isto significa que, embora uma amostra de fluido hidráulico pareça estar limpa, ela não está necessariamente limpa. Muito da contaminação prejudicial em um sistema hidráulico está abaixo de 40 mícron.



Elementos Filtrantes

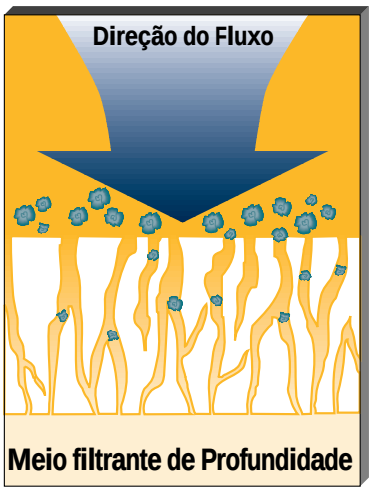
A função de um filtro é remover impurezas do fluido hidráulico.

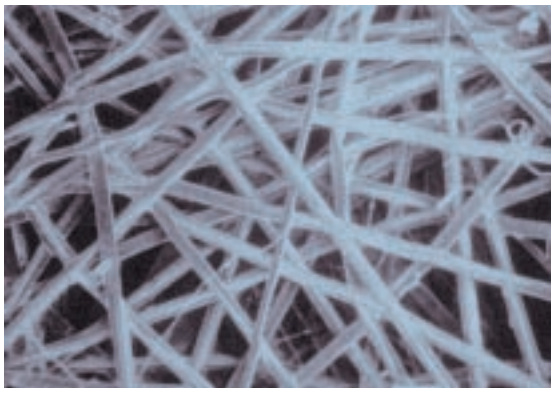
Isto é feito forçando o fluxo do fluido a passar por um elemento filtrante que retém a contaminação. Os elementos filtrantes são divididos em tipos de profundidade e de superfície.

Elementos de Filtro de Profundidade

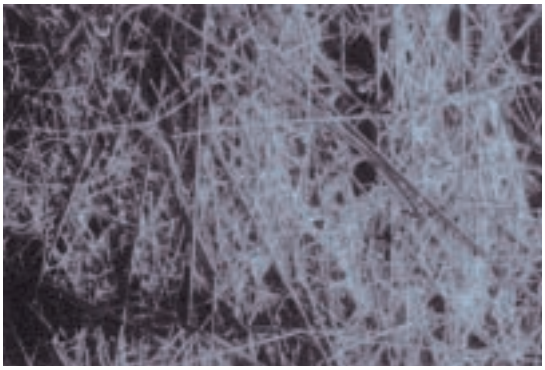
Os elementos do filtro de profundidade forçam o fluido a passar através de uma espessura apreciável de várias camadas de material. A contaminação é retida por causa do entrelaçamento das fibras e a consequente trajetória irregular que o fluido deve tomar.

Os papéis tratados e os materiais sintéticos são usados comumente como materiais porosos de elementos de filtro de profundidade.





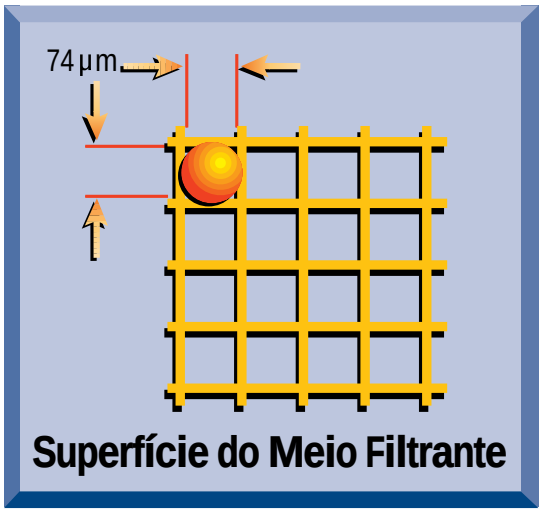
Construção típica da fibra de vidro grossa (100x)



Construção típica da fibra de vidro fina (100x)

Elementos do Tipo de Superfície

Num filtro do tipo de superfície, um fluxo de fluido tem uma trajetória direta de fluxo através de uma camada de material. A sujeira é retida na superfície do elemento que está voltada para o fluxo.
Telas de arame ou metal perfurado são tipos comuns de materiais usados como elemento de filtro de superfície.



Comparação Geral de Meio Filtrante					
Material Meio Filtrante	Eficiência de Captura	Cap. de Retenção	Pressão Diferencial	Vida no Sistema	Custo Geral
Fibra de Vidro	Alta	Alta	Moderada	Alta	Moderada para alta
Celulose (papel)	Moderada	Moderada	Alta	Moderada	Baixa
Tela	Baixa	Baixa	Baixa	Moderada	Moderada para alta

Tipo de Filtragem pela Posição no Sistema

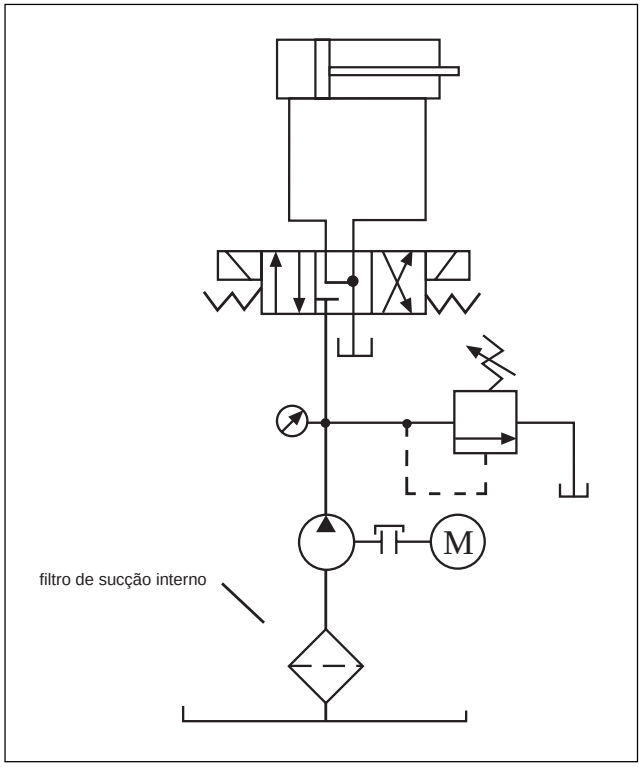
O filtro é a proteção para o componente hidráulico. Seria ideal que cada componente do sistema fosse equipado com o seu próprio filtro, mas isso não é economicamente prático na maioria dos casos. Para se obterem melhores resultados, a prática usual é colocar filtros em pontos estratégicos do sistema.

Filtros de Sucção

Existem 2 tipos de filtro de sucção:

Filtro de Sucção Interno:

São os mais simples e mais utilizados. Têm a forma cilíndrica com tela metálica com malha de 74 a 150 mícrons, não possuem carcaça e são instalados dentro do reservatório, abaixo, no nível do fluido. Apesar de serem chamados de filtro, impedem apenas a passagem de grandes partículas (na língua inglesa são chamados de “strainer”, que significa peneira).



Vantagens:

1. Protegem a bomba da contaminação do reservatório.

2. Por não terem carcaça são filtros baratos.

Desvantagens:

1. São de difícil manutenção, especialmente se o fluido está quente.

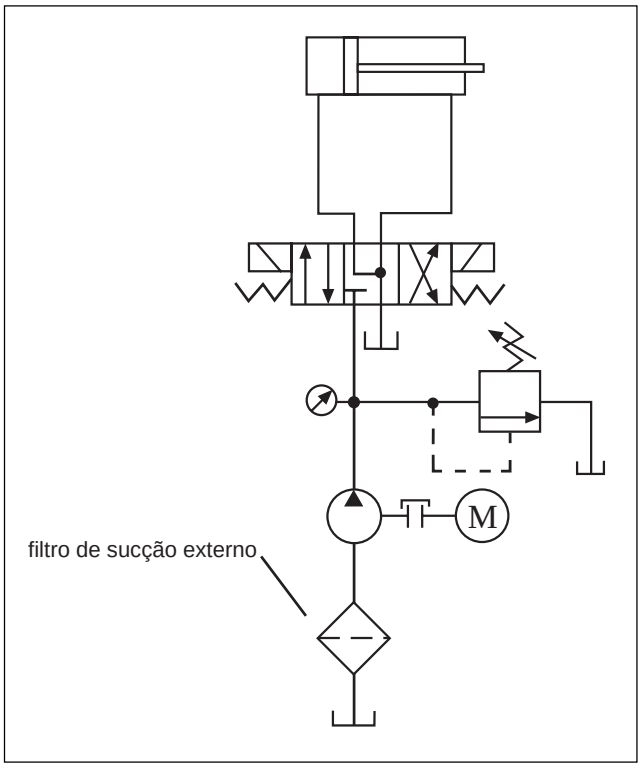
2. Não possuem indicador.

3. Podem bloquear o fluxo de fluido e prejudicar a bomba se não estiverem dimensionados corretamente,ou se não conservados adequadamente.

4. Não protegem os elementos do sistema das partículas geradas pela bomba.

Filtro de Sucção Externo

Pelo fato de possuírem carcaça estes filtros são instalados diretamente na linha de sucção fora do reservatório. Existem modelos que são instalados no topo ou na lateral dos reservatórios. Estes filtros possuem malha de filtragem de 3 a 238 mícrons.



Vantagens:

1. Protegem a bomba da contaminação do reservatório.

2. Indicador mostra quando o elemento está sujo.

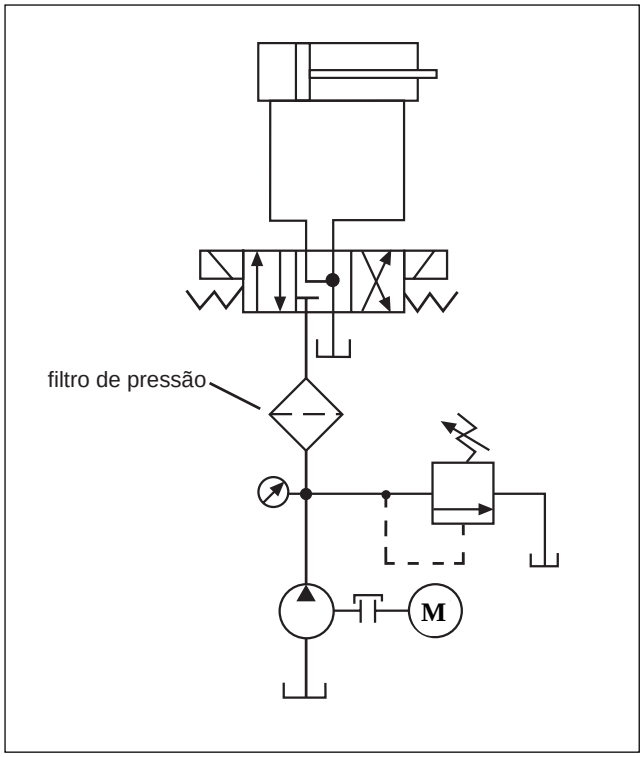
3. Podem ser trocados sem a desmontagem da linha de sucção do reservatório.

Desvantagens:

1. Podem bloquear o fluxo de fluido e prejudicar a bomba se não estiverem dimensionados corretamente,ou se não conservados adequadamente.

2. Não protegem os elementos do sistema das partículas geradas pela bomba.

Filtro de Pressão



Um filtro de pressão é posicionado no circuito, entre a bomba e um componente do sistema.
A malha de filtragem dos filtros de pressão é de 3 a 40 mícrons.
Um filtro de pressão pode também ser posicionado entre os componentes do sistema.

Vantagens:

1. Filtram partículas muito finas visto que a pressão do sistema pode impulsionar o fluido através do elemento.

2. Pode proteger um componente específico contra o perigo de contaminação por partículas.

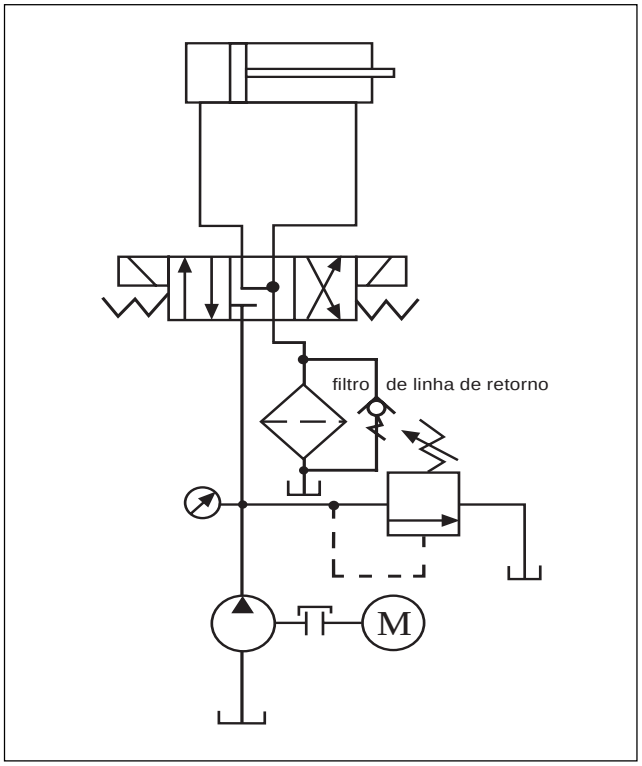
Desvantagens:

1. A carcaça de um filtro de pressão deve ser projetada para alta pressão.

2. São caros porque devem ser reforçados para suportar altas pressões, choques hidráulicos e diferencial de pressão.

Filtro de Linha de Retorno

Está posicionado no circuito próximo do reservatório. A dimensão habitualmente encontrada nos filtros de retorno é de 5 a 40 mícrons.



Vantagens:

1. Retém contaminação no sistema antes que ela entre no reservatório.

2. A carcaça do filtro não opera sob pressão plena de sistema, por esta razão é mais barata do que um filtro de pressão.

3. O fluido pode ter filtragem fina, visto que a pressão do sistema pode impulsionar o fluido através do elemento.

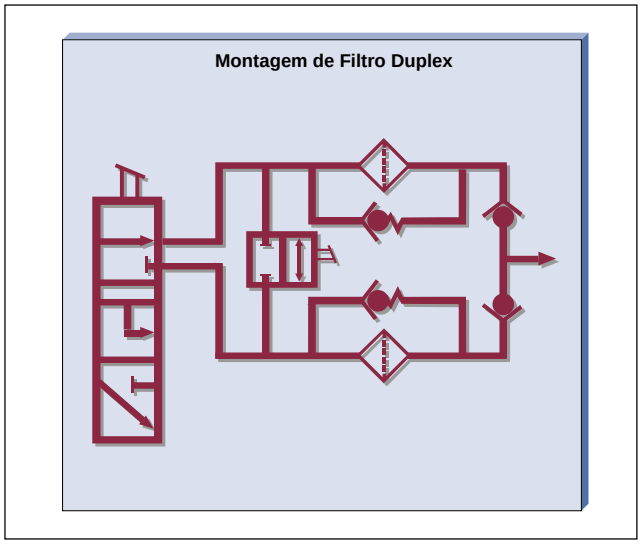
Desvantagens:

1. Não há proteção direta para os componentes do circuito.

2. Em filtros de retorno, de fluxo pleno, o fluxo que surge da descarga dos cilindros, dos atuadores e dos acumuladores pode ser considerado quando dimensionado.

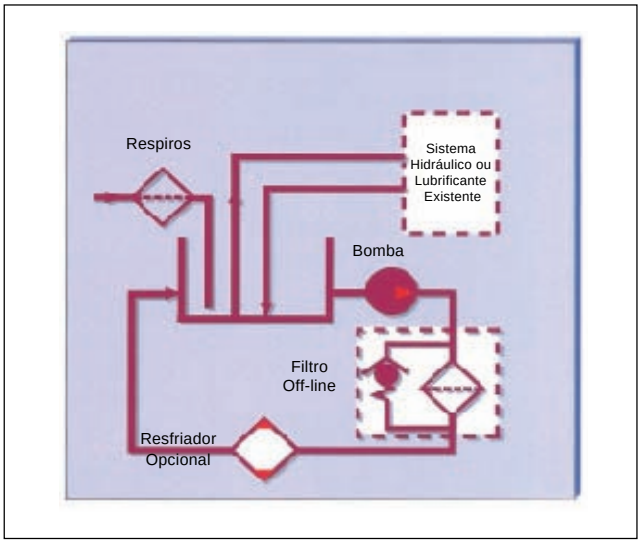
3. Alguns componentes do sistema podem ser afetados pela contrapressão gerada por um filtro de retorno.

Filtro Duplex

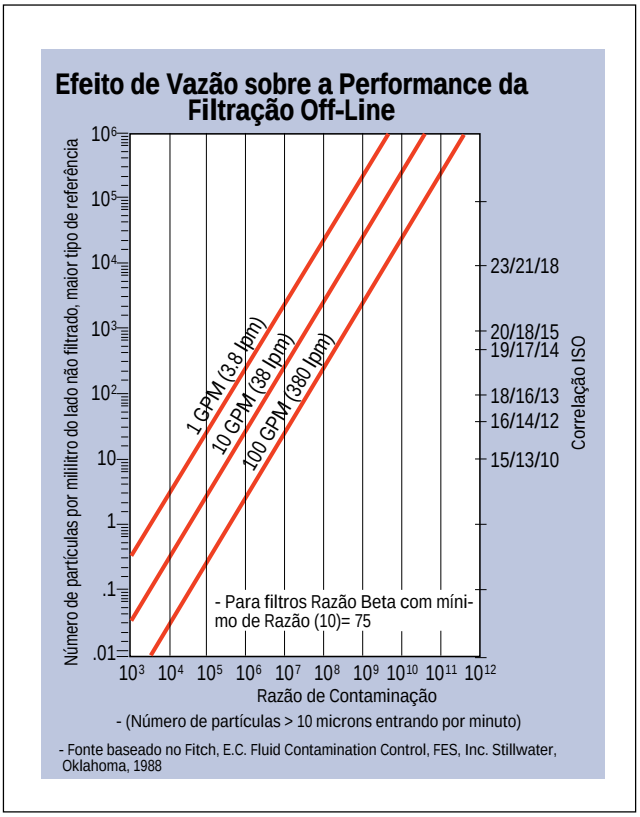


Ambos os filtros de pressão e retorno podem ser encontrados em uma versão duplex. Sua mais notável característica é a filtragem contínua, que é feita com duas ou mais câmaras de filtro e inclui o valvulamento necessário para permitir a filtragem contínua e ininterrupta. Quando um elemento precisa de manutenção, a válvula duplex é acionada, desviando o fluxo para a câmara do filtro oposta. Assim o elemento sujo pode ser substituído, enquanto o fluxo continua a passar pela montagem do filtro. Tipicamente, a válvula duplex previne qualquer bloqueio de fluxo.

Filtragem Off-Line



Também referido como recirculagem, ou filtragem auxiliar, este sistema é totalmente independente de um sistema hidráulico principal de uma máquina. A filtragem off-line consiste de uma bomba, filtro, motor elétrico e os sistemas de conexões. Estes componentes são instalados fora da linha como um pequeno subsistema separado das linhas de trabalho ou incluído em um de resfriamento. O fluido é bombeado fora do reservatório através do filtro e retorna para o reservatório em um ciclo contínuo. Com este efeito “polidor”, a filtragem off-line é capaz de manter um fluido em um nível constante de contaminação. Como o filtro da linha de retorno, este tipo de sistema adequa-se melhor para manter a pureza, mas não fornece proteção específica aos componentes. Uma circulação contínua da filtragem off-line tem a vantagem adicional de ser relativamente fácil de se adequar em um sistema existente que tenha filtragem inadequada. Mais ainda, a manutenção do filtro pode ser feita sem desligar o sistema principal. Muitos sistemas se beneficiariam grandemente de uma combinação de filtros de sucção, pressão, retorno e off-line.



Comparativo dos Tipos de Filtros e Localizações

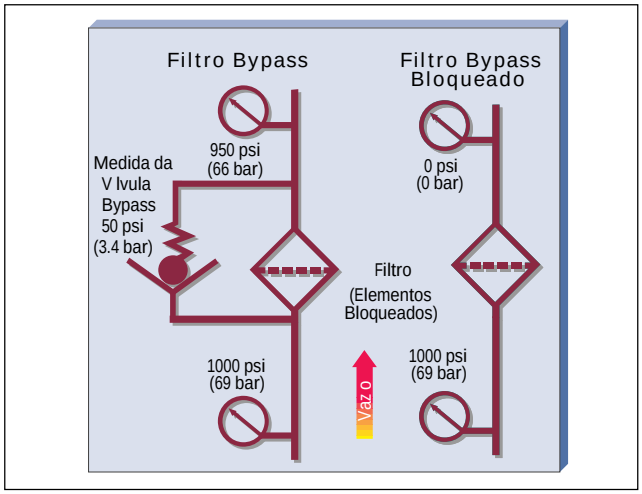
Localização do Filtro	Vantagens	Desvantagens
Succção (Montado externamente)	• Última chance de proteção à bomba. • Muito mais fácil de se fazer manutenção do que o de tela no fundo do reservatório.	• Deve usar meio filtrante relativamente aberto e/ou carcaça grande, para manter a queda de pressão baixa devido às condições da entrada da bomba. • Custo relativamente alto. • Não protege os componentes pós-bomba dos sedimentos do desgaste da bomba. • Pode não ser adequado para bombas com volumes muito variáveis. • Proteção mínima do sistema.
Pressão	• Proteção específica dos componentes. • Contribui para todo o nível de limpeza do sistema. • Pode usar elementos de filtro de alta eficiência e filtragem fina. • Captura dos sedimentos do desgaste da bomba.	• A carcaça é relativamente cara porque deve suportar a total pressão do sistema. • Não captura os sedimentos do desgaste dos componentes em trabalho do lado pós-filtro.
Retorno	• Captura dos sedimentos do desgaste dos componentes e sujeira entrando através da vedação gasta da haste antes que entre no reservatório. • Menores faixas de pressão resultam em menores custos. • Pode ser na linha ou no tanque para facilitar instalação.	• Sem proteção para a contaminação gerada pela bomba. • O aumento repentino do fluxo da linha de retorno pode reduzir o desempenho do filtro. • Sem proteção direta do componente. • Custo relativo inicial alto.
Off-Line	• "Polimento" contínuo do fluido do sistema hidráulico principal, mesmo se o sistema estiver parado. • Possibilidade de manutenção sem parada do sistema central. • Os filtros não são afetados pelo aumento repentino do fluxo, permitindo ótima vida e desempenho para o elemento. • A linha de descarga pode ser direcionada para a bomba do sistema central para fornecer superdescarga com fluido limpo e refrigerado. • Níveis de pureza podem ser obtidos e manuseados com precisão. • A refrigeração do fluido pode ser facilmente incorporada.	• Custo relativo inicial alto. • Requer espaço adicional. • Sem proteção direta ao componente.

Válvula de Desvio ("By Pass") do Filtro

Se a manutenção do filtro não for feita, o diferencial de pressão através do elemento filtrante aumentará. Um aumento excessivo no diferencial de pressão sobre um filtro, no lado de sucção de um sistema, poderá provocar cavitação na bomba.
Para evitar esta situação, uma válvula limitadora de pressão de ação direta, ou simples, é usada para limitar o diferencial de pressão através do filtro de fluxo pleno. Este tipo de válvula limitadora de pressão é geralmente chamado de válvula de by pass.
Uma válvula de by pass consiste basicamente de um pistão móvel, da carcaça e de uma mola.

Funcionamento

As válvulas de by pass operam sentindo a diferença da pressão.

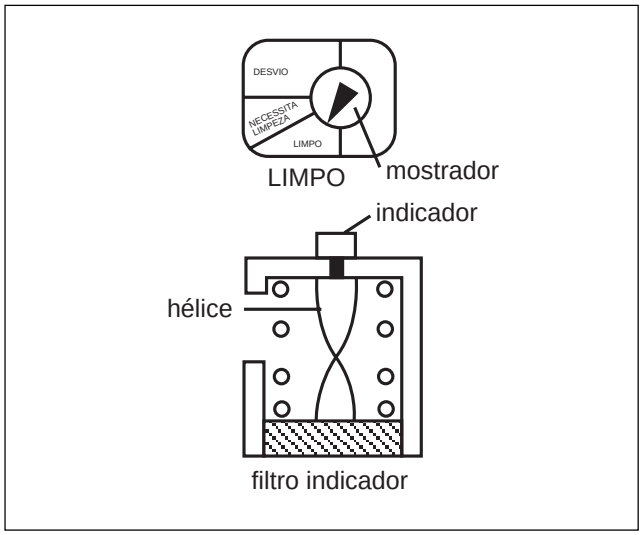


Na ilustração o fluido contaminado que vem para dentro do filtro é sentido na parte inferior do pistão.
A pressão do fluido, depois que ele passou através do elemento filtrante, é sentida no outro lado do pistão, no qual a mola está agindo.

À medida que o elemento filtrante é obstruído pela contaminação, cresce a pressão requerida para empurrar o fluido através do elemento. Quando o diferencial de pressão através do elemento filtrante, bem como através do pistão, é suficientemente grande para vencer a força da mola, o pistão se moverá e o fluido passará em volta do elemento.
A válvula by pass é um mecanismo à prova de falhas. Num filtro de sucção, a by pass limita o diferencial de pressão máxima sobre o filtro se ele não estiver limpo. Isto protege a bomba. Se um filtro de linha de retorno, ou de pressão, não estiver limpo, a by pass limitará o diferencial de pressão máxima, de modo que a sujeira não seja empurrada através do elemento. Desta maneira, a by pass protege o filtro.
O elemento decisivo, portanto, para o desempenho do filtro, está centrado na limpeza do elemento filtrante. Para auxiliar, neste particular, um filtro é equipado com um indicador.

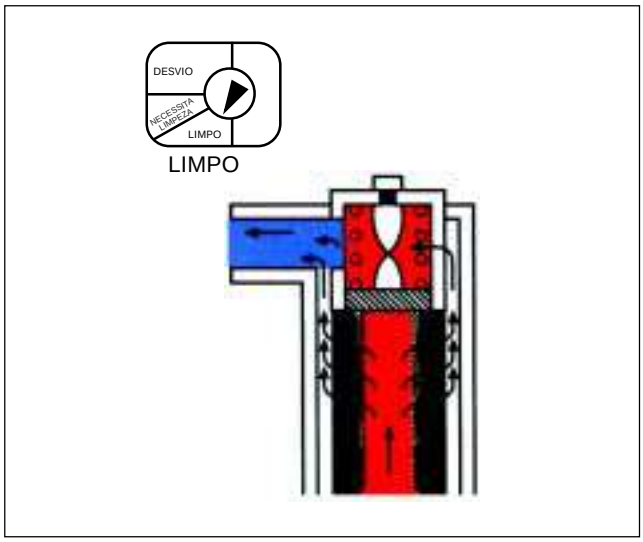
Indicador de Filtro

Um indicador de filtro mostra a condição de um elemento filtrante. Ele indica quando o elemento está limpo, quando precisa ser trocado ou se está sendo utilizado o desvio.
Um tipo comum de indicador de filtro consiste de uma hélice e de um indicador e mostrador, que é ligado à hélice.

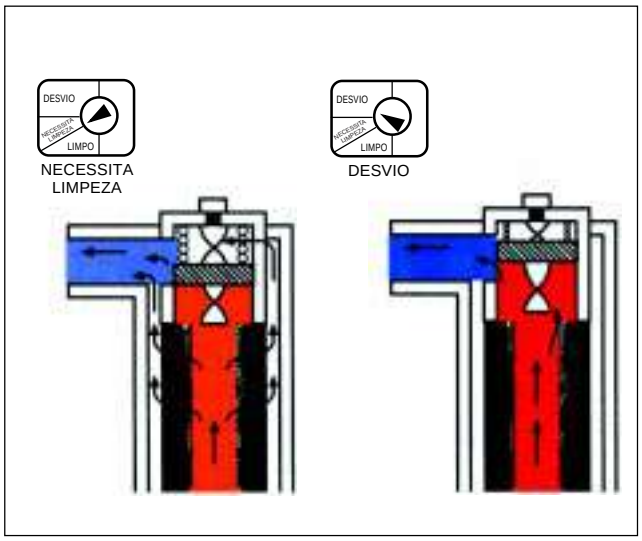


Funcionamento

A operação de um indicador de filtro depende do movimento do pistão de desvio. Quando o elemento está limpo, o pistão do desvio fica completamente assentado, e o indicador mostra o sinal **limpo.**
Durante o seu movimento, o pistão gira a hélice que posiciona o manômetro em **necessita limpeza.**



Se o elemento de filtro não é limpo quando necessário, o diferencial de pressão continuará a crescer. O pistão continuará a se mover e desviará o fluido. Neste instante, será indicada a condição de **desvio**.



As máquinas podem estar equipadas com os melhores filtros disponíveis no mercado, e eles podem estar posicionados no sistema no lugar em que a sua aplicação é otimizada; mas, se os filtros não são trocados quando estão contaminados, o dinheiro gasto com a sua aquisição e sua instalação é um dinheiro perdido. O filtro que fica contaminado depois de um dia de trabalho e que é trocado 29 dias depois, fornece fluido não filtrado durante 29 dias. Um filtro não pode ser melhor do que lhe permite a sua manutenção.

Método de Análise de Fluido

- ▻ Teste de Membrana
- ▻ Contador de Partículas Portátil
- ▻ Análise de Laboratório

A análise do fluido é a parte essencial de qualquer programa de manutenção. A análise do fluido assegura que o fluido está conforme as especificações do fabricante, verifica a composição do fluido e determina seu nível de contaminação geral.

Teste de Membrana

O Teste de Membrana não é nada mais que uma análise visual de uma amostra do fluido. Normalmente compõe-se da tomada de uma amostra do fluido e de sua passagem por um meio filtrante de membrana.
A membrana é então analisada por microscópio para cor e conteúdo e comparada aos padrões ISO. Usando esta comparação, o usuário pode ter uma estimativa "passa, não-passa" do nível de pureza do sistema.

Um outro uso do teste de membrana menos comum seria a contagem das partículas vistas através do microscópio. Estes números seriam então extrapolados para um nível de pureza ISO.

A margem de erro para ambos os métodos é realmente alta devido ao fator humano.

Contador de Partículas Portátil

O mais promissor desenvolvimento na análise de fluidos é o contador de partículas a laser portátil. Os contadores de partículas a laser são comparáveis a unidades laboratoriais completas na contagem de partículas menores que a faixa de micronagem 2+. Reforços para esta recente tecnologia incluem: precisão, repetição, portabilidade e agilidade. Um teste geralmente leva menos que um minuto.
Os contadores de partículas a laser fornecerão somente contagens de partículas e classificações do nível de pureza. Testes de conteúdo de água, viscosidade e análise espectrométrica poderão requerer uma análise laboratorial completa.

Análise Laboratorial

A análise laboratorial é uma visão completa de uma amostra de fluido. A maioria dos laboratórios qualificados oferecerá os seguintes testes e características como um pacote:

- Viscosidade
- Número de neutralização
- Conteúdo de água
- Contagem de partículas
- Análise espectrométrica (desgaste dos metais e análises suplementares reportadas em partes por milhões, ou ppm)
- Gráficos de tendência
- Foto micrográfica
- Recomendações

Ao tomar-se uma amostra de fluido de um sistema, deve-se tomar cuidado para que a amostra seja realmente um representativo do sistema. Para isto, o recipiente para o fluido deve ser limpo antes de tomar a amostra e o fluido deve ser corretamente extraído do sistema.

Há uma norma da National Fluid Power Association (NFPA) para a extração de amostras de fluidos de um reservatório de um sistema de fluido hidráulico operante (NFPAT2.9.1-1972). Há também o método da American National Standard (ANSI B93.13-1972) para a extração de amostras de fluidos hidráulicos para análise de partículas contaminantes. Ambos os métodos de extração são recomendados.

Em qualquer caso, a amostra de um fluido representativo é a meta. As válvulas para retirada de amostra devem ser abertas e descarregadas por no mínimo 15 segundos. O recipiente da amostra deve ser mantido por perto até que o fluido e a válvula estejam prontos para a amostragem. O sistema deve estar a uma temperatura operacional por no mínimo 30 minutos antes que a amostra seja retirada.

Procedimento para Amostragem

Para obter-se uma amostra de fluido para contagem de partículas e/ou análise envolvem-se passos importantes para assegurar que você está realmente retirando uma amostra representativa. Normalmente, procedimentos de amostragem errôneos irão disfarçar os níveis reais de limpeza do sistema. Use um dos seguintes métodos para obter uma amostra representativa do sistema.

Para sistemas com uma válvula de amostragem

A. Opere o sistema pelo menos por meia hora.
B. Com o sistema em operação, abra a válvula de amostragem permitindo que 200ml a 500ml do fluido escapem pela conexão de amostragem (o tipo da válvula deverá prover um fluxo turbulento através da conexão de amostragem).
C. Usando um recipiente com bocal amplo e pré-limpo, remova a tampa e coloque-o no fluxo do fluido da válvula de amostragem.
NÃO lave o recipiente com a amostra inicial. Não encha o recipiente com mais de 25 mm da borda.
D. Feche o recipiente imediatamente.
Depois, feche a válvula da amostragem (coloque outro recipiente para reter o fluido enquanto remove-se a garrafa do fluxo da amostra).
E. Etiquete o recipiente com a amostra com os dados: data, número da máquina, fornecedor do fluido, código do fluido, tipo de fluido e tempo decorrido desde a última amostragem (se houver).

Sistema sem válvula de amostragem

Há dois locais para obter-se amostra do sistema sem uma válvula de amostragem: no tanque e na linha. O procedimento é o seguinte:

A. Amostras no Tanque

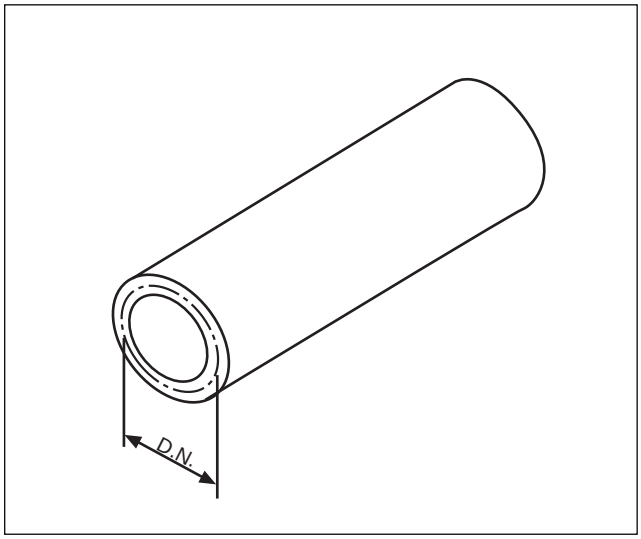
1. Opere o sistema por meia hora, no mínimo.
2. Use recipiente com bombeamento manual ou "seringa" para extrair a amostra. Insira o dispositivo de amostragem no tanque na metade da altura do fluido. Provavelmente você terá que pesar o tubo de amostras. Seu objetivo é obter uma amostra do meio do tanque. Evite o topo ou o fundo do tanque. Não deixe que a seringa ou o tubo entrem em contato com as laterais do tanque.
3. Coloque o fluido extraído no recipiente apropriado, conforme descrito no método de válvula de amostragem acima.
4. Feche imediatamente.
5. Etiquete com as informações descritas no método de válvula de amostragem.

B. Amostra da Linha

1. Opere o sistema por meia hora, no mínimo.
2. Coloque uma válvula adequada no sistema onde um fluxo turbulento possa ser obtido (de preferência uma válvula de esfera). Se não tiver tal válvula, coloque uma conexão que possa ser facilmente aberta para providenciar um fluxo turbulento (tee ou cotovelo).
3. Limpe a válvula ou a ponta da conexão com um solvente filtrado. Abra a válvula ou a conexão e deixe vazar adequadamente (cuidado com este passo. Direcione a amostra de volta ao tanque ou para um recipiente largo. Não é necessário desfazer-se deste fluido).
4. Posicione um recipiente de amostra aprovado debaixo da corrente de fluxo para os métodos de válvula acima.
5. Feche o recipiente imediatamente.
6. Etiquete com informações importantes conforme o método por válvula de amostragem.
Nota: Selecione uma válvula ou conexão onde a pressão for limitada a 200 pisg (14 bar) ou menos.

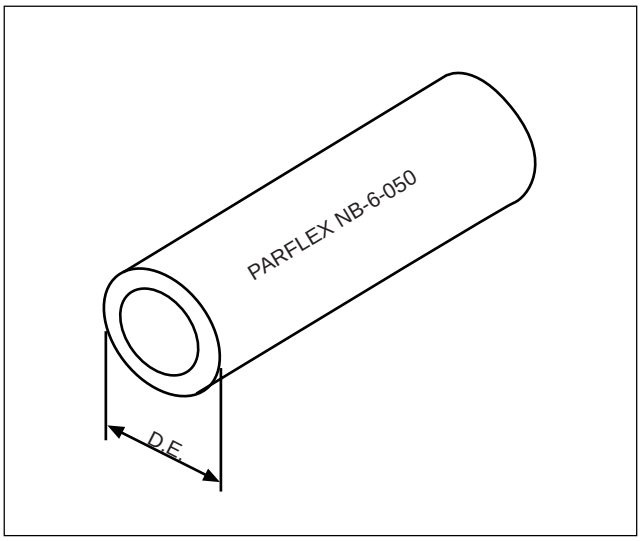
Com referência ao método a ser usado, observe as regras comuns. Qualquer equipamento que for usado para o procedimento de amostragem do fluido deve ser lavado e enxaguado com um solvente filtrado. Isto inclui bombas a vácuo, seringas e tubos. Seu objetivo é contar somente as partículas que já estão no sistema. Recipientes contaminados e amostras não representativas levarão a conclusões errôneas e custarão mais no decorrer do tempo.

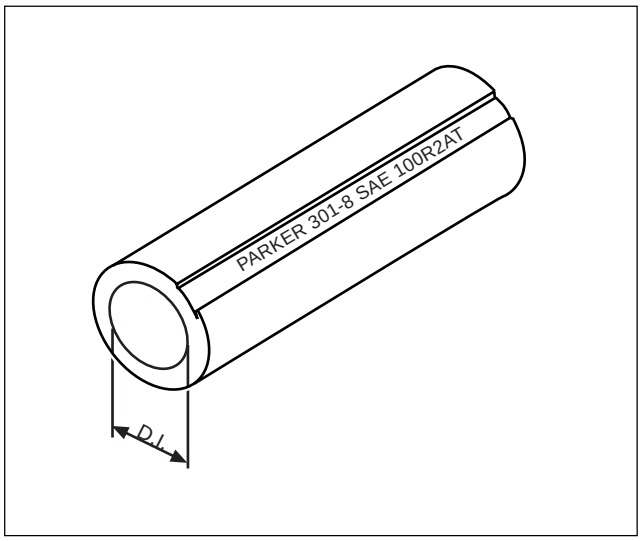
5. Mangueiras e Conexões



Conceitos Básicos para se diferenciar Tubo, Cano e Mangueira

Cano (pipe): Cano mede-se sempre pelo diâmetro nominal





Tubo (tubing): Tubo mede-se sempre pelo diâmetro externo real.

Mangueira (hose): Mangueira mede-se pelo diâmetro interno real. Exceto as mangueiras construídas dentro das especificações SAE J51, SAE 100R5 e 100R14, onde a identificação é feita pelo diâmetro nominal.

Linhas Flexíveis para Condução de Fluidos

As linhas flexíveis para condução de fluidos são necessárias na maior parte das instalações onde a compensação de movimento e absorção de vibrações se fazem presentes.
Um exemplo típico de linhas flexíveis são as mangueiras, cuja aplicação visa atender a três propostas básicas:

1) conduzir fluidos líquidos ou gases;
2) absorver vibrações;
3) compensar e/ou dar liberdade de movimentos.

Basicamente todas as mangueiras consistem em três partes construtivas:

Tubo Interno ou Alma de Mangueira

Deve ser construído de material flexível e de baixa porosidade, ser compatível e termicamente estável com o fluido a ser conduzido.

Reforço ou Carcaça

Considerado como elemento de força de uma mangueira, o reforço é quem determina a capacidade de suportar pressões. Sua disposição sobre o tubo interno pode ser na forma trançado ou espiralado.

Cobertura ou Capa

Disposta sobre o reforço da mangueira, a cobertura tem por finalidade proteger o reforço contra eventuais agentes externos que provoquem a abrasão ou danificação do reforço.

Classificação das Mangueiras

A Sociedade dos Engenheiros Automotivos Americanos (Society of Automotive Engineers - SAE), ao longo do tempo tem tomado a dianteira na elaboração de normas construtivas para mangueiras, e por ser pioneira e extremamente atuante, as especificações SAE são amplamente utilizadas em todo o mundo.
As especificações construtivas das mangueiras permitem ao usuário enquadrar o produto escolhido dentro dos seguintes parâmetros de aplicação:

- Capacidade de Pressão **Dinâmica** e **Estática** de trabalho;
- Temperatura **Mínima** e **Máxima** de trabalho;
- Compatibilidade química com o fluido a ser conduzido;
- Resistência ao meio ambiente de trabalho contra a ação do Ozônio (O3), raios ultravioleta, calor irradiante, chama viva, etc.;
- Vida útil das mangueiras em condições **Dinâmicas** de trabalho (impulse-test);
- Raio **Mínimo** de curvatura.

Nas tabelas a seguir, podemos identificar os principais tipos de mangueiras, suas aplicações e normas construtivas.

Principais Tipos de Mangueiras Hidráulicas Parker

Aplicação	Norma Construtiva	Tipo de Reforço	Tipo de Cobertura	Dimensões	Código Parker	Catálogo Parker
Baixa pressão WOA. Água, óleo, ar. 250 psi		Trançado têxtil	Borracha	Ø interno real	801	4400
Baixa pressão WOA. Água, óleo, ar. 250 psi. Resistente a chamas		Trançado têxtil	Trançado têxtil	Ø interno real	821FR	4400
Baixa pressão WOA. Água, óleo, ar. 250 psi. Resistente à abrasão		Trançado têxtil	Trançado têxtil	Ø interno real	821	4400
Baixa pressão 565-1250 psi	SAE 100R3	Trançado têxtil	Borracha	Ø interno real	601	4400
Sucção 200-1200 psi	SAE 100R4	Um fio de aço disp. em forma helicoidal	Borracha	Ø interno real	881	4400
Média pressão 200-3000 psi	SAE 100R5	Trançado têxtil Trançado aço	Trançado têxtil cor preta	Ø nominal bitola cano	201	4400
Média pressão 375-2750 psi	SAE 100R1AT	Trançado aço	Borracha capa fina	Ø interno real	421	4400
Média pressão 350-3000 psi	Similar ao SAE 100R5	Trançado têxtil Trançado aço	Borracha	Ø nominal bitola cano	225	4400
Média pressão. Alta temperatura. 350-3000 psi	SAE 100R5	Trançado têxtil Trançado aço	Trançado têxtil cor azul	Ø nominal bitola cano	206	4400
Média pressão. Alta temperatura. 375-2750 psi	SAE 100R1AT	Trançado aço	Borracha capa fina	Ø interno real	421 HT	4400
Média pressão. Hi-Impulse 1275-3250 psi	SAE 100R1AT/ DIN 20022-1SN	Trançado aço	Borracha capa fina	Ø interno real	481	4400
Média pressão 350-3000 psi	SAE 100R1A	Trançado aço	Borracha capa grossa	Ø interno real	215	Stratoflex
Alta pressão 1125-5000 psi	SAE 100R2AT	2 trançados aço	Borracha capa fina	Ø interno real	301	4400

Pressões Máximas de Trabalho recomendadas para Mangueiras em Função do Tipo Construtivo e Bitola

Código da Mangueira Parker	Bitola da Mangueira												
	-3	-4	-5	-6	-8	-10	-12	-16	-20	-24	-32	-40	-48
801		250		250	250	250	250						
836		250		250	250	250							
821FR		350		300	300	250	250						
881 W/HC CLAMP							100	70	50	50	50		
881							300	250	200	150	100		
SS25UL		350	350	350	350	350	350						
231		350	350	350	350	350	350	350					
241		400		400	400	400	400	400	400				
P80				500	500	500	500						
235		700		600	500	500	500	350					
221FR			500	500	500	500	500	500					
601		1250		1125	1000		750	565					
213		2000	1500	1500	1250	1000	750	400	300	250	200	175	150
421	3000	2750	2500	2250	2000	1500	1250	1000	625	500	375		
421HT		2750		2250	2000	1500	1250	1000	625	500	375		
421WC		2750		2250	2000		1250	1000					
481		3250	3250	3000	2500	2000	1750	1275					
201		3000	3000	2250	2000	1750	1500	800	625	500	350	350	200
206		3000	3000	2250	2000	1750	1500	800	625	500	350	350	
225		3000	3000	2250	2000	1750	1500	800	625	500	350		
451AR		3000		3000	3000	3000	3000	3000	3000				
451TC		3000		3000	3000	3000	3000	3000					
304		5000		4000	3500		2250	2000					
301		5000		4000	3500	2750	2250	2000	1625	1250	1125		
301LT		5000		4000	3500		2250	2000					
431		5000	4250	4000	3500	2750	2250	2000					
436				4000	3500	2750	2250	2000					
341				4500	4000		3000	3000	2500				
381		5800	5250	5000	4250	3600	3100	2500	2250	1750	1250		
701				6500	6000	5000							
77C				4000	4000	4000	4000	4000	3000	2500	2500		
774							4000	4000	3000	2500	2500		
78C							5000	5000	5000	5000	5000		
731							6000	5500	4700	4200	3600		

Observações: Além da pressão de trabalho, outros fatores devem ser considerados na seleção correta das mangueiras, tais como:

- ▻ Compatibilidade química com o fluido a ser conduzido
- ▻ Temperatura de trabalho
- ▻ Raio mínimo de curvatura
- ▻ Meio ambiente de trabalho

Determinação do Diâmetro Interno da Mangueira em Função da Vazão do Circuito

O gráfico abaixo foi desenhado para auxiliar na escolha correta do diâmetro interno da mangueira.

Exercício:

Determine o diâmetro interno apropriado para uma mangueira aplicada em uma linha de pressão com vazão de 16 gpm.

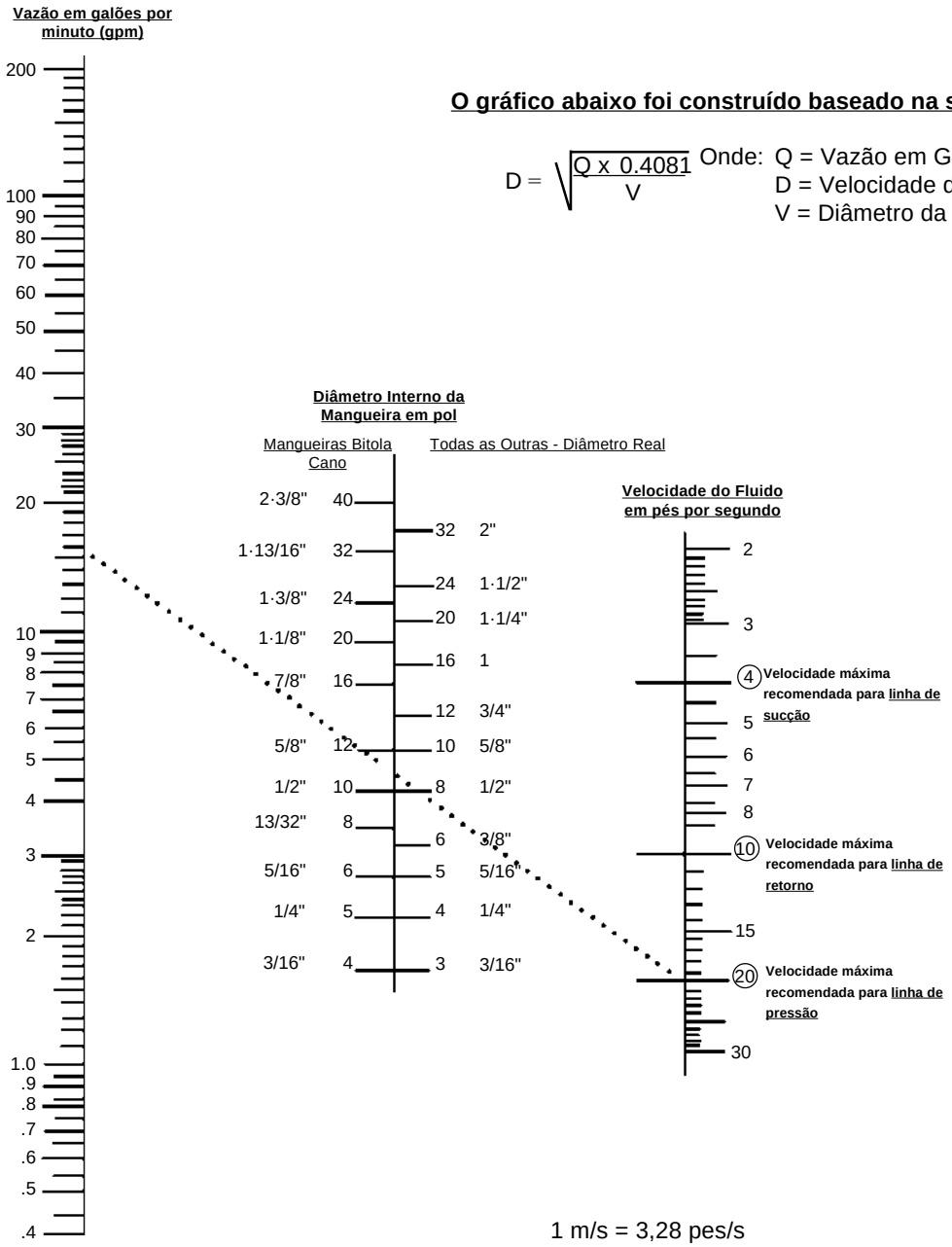
Solução:

Localize na coluna da esquerda a vazão de 16 GPM e na coluna da direita a velocidade de 20 pés por segundo. Em seguida trace uma linha unindo os dois pontos localizados e encontramos na coluna central o diâmetro de 0,625 pol = 5/8".
Para linhas de sucção e retorno, proceda da mesma forma utilizando a velocidade recomendada para as mesmas.

O gráfico abaixo foi construído baseado na seguinte fórmula:

$$D = \sqrt{\frac{Q \times 0.4081}{V}}$$

Onde: Q = Vazão em Galões por Minuto (GPM)
D = Velocidade do Fluido em Pés por Segundo
V = Diâmetro da Mangueira em Polegadas



1 m/s = 3,28 pes/s

Conexões para Mangueiras (Terminais de Mangueiras)

As conexões para mangueiras podem ser classificadas em dois grandes grupos: Reusáveis e Permanentes.

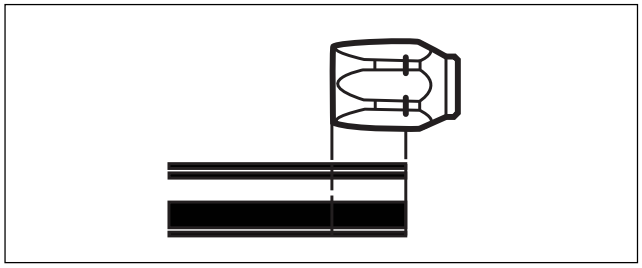
Conexões Reusáveis

Classificam-se como conexões reusáveis todas aquelas cujo sistema de fixação da conexão à mangueira permite reutilizar a conexão, trocando-se apenas a mangueira danificada.
Apesar de ter um custo um pouco superior em relação às conexões permanentes, sua relação custo/benefício é muito boa, além de agilizar a operação de manutenção e dispensar o uso de equipamentos especiais.
As conexões reusáveis são fixadas às mangueiras:

Por interferência entre a conexão e a mangueira.

Por meio de uma capa rosqueável, sem descascar a extremidade da mangueira (tipo NO-SKIVE).

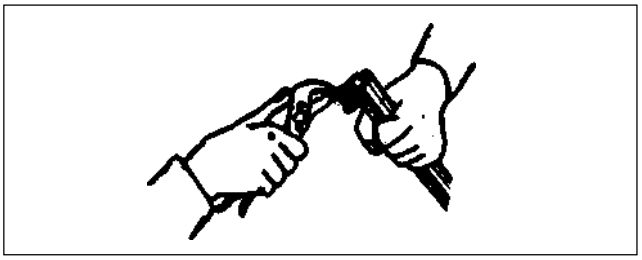
Por meio de uma capa rosqueável, descascando a extremidade da mangueira (tipo SKIVE).



Conexões Permanentes

Classificam-se como conexões permanentes todas aquelas cujo sistema de fixação da conexão à mangueira não permite reutilizar a conexão quando a mangueira se danifica. Este tipo de conexão necessita de equipamentos especiais para montagem.
As conexões permanentes podem ser fixadas às mangueiras pelas seguintes formas:

- Conexões que necessitam descascar a extremidade da mangueira (tipo SKIVE).



- Conexões prensadas que não necessitam descascar a extremidade da mangueira (tipo NO-SKIVE).

Nas tabelas a seguir, podemos identificar as referências cruzadas entre as mangueiras Parker e as mangueiras concorrentes, bem como as conexões disponíveis para essas mangueiras.

Intercambiabilidade de Mangueiras e Conexões Parker

						Montar com Conexões Parker		
Aplicação	**Norma**	**Código Parker**	**Código Aeroquip**	**Código Gates**	**Código Ermeto**	**Reusável**	**Permanente**	**Catálogo Parker**
Baixa pressão WOA Água, óleo, ar 250psi		801	2556	LOR	MBP	Série 82 Push-lok	ND	4400
Baixa pressão WOA Água, óleo, ar 250 psi Resistente à chama		821FR	ND	ND	ND	Série 82 Push-lok	ND	4400
Baixa pressão WOA Água, óleo, ar 250 psi Resistente à abrasão		821	ND	LOC	ND	Série 82 Push-lok	ND	4400
Baixa pressão	SAE 100R3	601	2583	C3	MHMP	ND	Série 43 No-Skive	4400
Sucção	SAE 100R4	881	HC116	C4	MPS	Série 88 com braçadeira	Série 43 No-Skive	4400
Média pressão	SAE 100R5	201	1503	C5	MMP	Série 20/22	ND	4400
Média pressão Média Temperatura	SAE 100R5	206	FC3000	ND	ND	Série 20/22	ND	4400
Média pressão	Similar SAE 100R5 Cobertura borracha	225	2651 2652	C5R	MP	Série 20/22	ND	4400
Média pressão	SAE 100R1AT	421	2663	C1T	MPMPAT	Série 42 No-Skive	Série 43 No-Skive	4400
Média pressão Alta temperatura	SAE 100R1AT	421H	ND	ND	ND	Série 42 No-Skive	Série 43 No-Skive	4400
Média pressão Hi-Impulse	SAE 100RqAT DIN 20022-1SN	481	ND	ND	ND	Série 42 No-Skive	Série 43 No-Skive	4400
Média pressão Capa grossa	SAE 100R1AT	215	2681	C1A	MPMP	ND	ND	Stratoflex
Alta pressão	SAE 100R2AT	301	2793	C2AT	MPAT	Série 30 No-Skive	Série No-Skive	4400
Alta pressão Hi-Impulse	SAE 100R2AT DIN 20022-2SN	381	Nova FC781	ND	ND	Série 30 No-Skive	Série 43 No-Skive	4400
Alta pressão	SAE 100RSA Capa grossa	3212	2781	C2A	MAP	ND	ND	Stratoflex
Alta pressão	SAE 100R2AT	304	ND	ND	MEAP 100R2	Série 30 No-Skive	Série 43 No-Skive	4400
Alta pressão	Atende às pressões	451AR	ND	ND	ND	ND	Série 43 No-Skive	4400
Superalta pressão	SAE 100R9 SAE 100R10	341 Capa Fina	2755/2786 Capa grossa	ND	MSP Capa grossa	Série 34 No-Skive	Série 43 No-Skive	4400
Superalta pressão	SAE 100R12	77C	FC136*	C12	MGSP	ND	Série 71 No-Skive	4400
Superalta pressão	DIN 20023-ASP	701 741	GH506	ND	ND	Série 74 No-Skive	Série 70 No-Skive	4400
Superalta pressão Resistente à abrasão	Atende às pressões SAE 100R12	711AR	ND	ND	ND	ND	Série 71 No-Skive	4400
Extra superalta pressão	SAE 100R13	78C	ND	C13	ND	ND	Série 78 No-Skive	4400
Extra superalta pressão	DIN 20023-4SH	731	ND	ND	ND	ND	Série 73 No-Skive	4400
Refrigeração industrial	SAE ipo B2	241	1540	ND	ND	Série 20/22	ND	4400

ND = Não Disponível

* Aeroquip FC136 é disponível nas bitolas 3/8", 1/2", 5/8" e 1" somente

Recomendações na Aplicação

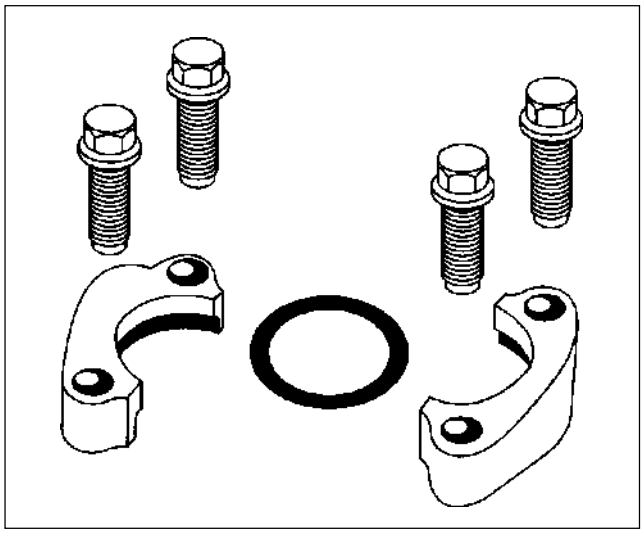
Ao projetar ou reformar um circuito de condução de fluidos, sempre que possível tenha em consideração as seguintes recomendações:

- Evite ao máximo utilizar conexões e mangueiras: sempre que possível utilize tubos, pois a perda de carga em tubos é menor;
- Procure evitar ampliações ou reduções bruscas no circuito, a fim de evitar o aumento da turbulência e de temperatura;
- Evite utilizar conexões fora de padrão em todo o circuito e em especial as conexões (terminais) de mangueira, pois estas deverão ser trocadas com maior frequência nas operações de manutenção;
- Evite especificar conjuntos montados de mangueira com dois terminais macho fixo de um lado e fêmea/macho giratório do outro lado;
- Mesmo que aparentemente mais caras, procure especificar mangueiras que atendam os requisitos do meio ambiente externo de trabalho, evitando assim a necessidade de acessórios especiais tais como: armaduras de proteção, luva antiabrasão, entre outros.

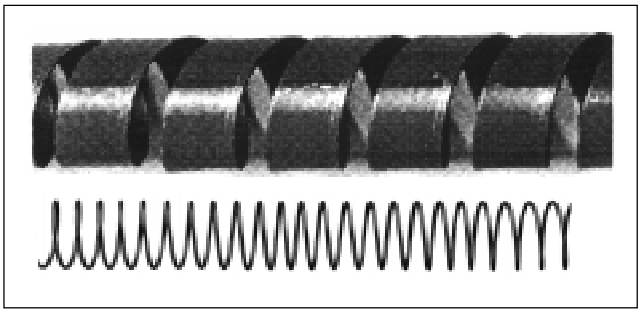
Acessórios

A seguir conheceremos alguns tipos de acessórios para instalação de mangueiras.

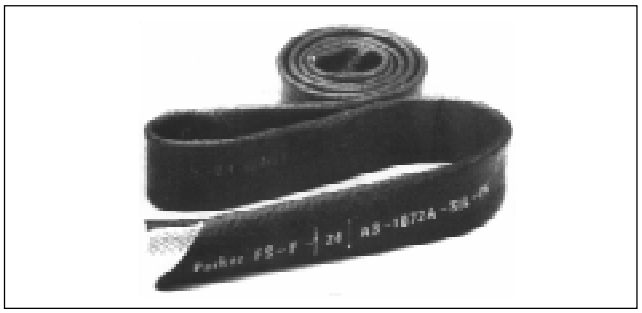
- Flange avulsa ou kits de flange SAE código 61 (3000 psi), código 61 (5000 psi) e código 62 (6000 psi).



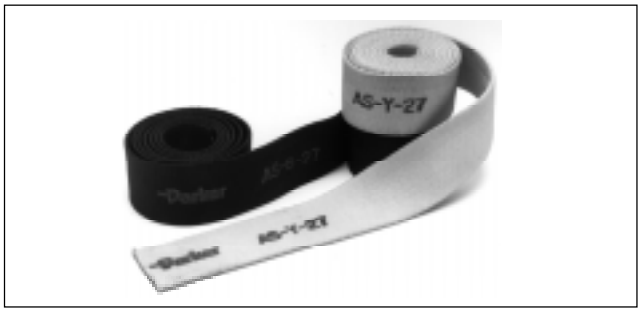
- Armaduras de arame ou fita de aço.



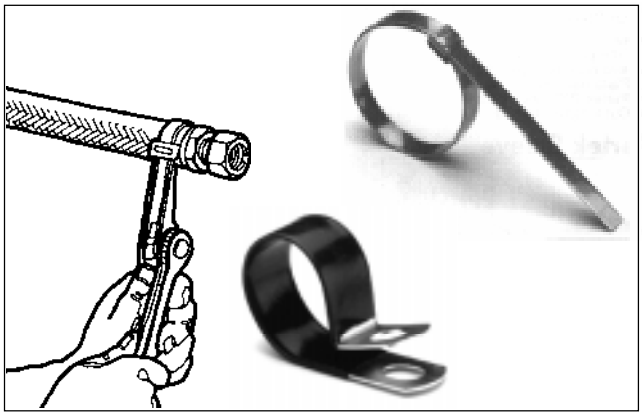
- Capa de proteção contra fogo ou fagulhas FIRESLEEVE



- Capa de proteção contra abrasão Partek



- Braçadeiras para montagem de capa FIRESLEEVE e Partek e braçadeiras tipo suporte para mangueiras longas.

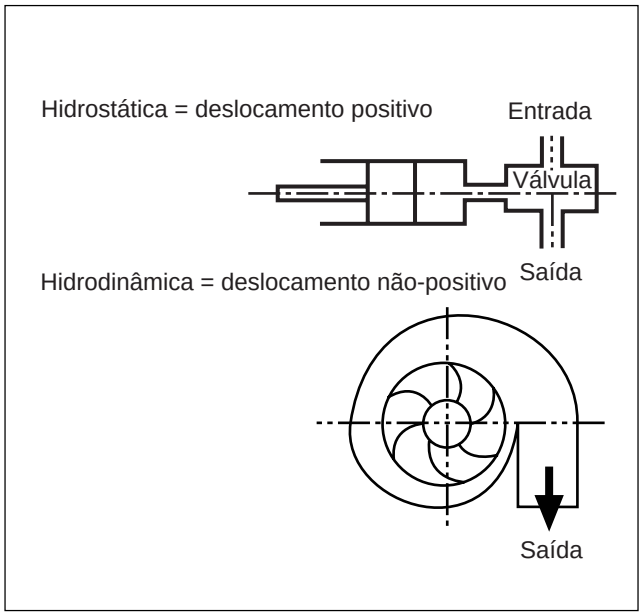


6. Bombas Hidráulicas

Generalidades

As bombas são utilizadas nos circuitos hidráulicos, para converter energia mecânica em energia hidráulica.

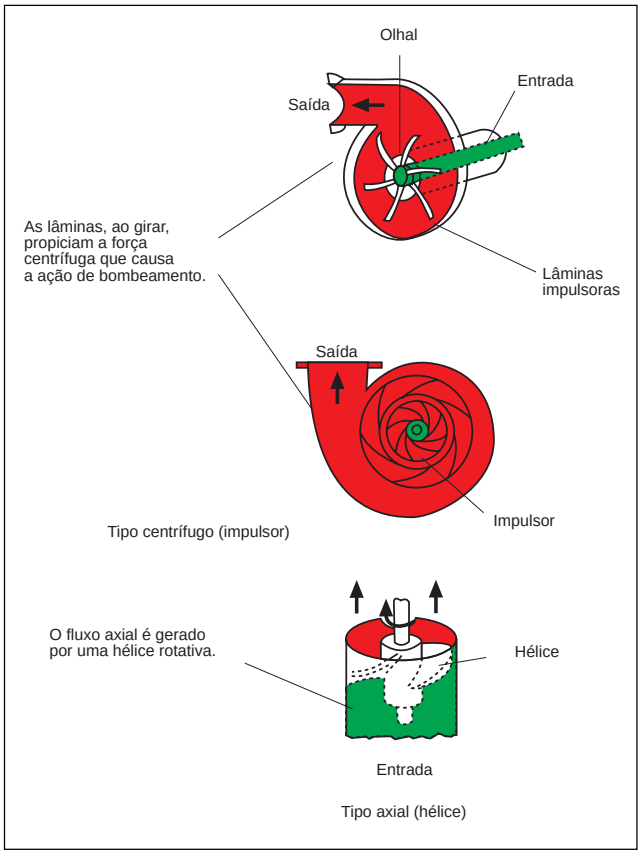
A ação mecânica cria um vácuo parcial na entrada da bomba, o que permite que a pressão atmosférica force o fluido do tanque, através da linha de sucção, a penetrar na bomba.
A bomba passará o fluido para a abertura de descarga, forçando-o através do sistema hidráulico.
As bombas são classificadas, basicamente, em dois tipos: hidrodinâmicas e hidrostáticas.



As bombas hidráulicas são classificadas como positivas (fluxo pulsante) e não-positivas (fluxo contínuo).

Bombas Hidrodinâmicas

São bombas de deslocamento **não-positivo**, usadas para transferir fluidos e cuja única resistência é a criada pelo peso do fluido e pelo atrito.
Essas bombas raramente são usadas em sistemas hidráulicos, porque seu poder de deslocamento de fluido se reduz quando aumenta a resistência e também porque é possível bloquear-se completamente seu pórtico de saída em pleno regime de funcionamento da bomba.



Bombas Hidrodinâmicas

Bombas Hidrostáticas

São bombas de deslocamento **positivo,** que fornecem determinada quantidade de fluido a cada rotação ou ciclo.
Como nas bombas hidrostáticas a saída do fluido independe da pressão, com excessão de perdas e vazamentos, praticamente todas as bombas necessárias para transmitir força hidráulica em equipamento industrial, em maquinaria de construção e em aviação são do tipo hidrostático.
As bombas hidrostáticas produzem fluxos de forma pulsativa, porém sem variação de pressão no sistema.

Especificação de Bombas

As bombas são, geralmente, especificadas pela capacidade de pressão máxima de operação e pelo seu deslocamento, em litros por minuto, em uma determinada rotação por minuto.

Relações de Pressão

A faixa de pressão de uma bomba é determinada pelo fabricante, baseada na vida útil da bomba.

Observação

Se uma bomba for operada com pressões superiores às estipuladas pelo fabricante, sua vida útil será reduzida.

Deslocamento

Deslocamento é o volume de líquido transferido durante uma rotação e é equivalente ao volume de uma câmara multiplicado pelo número de câmaras que passam pelo pórtico de saída da bomba, durante uma rotação da mesma.
O deslocamento é expresso em centímetros cúbicos por rotação e a bomba é caracterizada pela sua capacidade nominal, em litros por minuto.

Capacidade de Fluxo

A capacidade de fluxo pode ser expressa pelo deslocamento ou pela saída, em litros por minuto.

Eficiência volumétrica

Teoricamente, uma bomba desloca uma quantidade de fluido igual a seu deslocamento em cada ciclo ou revolução. Na prática, o deslocamento é menor, devido a vazamentos internos. Quanto maior a pressão, maior será o vazamento da saída para a entrada da bomba ou para o dreno, o que reduzirá a eficiência volumétrica.

A eficiência volumétrica é igual ao deslocamento real dividido pelo deslocamento teórico, dada em porcentagem.

Fórmula

$$\text{Eficiência volumétrica} = \frac{\text{deslocamento real}}{\text{deslocamento teórico}} \times 100\%$$

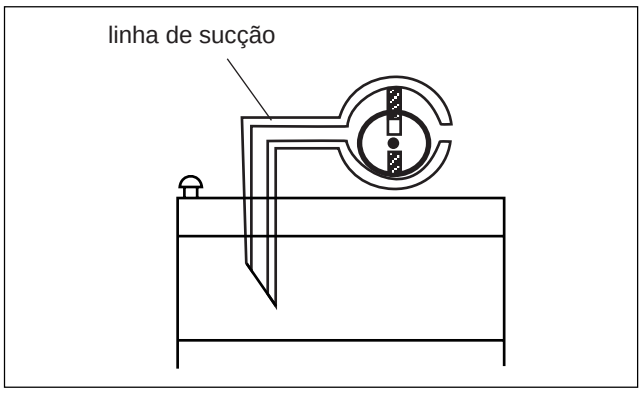
Se, por exemplo, uma bomba a 70kgf/cm^2 de pressão deve deslocar, teoricamente, 40 litros de fluido por minuto e desloca apenas 36 litros por minuto, sua eficiência volumétrica, nessa pressão, é de 90%, como se observa aplicando os valores na fórmula:

$$\text{eficiência} = \frac{36 \text{ l/min}}{40 \text{ l/min}} \times 100\% = 90\%$$

As bombas hidráulicas atualmente em uso são, em sua maioria, do tipo rotativo, ou seja, um conjunto rotativo transporta o fluido da abertura de entrada para a saída.
De acordo com o tipo de elemento que produz a transferência do fluido, as bombas rotativas podem ser de engrenagens, de palhetas ou de pistões.

Localização da Bomba

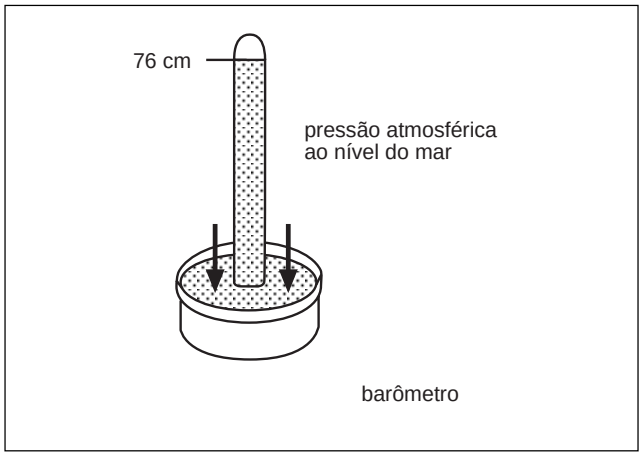
Muitas vezes, num sistema hidráulico industrial, a bomba está localizada sobre a tampa do reservatório que contém o fluido hidráulico do sistema. A linha ou duto de sucção conecta a bomba com o líquido no reservatório.
O líquido, fluindo do reservatório para a bomba, pode ser considerado um sistema hidráulico separado. Mas, neste sistema, a pressão menor que a atmosférica é provocada pela resistência do fluxo.
A energia para deslocar o líquido é aplicada pela atmosfera. A atmosfera e o fluido no reservatório operam juntos, como no caso de um acumulador.



Medição da Pressão Atmosférica

Nós geralmente pensamos que o ar não tem peso. Mas, o oceano de ar cobrindo a terra exerce pressão sobre ela.

Torricelli, o inventor do barômetro, mostrou que a pressão atmosférica pode ser medida por uma coluna de mercúrio. Enchendo-se um tubo com mercúrio e invertendo-o em uma cuba cheia com mercúrio, ele descobriu que a atmosfera padrão, ao nível do mar, suporta uma coluna de mercúrio de 760 mm de altura.



A pressão atmosférica ao nível do mar mede ou é equivalente a 760 mm de mercúrio. Qualquer elevação acima desse nível deve medir evidentemente menos do que isso.
Num sistema hidráulico, as pressões acima da pressão atmosférica são medidas em kgf/cm^2. As pressões abaixo da pressão atmosférica são medidas em unidade de milímetros de mercúrio.

Altitude acima do Nível do Mar	Leitura do Barômetro em cm de Hg	Pressão Atmosférica kgf/cm^2
0	76,0	1,034
305	73,0	0,999
610	70,0	0,957
914	67,8	0,922
1219	65,3	0,887
1524	62,7	0,851
1829	60,5	0,823
2134	58,2	0,788
2438	56,1	0,760
2743	53,8	0,732
3048	51,8	0,704

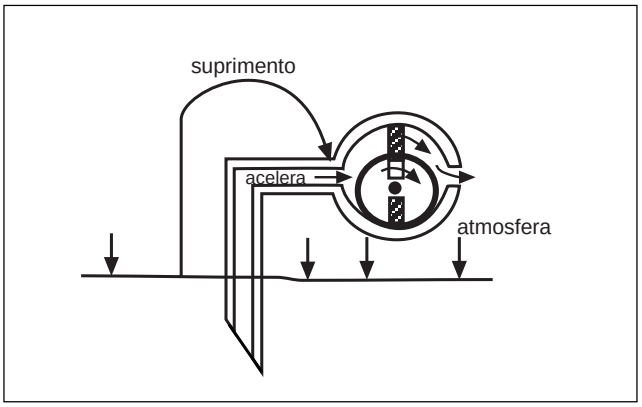
Operação no Lado de Sucção da Bomba

Quando uma bomba não está em operação, o lado de sucção do sistema está em equilíbrio. A condição de "sem fluxo" existe e é indicada pelo diferencial de pressão zero entre a bomba e a atmosfera.
Para receber o suprimento de líquido até o rotor, a bomba gera uma pressão menor do que a pressão atmosférica. O sistema fica desbalanceado e o fluxo ocorre.

O uso da Pressão Atmosférica

A pressão aplicada ao líquido pela atmosfera é usada em duas fases:

1. Suprir o líquido à entrada da bomba.
2. Acelerar o líquido e encher o rotor que está operando a alta velocidade.

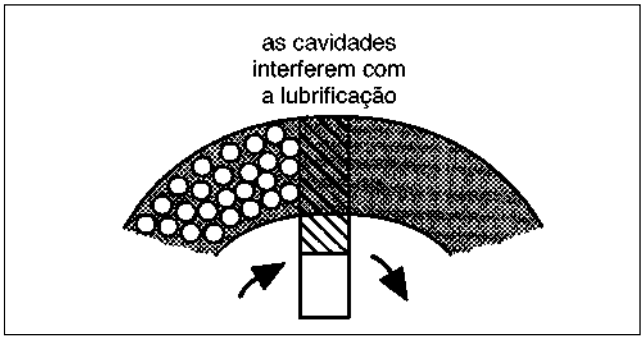


Cavitação

Cavitação é a evaporação de óleo a baixa pressão na linha de sucção.

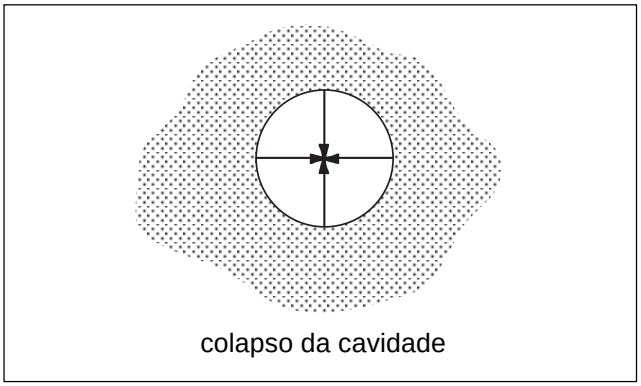
1. Interfere na lubrificação.
2. Destrói a superfície dos metais.

No lado de sucção da bomba, as bolhas se formam por todo o líquido. Isso resulta num grau reduzido de lubrificação e num consequente aumento de desgaste.



Conforme essas cavidades são expostas à alta pressão na saída da bomba, as paredes das cavidades se rompem e geram toneladas de força por centímetro quadrado.

O desprendimento da energia gerada pelo colapso das cavidades desgasta as superfícies do metal.



colapso da cavidade

Se a cavitação continuar, a vida da bomba será bastante reduzida e os cavacos desta migrarão para as outras áreas do sistema, prejudicando os outros componentes.

Indicação de Cavitação

A melhor indicação de que a cavitação está ocorrendo é o ruído. O colapso simultâneo das cavidades causa vibrações de alta amplitude, que são transmitidas por todo o sistema e provocam ruídos estridentes gerados na bomba.
Durante a cavitação, ocorre também uma diminuição na taxa de fluxo da bomba, porque as câmaras da bomba não ficam completamente cheias de líquido e a pressão do sistema se desequilibra.

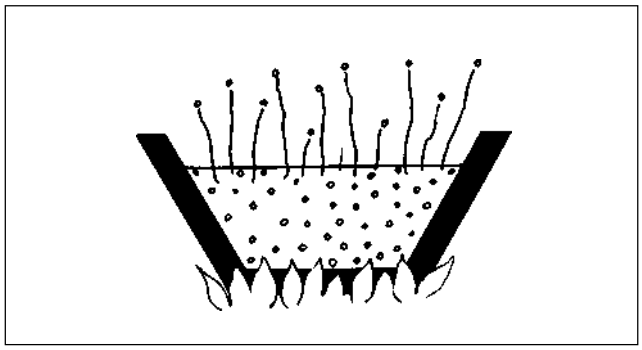
Causa da Formação da Cavitação

As cavidades formam-se no interior do líquido porque o líquido evapora. A evaporação, nesse caso, não é causada por aquecimento, mas ocorre porque o líquido alcançou uma pressão atmosférica absoluta muito baixa.

Pressão de Vapor afetada pela Temperatura

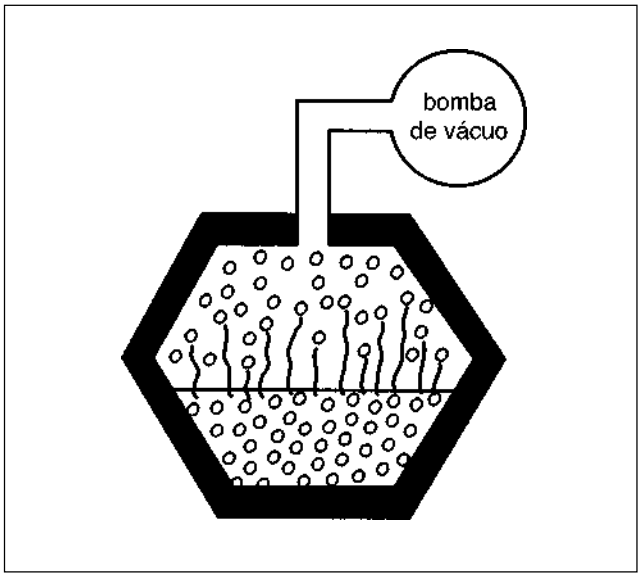
A pressão de vapor de um líquido é afetada pela temperatura. Com o aumento da temperatura, mais energia é acrescentada às moléculas do líquido. As moléculas se movem mais rapidamente e a pressão de vapor aumenta.

Quando a pressão de vapor se iguala à pressão atmosférica, as moléculas do líquido entram livremente na atmosfera. Isso é conhecido como ebulição.



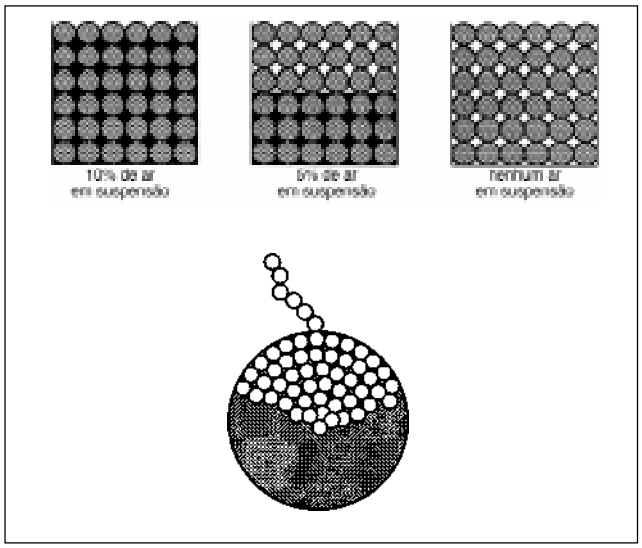
Ar em Suspensão

O fluido hidráulico, ao nível do mar, é constituído de 10% de ar. O ar está em suspensão no líquido. Ele não pode ser visto e, aparentemente, não acrescenta volume ao líquido.
A capacidade de qualquer fluido hidráulico ou líquido de conter ar dissolvido diminui quando a pressão agindo sobre o mesmo decresce. Por exemplo: se um recipiente com fluido hidráulico que tenha sido exposto à atmosfera fosse colocado numa câmara de vácuo, o ar dissolvido borbulharia para fora da solução. Escapando durante o processo de cavitação, o ar dissolvido sai da solução e contribui para prejudicar a bomba.



Aeração

Aeração é a entrada de ar no sistema através da sucção da bomba.
O ar retido é aquele que está presente no líquido, sem estar dissolvido no mesmo. O ar está em forma de bolhas.
Se ocorrer de a bomba arrastar fluido com ar retido, as bolhas de ar terão, mais ou menos, o mesmo efeito da cavitação sobre a bomba. Contudo, como isso não está associado com a pressão de vapor, vamos nos referir a esta ação como sendo uma **pseudocavitação.**



Muitas vezes, o ar retido está presente no sistema devido a um vazamento na linha de sucção. Uma vez que a pressão do lado da sucção da bomba é menor que a pressão atmosférica. Qualquer abertura nesta região resulta na sucção do ar externo para o fluido e consequentemente para a bomba.

Qualquer bolha de ar retida que não puder escapar enquanto o fluido está no tanque irá certamente para a bomba.

Especificação de Cavitação

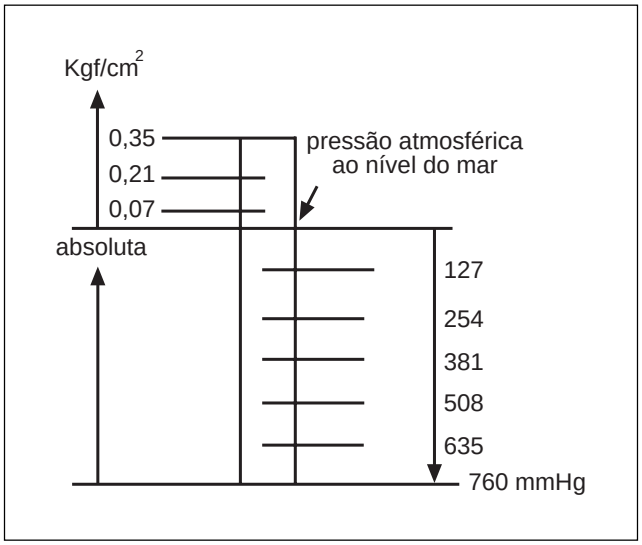
A cavitação é muito prejudicial, tanto para a bomba como para o sistema. Por essa razão os fabricantes especificam as limitações dos seus produtos.

Os fabricantes de bombas de deslocamento positivo geralmente especificam a pressão menor que a atmosférica, que deve ocorrer à entrada da bomba para encher o mecanismo de bombeamento.

Contudo, as especificações para essas pressões não são dadas em termos da escala de pressão absoluta, mas em termos da escala de pressão do vácuo.

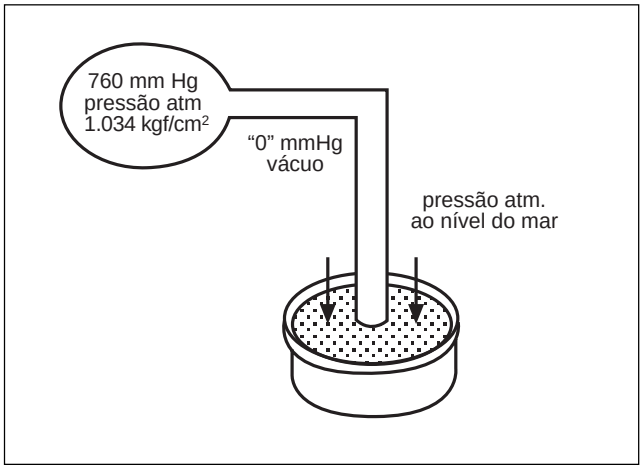
Escala de Pressão do Vácuo

O vácuo é qualquer pressão menor que a atmosférica. A pressão de vácuo causa uma certa confusão, uma vez que a escala inicia-se à pressão atmosférica, mas opera de cima para baixo em unidade de milímetros de mercúrio (Hg).

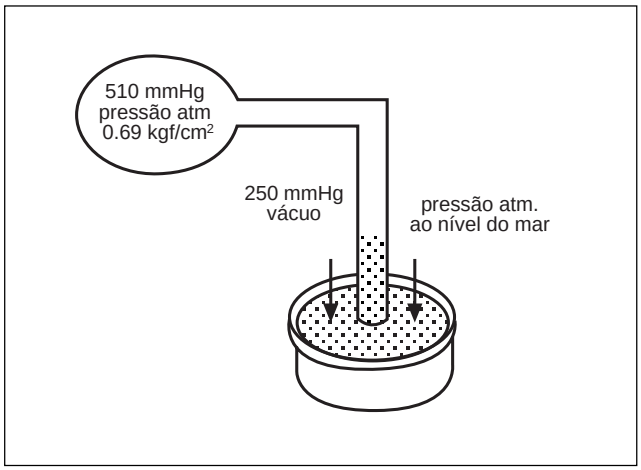


Como é determinado o Vácuo

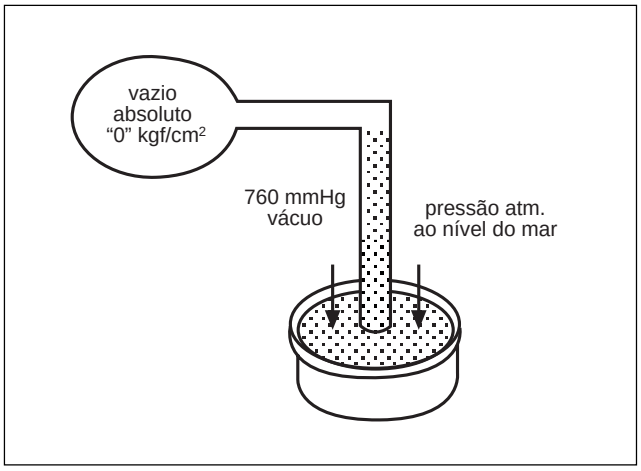
Na ilustração, um recipiente com mercúrio aberto à atmosfera é conectado por meio de um tubo a um frasco, que tem a mesma pressão que a atmosférica. Uma vez que a pressão no frasco é a mesma pressão agindo sobre o mercúrio do recipiente, uma coluna de mercúrio não pode ser suportada no tubo. Zero centímetro de mercúrio indica uma condição de nenhum vácuo no frasco.



Se o frasco fosse esvaziado de modo que a pressão dentro dele fosse reduzida a 250 milímetros de mercúrio (Hg), a pressão atmosférica agindo sobre o recipiente com mercúrio suportaria uma coluna de mercúrio de 250 milímetros de altura. O vácuo nesse caso mede 250 mmHg.



Se o frasco fosse esvaziado de modo que nenhuma pressão restasse e o vácuo completo existisse, a atmosfera agindo sobre o mercúrio suportaria uma coluna de mercúrio de 760 mm de altura. O vácuo mediria 760 mmHg.



Vacuômetro

O vacuômetro é calibrado de 0 a 760. Ao nível do mar, para se determinar a pressão absoluta com um vacuômetro, subtraia o valor do vácuo em mmHg de 760 mmHg. Por exemplo, um vácuo de 178 mmHg corresponde na verdade a uma pressão absoluta de 582 mmHg.

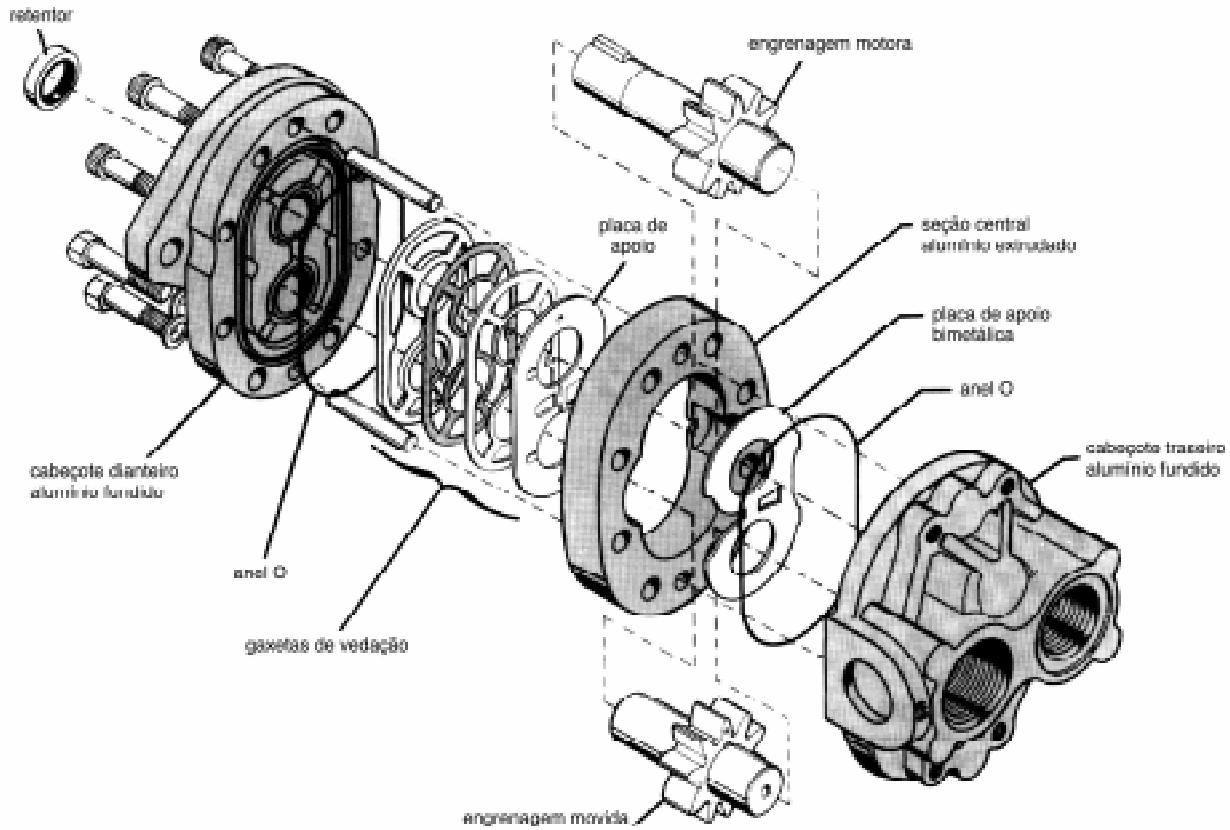
Especificações de Sucção dadas em Termos de Vácuo

Os melhores fabricantes de bombas dão suas especificações de sucção em termos de valores de vácuo em relação ao nível do mar. Quando a bomba deve ser usada a uma elevação acima do nível do mar, a pressão barométrica naquele nível deve ser levada em conta.

Se um fabricante especifica não mais do que um vácuo de 178 mmHg na entrada da bomba, isto quer dizer que o fabricante deseja ter uma pressão absoluta ou barométrica na entrada da bomba, de pelo menos 582 mmHg para que se possa acelerar o líquido para o mecanismo de bombeamento. Se a pressão absoluta na entrada da bomba for um pouco menor que 582 mmHg, a bomba pode ser danificada. Naturalmente, isso depende do fator de segurança do projeto na faixa permitida para operação no vácuo.

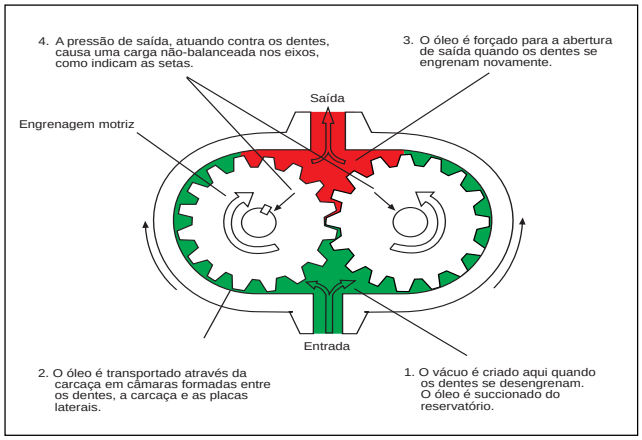
Bombas de Engrenagem

A bomba de engrenagem consiste basicamente de uma carcaça com orifícios de entrada e de saída, e de um mecanismo de bombeamento composto de duas engrenagens. Uma das engrenagens, a engrenagem motora, é ligada a um eixo que é conectado a um elemento acionador principal. A outra engrenagem é a engrenagem movida.



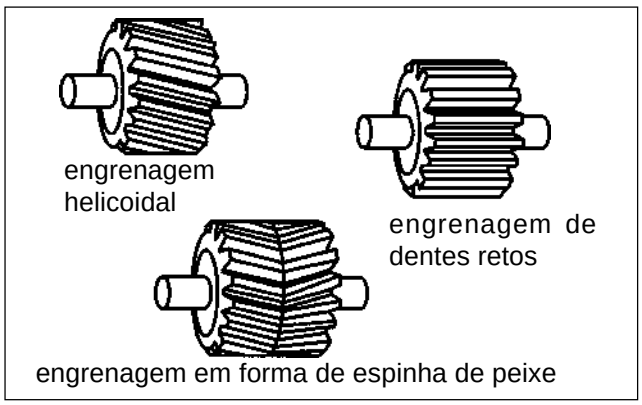
Como funciona uma Bomba de Engrenagem

No lado da entrada, os dentes das engrenagens desengrenam, o fluido entra na bomba, sendo conduzido pelo espaço existente entre os dentes e a carcaça, para o lado da saída onde os dentes das engrenagens engrenam e forçam o fluido para fora do sistema.
Uma vedação positiva neste tipo de bomba é realizada entre os dentes e a carcaça, e entre os próprios dentes de engrenamento. As bombas de engrenagem têm geralmente um projeto não compensado.



Bomba de Engrenagem Externa

A bomba de engrenagem que foi descrita acima é uma bomba de engrenagem externa, isto é, ambas as engrenagens têm dentes em suas circunferências externas. Estas bombas são às vezes chamadas de bombas de dentes-sobre-dentes. Há basicamente três tipos de engrenagens usadas em bombas de engrenagem externa; as de engrenagens de dentes retos, as helicoidais e as que têm forma de espinha de peixe. Visto que as bombas de engrenagem de dentes retos são as mais fáceis de fabricar, este tipo de bomba é o mais comum.

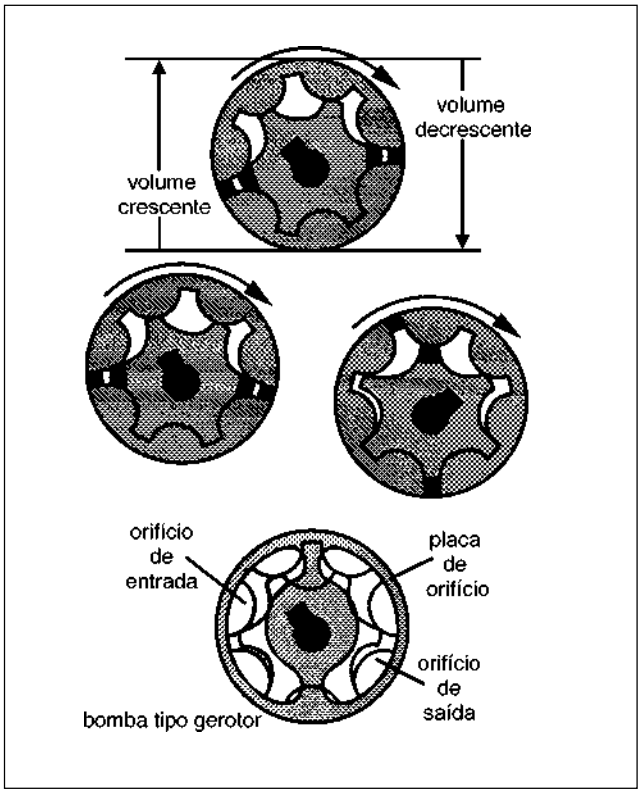


Bomba de Engrenagem Interna

Uma bomba de engrenagem interna consiste de uma engrenagem externa cujos dentes se engrenam na circunferência interna de uma engrenagem maior. O tipo mais comum de bomba de engrenagem interna nos sistemas industriais é a bomba tipo gerotor.

Bomba Tipo Gerotor

A bomba tipo gerotor é uma bomba de engrenagem interna com uma engrenagem motora interna e uma engrenagem movida externa. A engrenagem interna tem um dente a menos do que a engrenagem externa. Enquanto a engrenagem interna é movida por um elemento acionado, ela movimenta a engrenagem externa maior. De um lado do mecanismo de bombeamento forma-se um volume crescente, enquanto os dentes da engrenagem desengrenam. Do outro lado da bomba é formado um volume decrescente. Uma bomba tipo gerotor tem um projeto não compensado.
O fluido que entra no mecanismo de bombeamento é separado do fluido de descarga por meio de uma placa de abertura. Enquanto o fluido é impelido da entrada para a saída, uma vedação positiva é mantida, conforme os dentes da engrenagem interna seguem o contorno do topo das cristas e vales da engrenagem externa.



Volume Variável de uma Bomba de Engrenagem

O volume que sai de uma bomba de engrenagem é determinado pelo volume de fluido que cada dente de engrenagem desloca multiplicado pela rpm. Consequentemente, o volume que sai das bombas de engrenagem pode ser alterado pela substituição das engrenagens originais por engrenagens de dimensões diferentes, ou pela variação da rpm.
As bombas de engrenagens, quer de variedade interna ou externa, não podem ser submetidas à variação no volume deslocado enquanto estão operando. Nada pode ser feito para modificar as dimensões físicas de uma engrenagem enquanto ela está girando.
Um modo prático, então, para modificar o fluxo de saída de uma bomba de engrenagem é modificar a taxa do seu elemento acionador. Isso pode muitas vezes ser feito quando a bomba está sendo movida por um motor de combustão interna. Também pode ser realizado eletricamente, com a utilização de um motor elétrico de taxa variável.

Bombas Duplas de Engrenagem

Dados de Rendimento

Vantagens:

1) Eficiente, projeto simples;

2) Excepcionalmente compacta e leve para sua capacidade;

3) Eficiente à alta pressão de operação;

4) Resistente aos efeitos de cavitação;

5) Alta tolerância à contaminação dos sistemas;

6) Resistente em operações a baixas temperaturas;

7) Construída com mancal de apoio no eixo;

8) Campatibilidade com vários fluidos.

Especificações das Bombas de Engrenagem

Vazão: Ver dados de rendimento de cada série.

Pressão: Ver dados de rendimento de cada série.

Torque-Combinado: 9,23 máximo (regime contínuo). 11 kgf.m máx. (regime intermitente). O segundo estágio da bomba não pode exceder 3kgf.m.

Material do Corpo: Alumínio fundido

Temperatura de operação: -40°C a 85°C.

Notas de Instalação: Ver em informações para instalação, recomendações específicas pertinentes à limpeza do sistema, fluidos start-up, condições de entrada, alinhamento do eixo, e outros importantes fatores relativos à própria instalação e uso destas bombas.

	Modelo	Torque a 69 bar (kgf.m)	Limite Máximo Permitido	
			bar	rpm
Primeiro Estágio	H25	1,40	172	4000
	H31	1,75	172	4000
	H39	2,19	172	4000
	H49	2,74	172	4000
	H62	3,25	172	3600
	H77	4,29	172	3600
Segundo Estágio	D05	0,27	172	4000
	D07	0,39	172	4000
	D09	0,48	172	4000
	D11	0,61	172	4000
	D14	0,76	172	4000
	D17	0,94	172	4000
	D22	1,21	172	4000
	D27	1,49	172	3000

Dados de Rendimento

O primeiro e o segundo estágios combinados não podem exceder a:

9,23 kgf.m (regime contínuo)
11 Kgf.m (regime intermitente)

Segundo estágio não pode exceder a 3 kgf.m

Exemplo:
H39 a 172 bar = 2,19 kgf.m x 172 / 69 bar = 5,49 kgf.m
D17 a 172 bar = 0,94 kgf.m x 172 / 69 bar = 2,34 kgf.m
Torque total: 7,8 kgf.m

Informações para instalação de Bombas de Engrenagem

Fluidos recomendados:
O fluido deve ter viscosidade de operação na faixa de 80 a 100 SSU.
Máxima viscosidade para início de fundionamento 4000 SSU.

Filtragem:
Para uma maior vida útil da bomba e dos componentes do sistema, o fluido não deverá conter mais que 125 partículas maiores de 10 microns por milímetro de fluido (classe SAE 4).

Fluidos compatíveis:

- ▻ Fluidos à base de petróleo
- ▻ Água glicol
- ▻ Emulsão água-óleo
- ▻ Fluido de transmissão
- ▻ Óleo mineral

Nota: todos os dados são para uso com fluidos à base de petróleo. Para uso com fluidos água-glicol e emulsão água-óleo, considerar metade das pressões indicadas, rotação máxima reduzida de 1000 rpm e especificar mancais do tipo "DU".
Consulte o fabricante para outros fluidos especiais.

Condições na entrada: - Vácuo máximo 25,4 mm de Hg a 1800 rpm
12,7 m m de Hg à rotação máxima
- Máxima pressão positiva: 1,4 bar

Rotação e alinhamento do eixo:
O alinhamento entre o eixo do motor e o da bomba deve estar dentro de 0,18 mm LTI. Siga as instruções do fabricante do acoplamento durante a instalação, para prevenir que o eixo da bomba seja danificado. A fixação do motor e da bomba deve ser em bases rígidas.
O acoplamento deve estar dimensionado para absorver choques e suportar o torque desenvolvido durante a operação.

Posição de montagem:
Não há restrições.

Partida:
Quando a linha de sucção estiver vazia na partida, o circuito deverá estar aberto para tanque.

Instalações especiais:
Consulte o fabricante para qualquer uma das seguintes aplicações:
Pressão e/ou rotação acima das indicadas, acionamento indireto, fluidos além dos especificados, temperatura acima de 85°C.

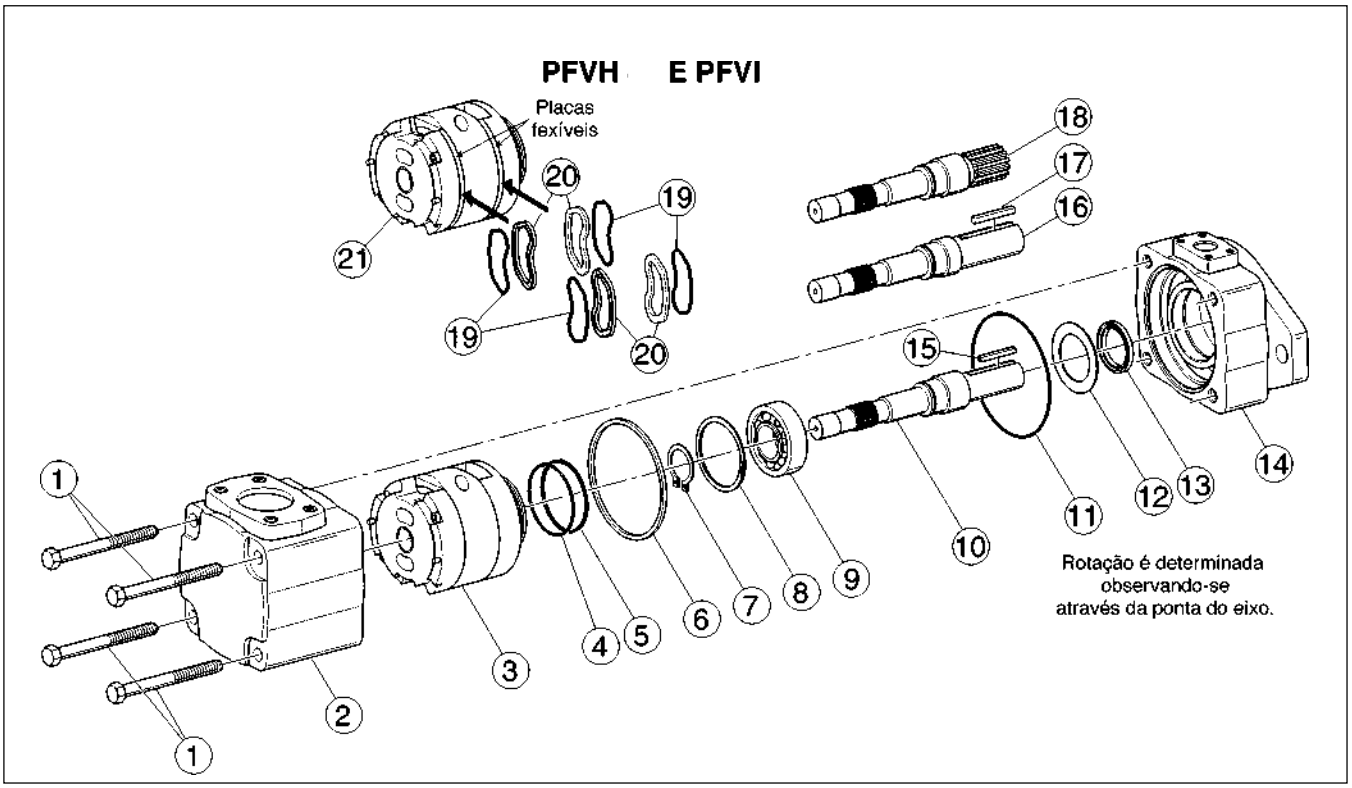
Bombas de Palheta

As bombas de palheta produzem uma ação de bombeamento fazendo com que as palhetas acompanhem o contorno de um anel ou carcaça. O mecanismo de bombeamento de uma bomba de palheta consiste de: rotor, palhetas, anel e uma placa de orifício com aberturas de entrada e saída.

Montagem de Conjunto da Bomba

O mecanismo de bombeamento das bombas de palheta industriais é geralmente uma unidade integral a que se dá o nome de montagem de conjunto da bomba. O conjunto montado consiste de palhetas, rotor e um anel elíptico colocado entre as duas placas de orifício (observe que as placas de entrada da montagem do conjunto são algo diferente em seu projeto das placas de entrada previamente ilustradas).

Uma das vantagens de se usar um conjunto montado é a de fácil manutenção da bomba. Depois de um certo tempo, quando as peças da bomba naturalmente se gastam, o mecanismo de bombeamento pode ser facilmente removido e substituído por uma nova montagem. Também, se por alguma razão o volume da bomba precisar ser aumentado ou diminuído, um conjunto de bombas com as mesmas dimensões externas, mas com volume adequado, pode rapidamente substituir o mecanismo de bombeamento original.



Item Nº	Peça Nº	Descrição
1	404206	Parafuso Cabeça Sextavada
2	402070	Tampa Traseira
3	**Kit Conjunto Rotativo Industrial - Anti-Horário (cód.)**	
	CK45PFVI42L	Deslocamento 132 cm³/rev (8.1 in³) (42)
	CK45PFVI45L	Deslocamento 142 cm³/rev (8.7 in³) (45)
	CK45PFVI50L	Deslocamento 158 cm³/rev (9.6 in³) (50)
	CK45PFVI60L	Deslocamento 189 cm³/rev (11.6 in³) (60)
	Kit Conjunto Rotativo Industrial - Horário (cód.)	
	CK45PFVI42	Deslocamento 132 cm³/rev (8.1 in³) (42)
	CK45PFVI45	Deslocamento 142 cm³/rev (8.7 in³) (45)
	CK45PFVI50	Deslocamento 158 cm³/rev (9.6 in³) (50)
	CK45PFVI60	Deslocamento 189 cm³/rev (11.6 in³) (60)
4	——	Anel O *
5	——	Anel de Encosto *
6	——	Anel Selo *
7	56x221	Anel Elástico
8	404073	Anel Espiral
9	404071	Rolamento
10	404060	(Eixo Código A) 1.25" Dia. Chavetado
11	——	Anel O - Corpo Dianteiro *
12	404072	Arruela
13	——	Vedação do Eixo *

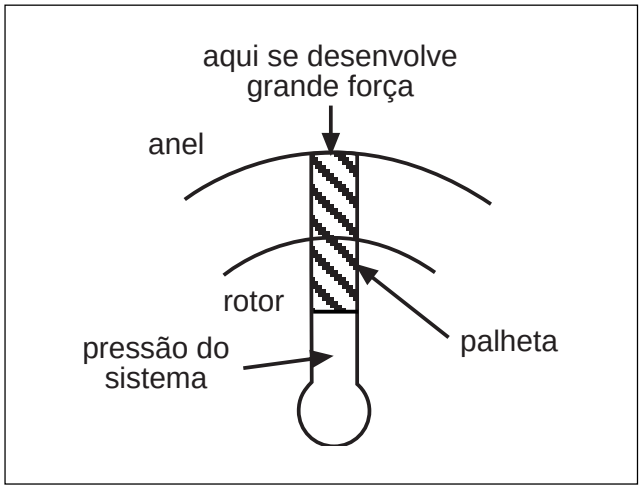
Item Nº	Peça Nº	Descrição
14	402030	Corpo Dianteiro
15	22x30	Chaveta para (Eixo Código A) 1.25" Dia. Chavetado
16	404061	(Eixo Código C) 1.5" Dia. Chavetado
17	22x48	Chaveta para (Eixo Código C)
18	404062	(Eixo Código B) 14 Dentes Estriados
19	——	Somente para Kit de Vedação Mobil †
20	——	Somente para Kit de Vedação Mobil †
21	**Kit Conjunto Rotativo Mobil - Anti-Horário (cód.)**	
	CK45PFVH42L	Deslocamento 138 cm³/rev (8.5 in³) (42)
	CK45PFVH45L	Deslocamento 154 cm³/rev (9.4 in³) (47)
	CK45PFVH50L	Deslocamento 162 cm³/rev (9.9 in³) (50)
	CK45PFVH57L	Deslocamento 183 cm³/rev (11.2 in³) (57)
	CK45PFVH60L	Deslocamento 193 cm³/rev (11.6 in³) (60)
	Kit Conjunto Rotativo Mobil - Horário (cód.)	
	CK45PFVH42	Deslocamento 138 cm³/rev (8.5 in³) (42)
	CK45PFVH45	Deslocamento 154 cm³/rev (9.4 in³) (47)
	CK45PFVH50	Deslocamento 162 cm³/rev (9.9 in³) (50)
	CK45PFVH57	Deslocamento 183 cm³/rev (11.2 in³) (57)
	CK45PFVH60	Deslocamento 193 cm³/rev (11.6 in³) (60)

* Itens 4,5,6,11 e 13 contidso dentro de SK45PFVI,
Para Fluorcarbono número de ordem da peça: **V**SK45PFVI.

† Itens 4,5,6,11,13,19 e 20 contidos dentro de SK45PFVH,
Para Fluorcarbono número de ordem da peça: **V**SK45 PFVH.

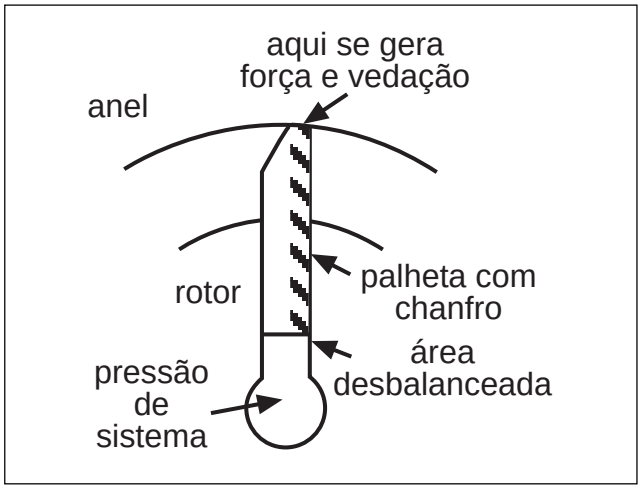
Carregamento de Palheta

Antes que uma bomba de palheta possa operar adequadamente, um selo positivo deve existir entre o topo da palheta e o anel. Quando uma bomba de palheta é ligada, pode-se contar com uma força de inércia para "arremessar" as palhetas e conseguir a vedação. É por esta razão que a velocidade mínima de operação, para a maior parte da bombas de palheta, é de 600 rpm.
Logo que uma bomba for girada e a pressão do sistema começar a crescer, deve ocorrer uma vedação mais justa para que o vazamento não aumente em direção ao topo da palheta. Para gerar uma vedação melhor a pressões mais altas, as bombas de palheta industriais direcionam a pressão do sistema para o lado inferior da palheta. Com esse arranjo, quanto mais alta for a pressão do sistema, mais força será desenvolvida para empurrar contra o anel.



Este modo de carregamento hidráulico de uma palheta desenvolve uma vedação muito justa no topo da palheta. Mas, se a força que carrega a palheta for muito grande, as palhetas e o anel podem ficar excessivamente desgastados e as palhetas podem ser uma fonte de arrasto.
Para conseguirem a melhor vedação e ocasionarem o mínimo arrasto e desgaste, os fabricantes projetam as suas bombas de forma que as palhetas sejam carregadas só parcialmente.

O uso de palhetas com um chanfro ou cantos quebrados é um modo pelo qual a alta sobrecarga na palheta é eliminada. Com estas palhetas, toda a área inferior da palheta é exposta à pressão do sistema, como também uma grande parte da área no topo da palheta. Isto resulta no equilíbrio da maior parte da palheta. A pressão que atua na área desbalanceada é a força que carrega a palheta.

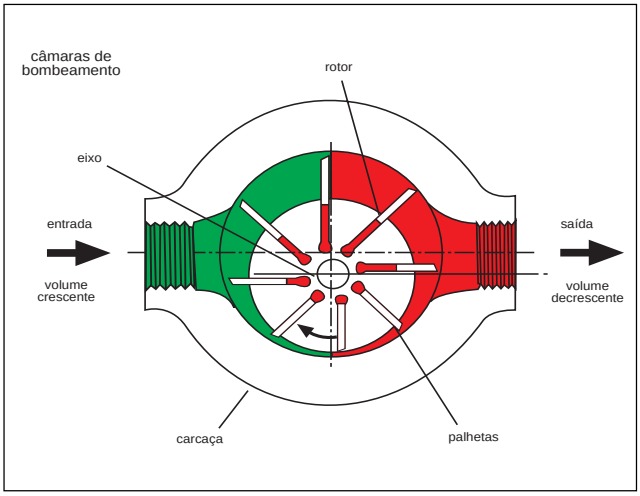


Como trabalha uma Bomba de Palheta

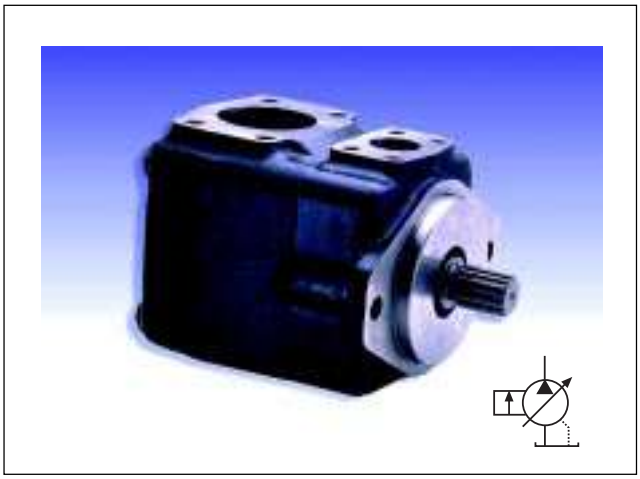
O rotor de uma bomba de palheta suporta as palhetas e é ligado a um eixo que é conectado a um acionador principal. À medida que o rotor é girado, as palhetas são "expulsas" por inércia e acompanham o contorno do cilindro (o anel não gira).
Quando as palhetas fazem contato com o anel, é formada uma vedação positiva entre o topo da palheta e o anel.

O rotor é posicionado fora do centro do anel. Quando o rotor é girado, um volume crescente e decrescente é formado dentro do anel. Não havendo abertura no anel, uma placa de entrada é usada para separar o fluido que entra do fluido que sai. A placa de entrada se encaixa sobre o anel, o rotor e as palhetas. A abertura de entrada da placa de orifício está localizada onde o volume crescente é formado. O orifício de saída da placa de orifício está localizado onde o volume decrescente é gerado.

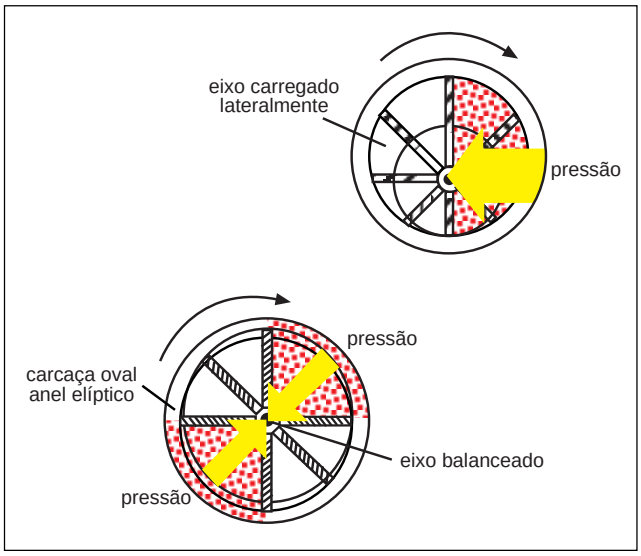
Todo o fluído entra e sai do mecanismo de bombeamento através da placa de orifício (as aberturas de entrada e de saída na placa de orifício são conectadas respectivamente às aberturas de entrada e de saída na carcaça das bombas).



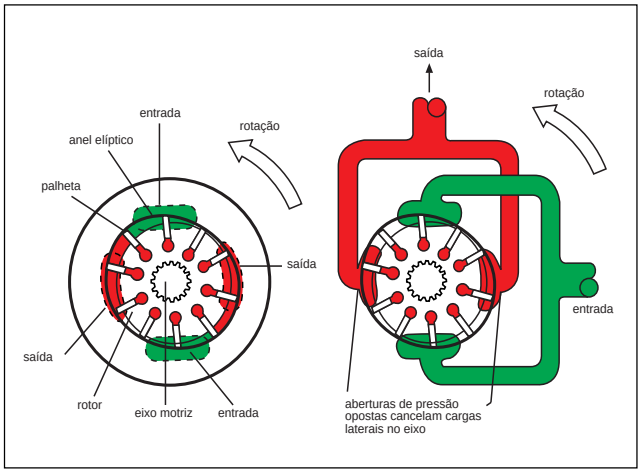
Projeto de Bombas de Palheta Balanceada



Numa bomba, duas pressões muito diferentes estão envolvidas: a pressão de trabalho do sistema e a pressão atmosférica. Na bomba de palheta que foi descrita, uma das metades do mecanismo de bombeamento está a uma pressão menor do que a atmosférica. A outra metade está sujeita à pressão total do sistema. Isso resulta numa carga oposta do eixo, que pode ser séria quando são encontradas altas pressões no sistema. Para compensar esta condição, o anel é mudado de circular para anel em formato de elipse. Com este arranjo, os dois quadrantes de pressão opõem-se um ao outro e as forças que atuam no eixo são balanceadas. A carga lateral do eixo é eliminada.



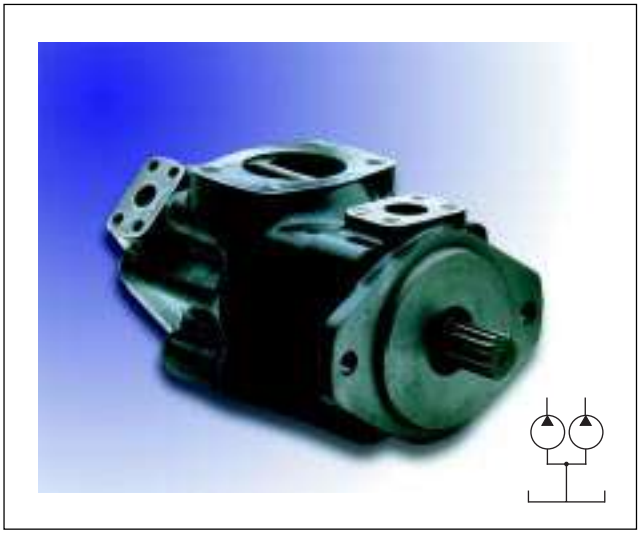
Consequentemente, uma bomba de palheta balanceada consiste de um anel de forma elíptica, um rotor, palhetas e uma placa de orifício com aberturas de entrada e de saída opostas umas às outras (ambas as aberturas de entrada estão conectadas juntas, como estão as aberturas de saída, de forma que cada uma possa ser servida por uma abertura de entrada ou uma abertura de saída na carcaça da bomba). As bombas de palheta de deslocamento positivo e de volume constante, usadas em sistemas industriais, são geralmente de projeto balanceado.



Bombas Duplas

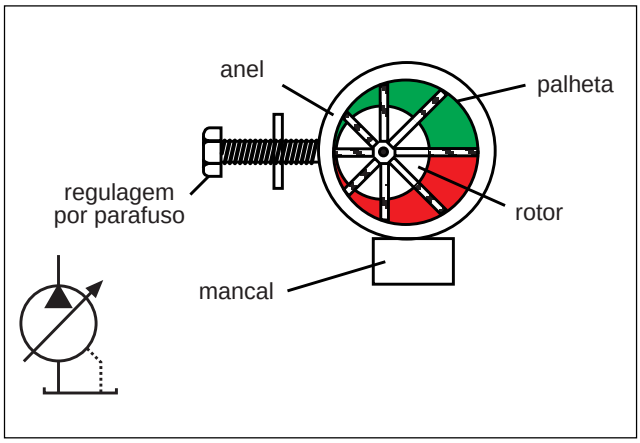
A bomba de palheta que foi descrita é conhecida como bomba simples, isto é, ela consiste de uma entrada, uma saída e uma montagem do conjunto rotativo. As bombas de palheta também estão disponíveis na condição de bomba dupla. Uma bomba de palheta dupla consiste numa carcaça com duas montagens de conjuntos rotativos, uma ou duas entradas e duas saídas separadas. Em outras palavras, uma bomba dupla consiste de duas bombas em uma carcaça.

Uma bomba dupla pode descarregar duas taxas de fluxo diferentes em cada saída. Pelo fato de ambos os conjuntos rotativos da bomba estarem conectados a um eixo comum, só um motor elétrico é usado para acionar toda a unidade.
As bombas duplas são usadas muitas vezes em circuitos alto-baixo e quando duas diferentes velocidades de fluxo provêm da mesma unidade de força.
As bombas duplas expelem o dobro de fluxo de uma bomba simples sem um aumento apreciável no tamanho da unidade.



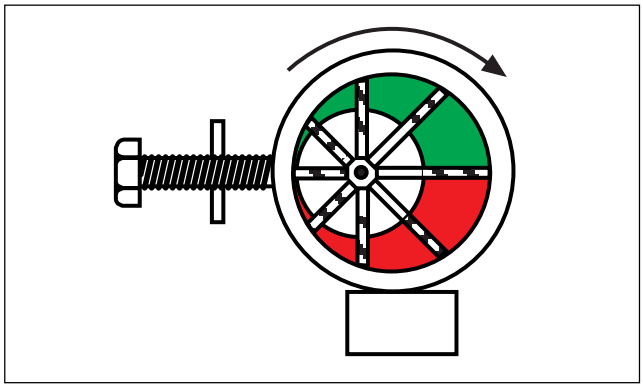
Bombas de Palheta de Volume Variável

Uma bomba de palheta de deslocamento positivo imprime o mesmo volume de fluído para cada revolução. As bombas industriais são geralmente operadas a 1.200 ou 1.800 rpm. Isso indica que a taxa de fluxo da bomba se mantém constante.
Em alguns casos, é desejável que a taxa de fluxo de uma bomba seja variável. Um modo de se conseguir isso é variar a taxa do elemento acionador, o que é economicamente impraticável. A única alternativa, então, para variar a saída de uma bomba, é modificar o seu deslocamento.
A quantidade de fluido que uma bomba de palheta desloca é determinada pela diferença entre a distância máxima e mínima em que as palhetas são estendidas e a largura das palhetas. Enquanto a bomba está operando, nada pode ser feito para modificar a largura de uma palheta. Entretanto, uma bomba de palheta pode ser projetada de modo que a distância de deslocamento das palhetas possa ser modificada, sendo essa conhecida como uma bomba de palheta de volume variável.

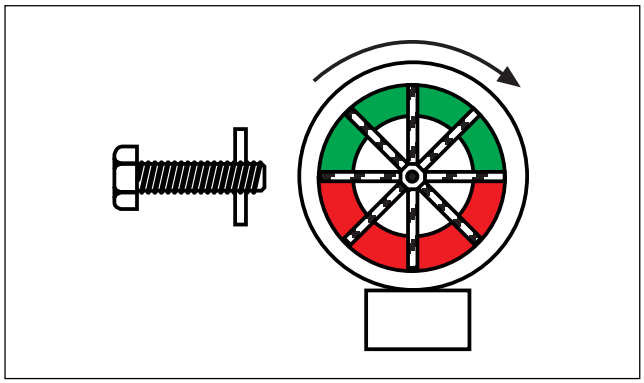


O mecanismo de bombeamento de uma bomba de palheta de volume variável consiste basicamente de um rotor, palhetas, anel, que é livre para se movimentar, placa de orifícios, um mancal para guiar um anel e um dispositivo para variar a posição do anel. Em nossa ilustração é usado um parafuso de regulagem. As bombas de palheta de volume variado são bombas desbalanceadas. Seus anéis são circulares e não têm a forma de elipse. Visto que o anel deste tipo de bomba deve ser livre para se deslocar, o mecanismo de bombeamento não vem como um conjunto montado.

Como trabalha uma Bomba de Palheta de Volume Variável



Com o parafuso regulado, o anel é mantido fora do centro com relação ao rotor. Quando o rotor é girado, um volume de fluxo é gerado, ocorrendo o bombeamento.

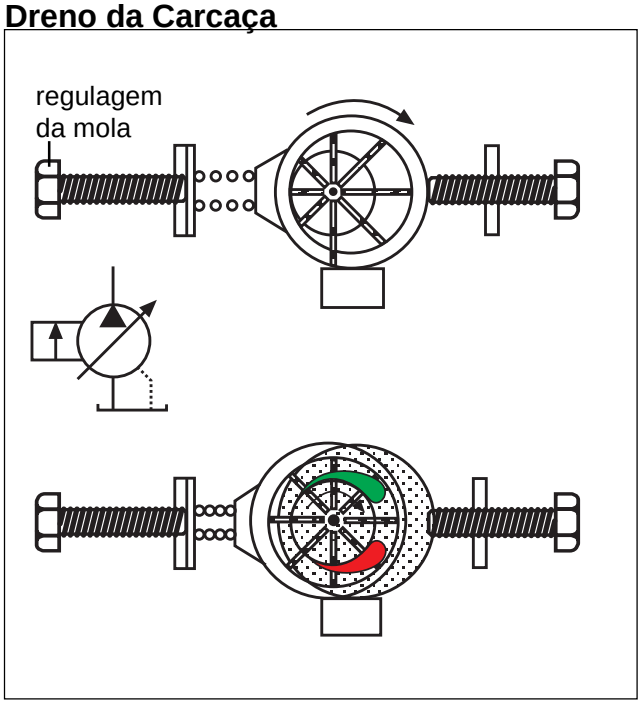


Recuando-se o parafuso de regulagem há uma redução da excentricidade do anel em relação ao rotor e, consequentemente, redução do volume de óleo bombeado. Com o parafuso todo recuado o anel está centrado e o deslocamento da bomba é nulo.

Bombas de Palheta de Volume Variável, Pressão Compensada

Geralmente, as bombas de palheta de volume variável são também bombas de pressão compensada. Uma bomba de pressão compensada pára de bombear a um nível de pressão pré-ajustado.
Uma bomba de palheta de pressão compensada tem as mesmas peças que uma bomba de palheta de volume variável, mas com o acréscimo de uma mola regulável, que é usada para deslocar o anel. Quando a pressão que age no contorno interno do anel (pressão do sistema) é suficientemente alta para vencer a força da mola, o anel desloca-se para uma posição próxima à central e a vazão da bomba é suficiente apenas para a sua lubrificação interna e para controle.
A pressão do sistema é, portanto, limitada à regulagem da mola de compensação, substituindo uma válvula limitadora de pressão

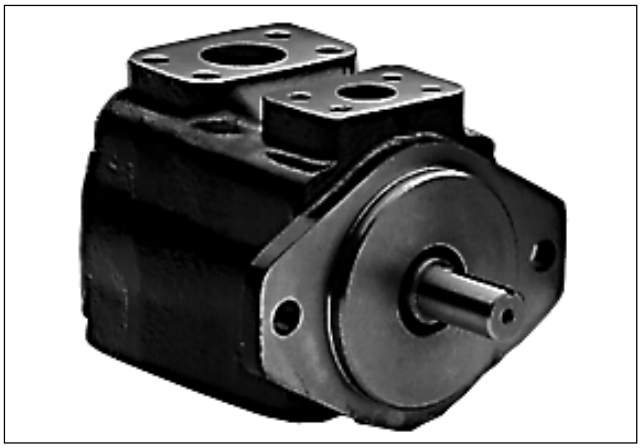
Dreno da Carcaça



Todas as bombas de pressão compensada, de volume variável, devem ter suas carcaças drenadas externamente. Os mecanismos de bombeamento, nestas bombas, se movimentam extremamente rápido quando a compressão de pressão é requerida. Qualquer acúmulo de fluido, dentro da carcaça, impede a sua movimentação. Da mesma forma, qualquer vazamento que se acumule numa carcaça de bomba é geralmente dirigido para o lado de entrada da bomba. Porém, como as bombas de volume variável podem ficar um longo período centradas (gerando calor) a vazão de controle e de lubrificação é dirigida para o reservatório através de uma linha de dreno externo. Drenando-se externamente a carcaça o problema é suavizado. A drenagem externa de uma carcaça de bomba é comumente chamada de dreno da carcaça.

Bomba de Pistão

Informações Técnicas



Características da PFVH

- Conjunto Rotativo com 10 Palhetas
- Conjunto Rotativo Projetado para Facilitar Manutenção no Campo e Transformações/ Conversões
- Alta Velocidade de Operação para Atender às Aplicações em Equipamentos Mobil.
- Várias Opções de Bombas para Atender os Requisitos dos mais Complexos Circuitos.
- Projeto Simples e Eficiente
- Grande Tolerância à Contaminação do Sistema
- Baixo Nível de Ruído, Operação Silenciosa
- Balanceada Hidraulicamente para Reduzir os Esforços nos Mancais e Aumentar a Vida Útil da Bomba

Especificações da PFVH

Vazão*: Bomba Simples - 45 a 227 l/mim a 1200 RPM
Bomba Dupla - 64 a 372 l/mim a 1200 RPM

Rotações: até 2700 RPM

Pressões de Operação*: até 210 bar Contínua

Montagens: PFVH 25 - Flange SAE B - 2 Furos
PFVH 35 - Flange SAE C - 2 Furos
PFVH 45 - Flange SAE C - 2 Furos

Material do Corpo: Ferro Fundido

Temperatura de Operação: -40°C a 85°C

Classe de Limpeza do Óleo: ISO 18/15 ou Melhor

Informações Técnicas

Características da PFVI

- Conjunto Rotativo com 12 Palhetas para Operação Silenciosa, Baixo Nível de Ruído
- Conjunto Rotativo Projetado para Facilitar Manutenção no Campo e Transformações/ Conversões
- Várias Opções de Bombas para Atender os Mais Complexos Circuitos
- Projeto Simples e Eficiente
- Grande Tolerância à Contaminação do Sistema
- Balanceada Hidraulicamente para Reduzir os Esforços nos Mancais e Aumentar a Vida Útil da Bomba

Especificações da PFVI

Vazão*: Bomba Simples - 45 a 227 l/mim a 1200 RPM
Bomba Dupla - 64 a 372 l/mim a 1200 RPM

Rotações: até 1800 RPM

Pressões de Operação*: até 175 bar Contínua

Montagens: PFVI 25 - Flange SAE B - 2 Furos
PFVI 35 - Flange SAE C - 2 Furos
PFVI 45 - Flange SAE C - 2 Furos

Material do Corpo: Ferro Fundido

Temperatura de Operação: -40°C a 85°C

Classe de Limpeza do Óleo: ISO 18/15 ou Melhor

Informações sobre Instalação

Fluido Recomendado

Recomenda-se o uso de óleo hidráulico de primeira linha com viscosidade entre 30 e 50 cST (150 - 250 SSU) a 38°C. A viscosidade normal de operação é entre 17 e 180 cST (80 - 1000 SSU). A viscosidade máxima na partida é 1000 cST (4000 SSU).

Fluidos minerais com aditivos antidesgaste e inibidores de oxidação e ferrugem são os preferidos.
Fluidos sintéticos, água-glicol e emulsões de água-óleo podem ser utilizados com restrições.

Filtragem

O sistema hidráulico deve estar protegido contra contaminação a fim de aumentar a vida útil da bomba e dos seus componentes. O fluido deve ser filtrado durante o enchimento e continuamente durante a operação, para manter o nível de contaminação em ISO 18/15 ou melhor. Recomenda-se o uso de filtro de sucção de 149 microns absoluto (100 "mesh") com "bypass" e filtro de retorno de 10 microns absoluto. A substituição dos elementos deve ocorrer após as primeiras 487 horas de operação em uma instalação nova, e posteriormente a cada 500 horas de operação, ou de acordo com as instruções do fabricante do filtro.

Montagem e Alinhamento

As bombas podem ser montadas em qualquer posição. A posição preferencial é com o eixo na horizontal. Os flanges SAE B ou C com 2 furos são padrões para ambos os tipos de eixo, chavetado ou estriado.
Em acoplamentos diretos os eixos da bomba e do motor devem estar alinhados dentro de 0,1 mm LTI. Evite aplicações que induzam esforços radiais e laterais no eixo.

Partida

Antes de dar partida à bomba, os seguintes itens devem ser verificados:

- O sentido de rotação do motor deve estar de acordo com o sentido de rotação indicado no código existente na plaqueta de identificação da bomba.
- Eixos estriados devem ser lubrificados com graxa anticorrosiva ou lubrificante similar.
- A carcaça da bomba deve ser enchida com óleo. Nunca deve ser dada partida à bomba seca ou fazê-la funcionar sem óleo. Observe as recomendações quanto à filtragem do fluido.
- As conexões de entrada e saída de óleo devem estar apertadas e instaladas adequadamente.
- Todos os parafusos e flanges de fixação devem estar apertados e alinhados.
- Durante a partida, a válvula de alívio do sistema deve ter a pressão reduzida, preferencialmente na regulagem mínima.
- Na partida, inicie a bomba pelo procedimento de ligar-desligar-ligar, até que se inicie a sucção e fluxo normal.
- Sangrar o ar do sistema até que um fluxo constante de óleo seja observado.

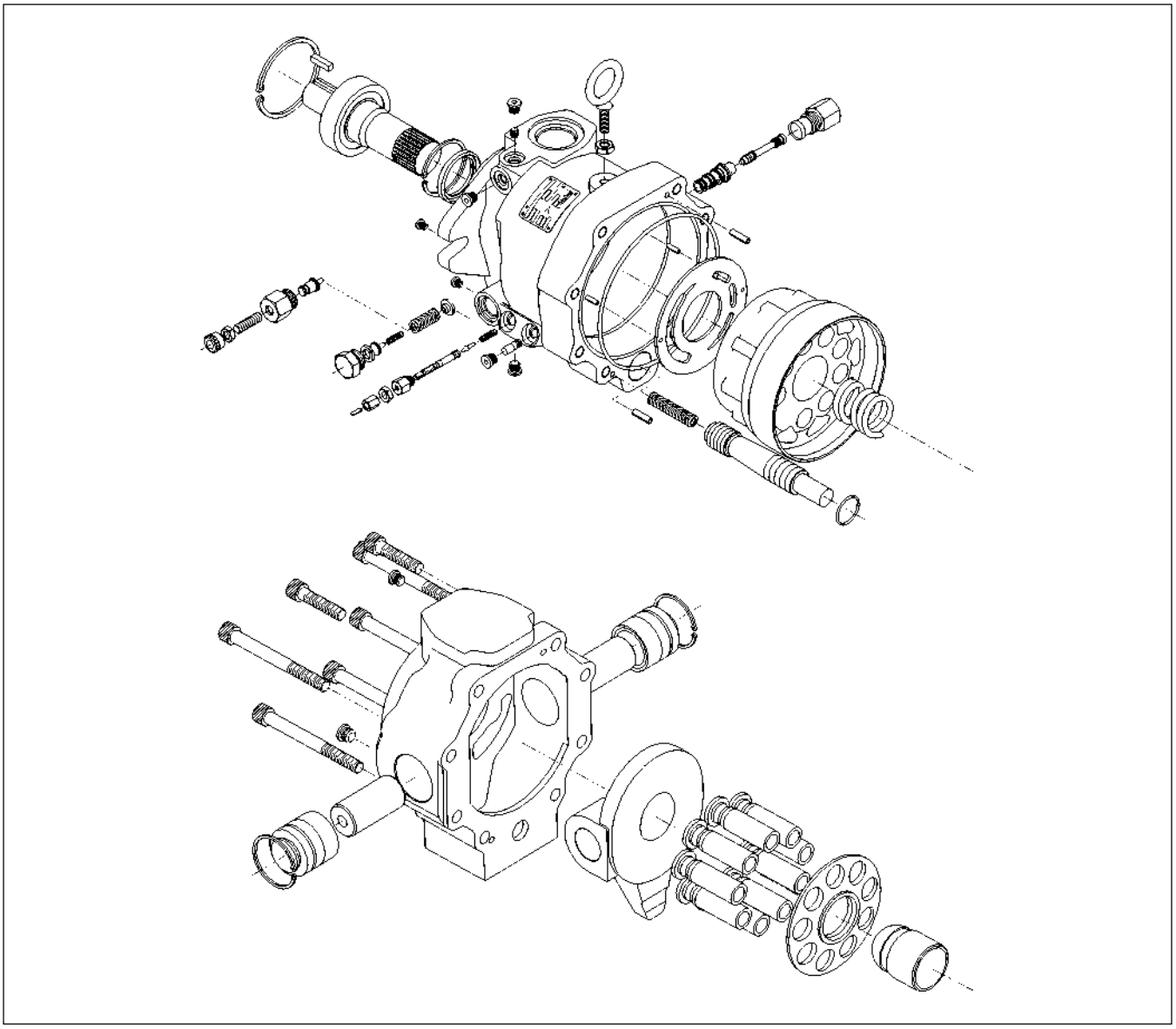
Operação

Eleve lentamente a pressão da válvula de alívio até atingir o valor de ajuste para operação normal. Verifique e elimine qualquer vazamento em tubulações, conexões e componentes. A sua bomba de palhetas Parker terá uma vida longa e operação confiável e eficiente.

Nota: Para maiores informações de vazão e rotação, consulte as informações técnicas de cada modelo.

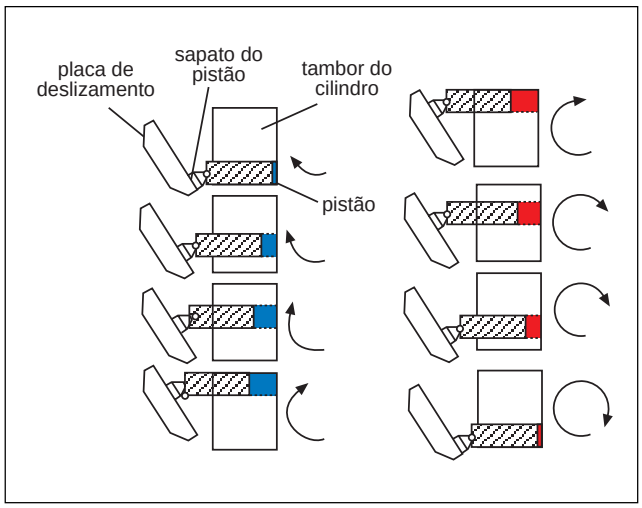
Bombas de Pistão

As bombas de pistão geram uma ação de bombeamento, fazendo com que os pistões se alterem dentro de um tambor cilíndrico.
O mecanismo de bombeamento de uma bomba de pistão consiste basicamente de um tambor de cilindro, pistões com sapatas, placa de deslizamento, sapata, mola de sapata e placa de orifício.

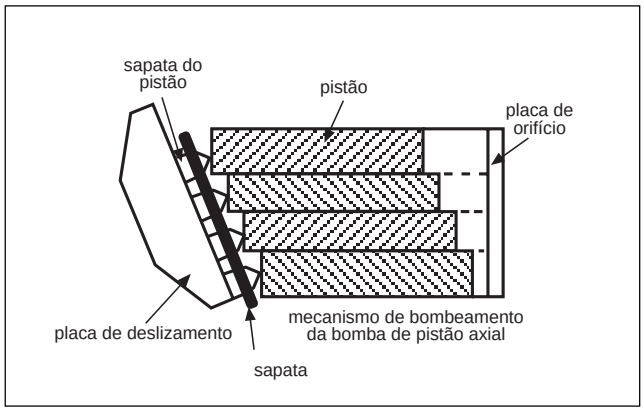


Como funciona uma Bomba de Pistão

No exemplo da ilustração anterior, um tambor de cilindro com um cilindro é adaptado com um pistão. A placa de deslizamento é posicionada a um certo ângulo. A sapata do pistão corre na superfície da placa de deslizamento.



Quando um tambor de cilindro gira, a sapata do pistão segue a superfície da placa de deslizamento (a placa de deslizamento não gira). Uma vez que a placa de deslizamento está a um dado ângulo o pistão alterna dentro do cilindro. Em uma das metades do ciclo de rotação, o pistão sai do bloco do cilindro e gera um volume crescente. Na outra metade do ciclo de rotação, este pistão entra no bloco e gera um volume decrescente.



Na prática, o tambor do cilindro é adaptado com muitos pistões. As sapatas dos pistões são forçadas contra a superfície da placa de deslizamento pela sapata e pela mola. Para separar o fluido que entra do fluido que sai, uma placa de orifício é colocada na extremidade do bloco do cilindro, que fica do lado oposto ao da placa de deslizamento.

Um eixo é ligado ao tambor do cilindro, que o conecta ao elemento acionado. Este eixo pode ficar localizado na extremidade do bloco, onde há fluxo, ou, como acontece mais comumente, ele pode ser posicionado na extremidade da placa de deslizamento. Neste caso, a placa de deslizamento e a sapata têm um furo nos seus centros para receber o eixo. Se o eixo estiver posicionado na outra extremidade, a placa de orifício tem o furo do eixo.

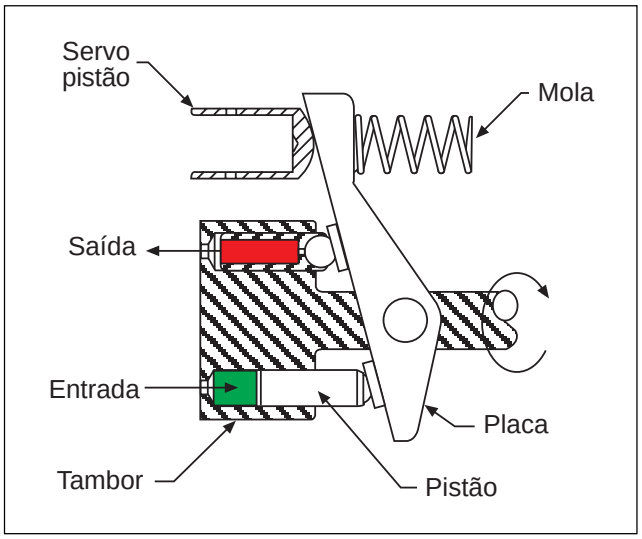
A bomba de pistão que foi descrita acima é conhecida como uma bomba de pistão em linha ou axial, isto é, os pistões giram em torno do eixo, que é coaxial com o eixo da bomba. As bombas de pistão axial são as bombas de pistão mais populares em aplicações industriais. Outros tipos de bombas de pistão são as bombas de eixo inclinado e as de pistão radial.

Bombas de Pistão Axial de Volume Variável

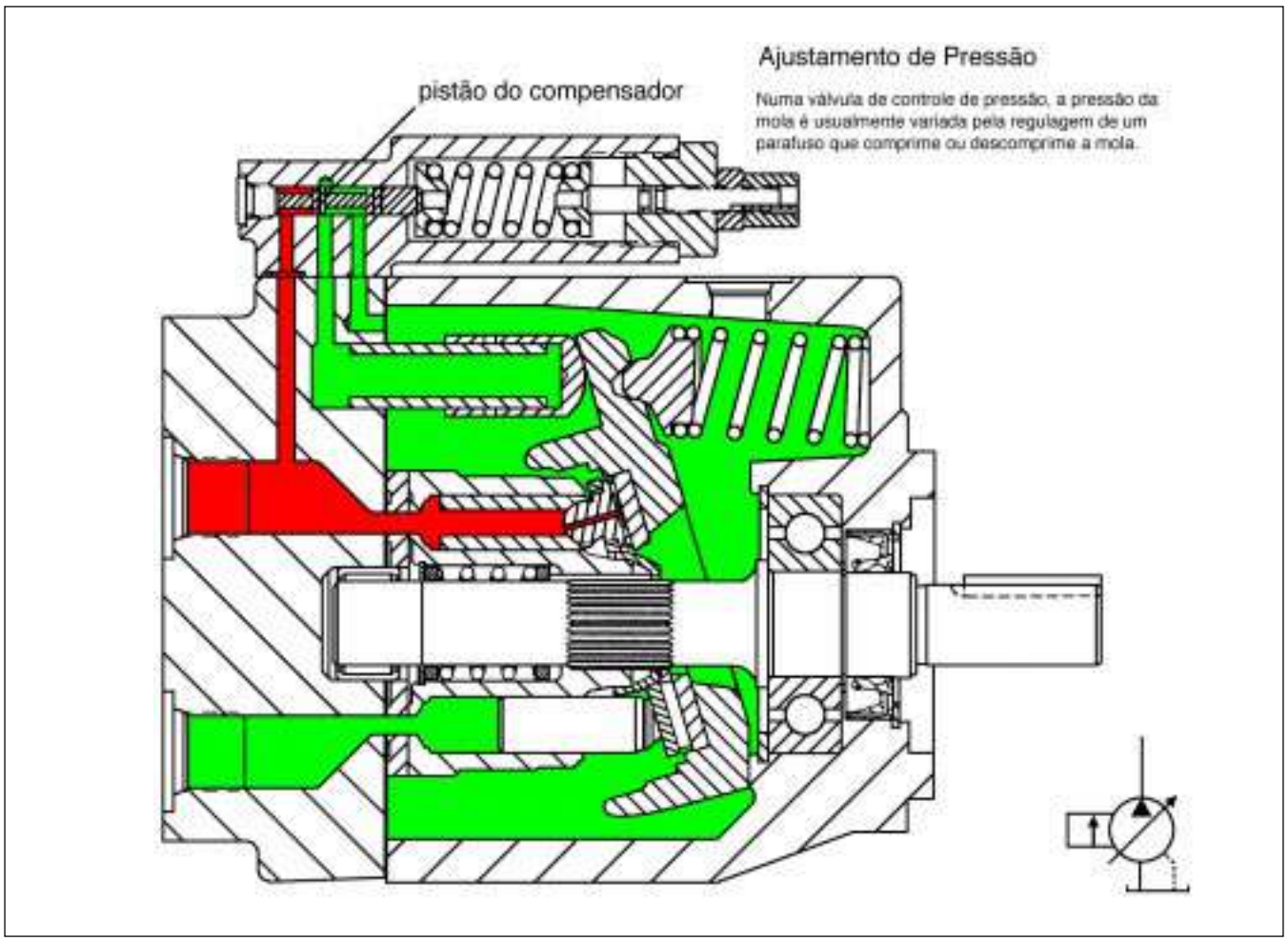
O deslocamento da bomba de pistão axial é determinado pela distância que os pistões são puxados para dentro e empurrados para fora do tambor do cilindro. Visto que o ângulo da placa de deslizamento controla a distância em uma bomba de pistão axial, nós devemos somente mudar o ângulo da placa de deslizamento para alterar o curso do pistão e o volume da bomba.

Com a placa de deslizamento posicionada a um ângulo grande, os pistões executam um curso longo dentro do tambor do cilindro.

Com a placa de deslizamento posicionada a um ângulo pequeno, os pistões executam um curso pequeno dentro do tambor do cilindro.

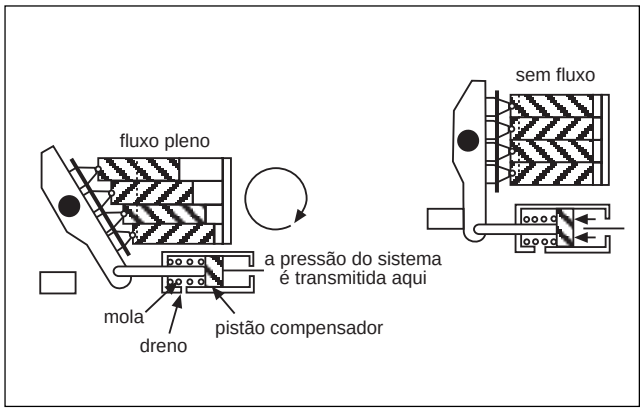


Variando-se um ângulo da placa de deslizamento, o fluxo de saída da bomba pode ser alterado. Vários meios para variar o ângulo da placa de deslizamento são oferecidos por diversos fabricantes. Estes meios vão desde um instrumento de alavanca manual até uma sofisticada servoválvula.



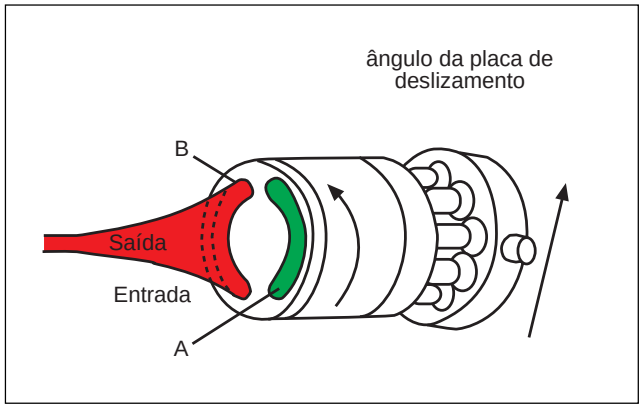
Bombas de Pistão Axial de Pressão Compensada

As bombas de pistão axial podem também ser feitas com pressão compensada. A placa de deslizamento das bombas está conectada a um pistão que sente a pressão do sistema.
Quando a pressão do sistema fica mais alta do que a da mola que comprime o pistão do compensador, o pistão movimenta a placa de deslizamento. Quando esta atinge o limitador mecânico, o seu centro fica alinhado com o tambor do cilindro. Os pistões não se alternam no sistema do cilindro. Isso resulta em ausência de fluxo no sistema.

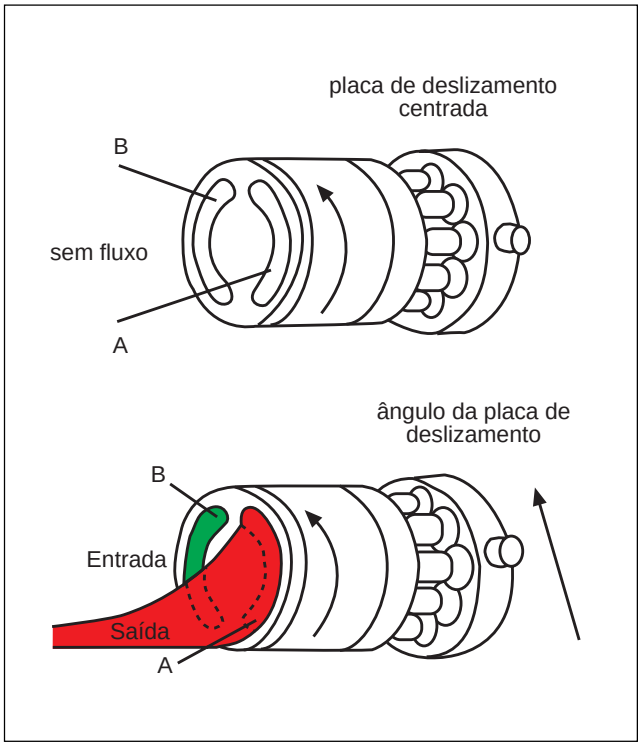


Bombas de Pistão Axial Reversíveis

Como foi ilustrado, o deslocamento de uma bomba de pistão axial e, consequentemente, o seu volume de saída, podem ser variados modificando-se o ângulo da placa de deslizamento. Foi também mostrado que a bomba não desenvolverá fluxo quando a placa de deslizamento estiver em posição coaxial com o tambor do cilindro. Algumas placas de deslizamento de bombas de pistão axial têm a capacidade de inverter o ângulo de trabalho. Isto faz com que volumes crescentes e decrescentes sejam gerados nos orifícios opostos. Há reversão de fluxo através da bomba.



Na ilustração da bomba de pistão axial reversível, pode-se ver que os orifícios A e B podem ser tanto um orifício de entrada como de saída, dependendo do ângulo da placa de deslizamento. Isso acontece com o tambor do cilindro girando na mesma direção. As bombas de pistão axial reversíveis são geralmente usadas em transmissões hidrostáticas.
As bombas de pistão axial podem ser de deslocamento variável, de pressão compensada ou de deslocamento variável e reversível. Estas combinações também estão disponíveis com as bombas de pistão de projeto radial e de eixo inclinado.



Eficiência Volumétrica

Enquanto gira a uma velocidade constante, nós geralmente imaginamos que uma bomba de deslocamento positivo libere uma taxa de fluxo constante, seja qual for o sistema de pressão. Isto não é inteiramente verdadeiro. Quando aumenta a pressão do sistema, aumenta o vazamento interno dos vários mecanismos de bombeamento. Isto resulta num fluxo de saída menor. O grau em que isso acontece é conhecido como eficiência volumétrica.

A expressão que descreve a eficiência volumétrica é:

$$\text{Eficiência Volumétrica (\%)} = \frac{\text{Saída Real} \times 100}{\text{Saída Teórica}}$$

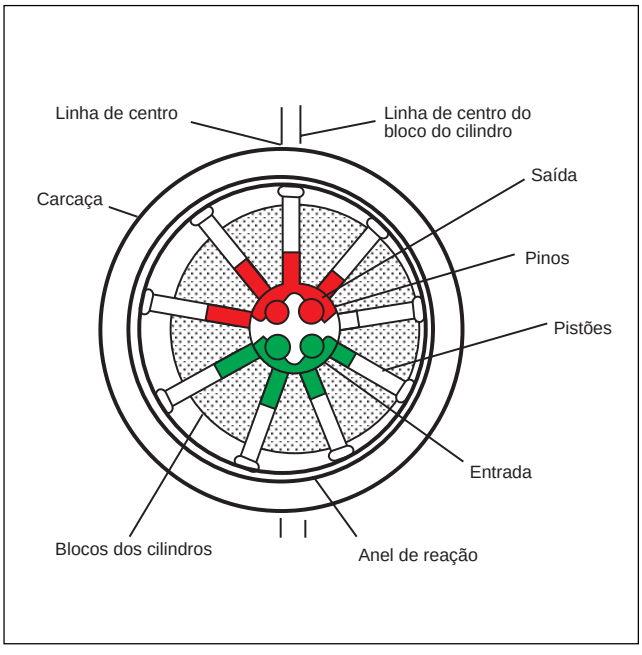
Por exemplo, se uma bomba específica tivesse uma saída teórica de 40 litros/min a 1.200 rpm, mais uma saída real de 36 litros/min a 70 kgf/cm2, a eficiência volumétrica seria de 90%.

Tipicamente, as bombas de pistão têm uma eficiência volumétrica inicial que alcança 90%. Os equipamentos de palheta e engrenagem têm uma eficiência volumétrica que varia de 85% a 95%.

Bombas de Pistões Radiais

Neste tipo de bomba, o conjunto gira em um pivô estacionário por dentro de um anel ou rotor.
Conforme vai girando, a força centrífuga faz com que os pistões sigam o controle do anel, que é excêntrico em relação ao bloco de cilindros.
Quando os pistões começam o movimento alternado dentro de seus furos, os pórticos localizados no pivô permitem que os pistões puxem o fluido do pórtico de entrada quando estes se movem para fora, e descarregam o fluido no pórtico de saída quando os pistões são forçados pelo contorno do anel, em direção ao pivô.

O deslocamento de fluido depende do tamanho e do número de pistões no conjunto, bem como do curso dos mesmos. Existem modelos em que o deslocamento de fluido pode variar, modificando-se o anel para aumentar ou diminuir o curso dos pistões. Existem, ainda, controles externos para esse fim.



Operacão de bomba de pistões radiais

Características das Bombas de Palheta

- Corpo de ferro fundido de alta resistência, para operação silenciosa e de confiabilidade
- Localizações opcionais dos orifícios de entrada e saída, para facilidade de instalação
- Placa de bronze substituível
- Placa de deslize do pistão substituível
- Baixo nível de ruído

Controles

- Compensação de pressão
- Compensação remota de pressão
- Sensoriamento de carga
- Limite de torque (HP)
- Parada do volume máximo ajustável
- Compensador remoto de pressão - Eletrohidráulica
- Pressão baixa em alívio
- Dupla ou tripla pressão

Especificações
Faixas de Pressão

Orifício de Saída: 248 bar - 3600 psi - Contínuo
345 bar - 5000 psi - Pico

Orifício de Entrada: 0,69 bar - 10 psi máximo (não exceder)

Condições de Entrada: Não exceder 5 in Hg de vácuo máximo a 1800 RPM com fluido à base de petróleo. Para velocidade especial recomenda-se ver condições específicas de entrada.

Dreno de Carcaça: 0,35 bar - 5 psi de diferencial máximo sobre o orifício de entrada
1,03 bar - 15 psi máximo

Faixa de Velocidade: 600 - 2600 RPM

Faixa de Temperatura: -40°F a 160°F
-4,5°C a 71 °C

Material do Corpo: Ferro Fundido

Filtragem: Iso 16/13 recomendado
Iso 18/15 máximo

Montagem: SAE "B" 2 - Parafusos

Fluidos e Instalação Especial

Consulte o fabricante para aplicações requerendo pressão superior à nominal, condições de velocidade, acionamento indireto, outros tipos de fluidos além do fluido de base mineral, e operação em temperaturas acima de 71°C ou 160°F.

Dados de Instalação

Verificar: Limpeza, fluido, condição de partida, condições de entrada, alinhamento do eixo, restrições da linha de dreno e outros importantes fatores sobre a instalação e uso deste equipamento.

Informações de Instalação

Uso de válvula de alívio: o uso de uma válvula de alívio, embora não obrigatório, é recomendado no circuito principal para suprimir cargas de choque hidráulico e igualmente serve como proteção adicional do sistema. Se um mínimo de volume é usado, o uso de uma válvula de alívio é obrigatório.

Recomendações sobre Fluido Hidráulico

Um óleo hidráulico de qualidade com uma faixa de viscosidade entre 150 - 250 SSU (30 - 50 cst) a 100°F (38°C).
Faixa de viscosidade normal em operação entre 80 - 100 SSU (17 - 180 cst).
Viscosidade máxima de partida 4000 SSU (1000 cst).

Nota: Consulte o fabricante quando exceder 160ºF (71ºC) em operação. O óleo deve ter pelo menos propriedade antidesgaste, ferrugem e tratamento antioxidação.

Filtragem

Para uma maior durabilidade da bomba e componentes do sistema, este deve ser protegido de contaminação a um nível que não exceda 125 partículas maiores do que 10 mícrons por milímetro de fluido (SAE classe 4/ISO 16/13).

Para os tipos de bomba de deslocamento variável, com variações nas condições de entrada da bomba, perdas de aceleração do fluido, aeração do sistema e taxa de revolução, não recomendamos filtros na linha de sucção. Contate o fabricante do componente para maiores esclarecimentos.

Partida

Antes do funcionamento inicial, o corpo da bomba deve ser preenchido com fluido hidráulico. Também é necessário conectar a linha de descarga para a linha de retorno, soltar a linha de descarga para que o ar possa ser removido de dentro da bomba, mas para isso a bomba deverá estar pressurizada.

Condições de Entrada

Não exceder um vácuo máximo de 5 in Hg a 1800 rpm em fluidos à base de petróleo. Para diferentes velocidades, ver condições específicas de entrada.

Eixo de rotação e alinhamento

Alinhamento do eixo motor e bomba deve ser dentro de 0,010 T ir, no máximo, usar um acoplamento padrão. Siga corretamente as instruções do fabricante para a montagem do acoplamento, para prevenir esforço final sobre o eixo da bomba.
Gire a bomba para assegurar liberdade de rotação. Bomba e motor devem estar em uma base rígida.
O acoplamento deve ser projetado para absorver o pico de potência desenvolvido.

Instalação e montagem

Quando na montagem, o dreno do corpo da bomba deve estar voltado para cima. O dreno do corpo da bomba deve ter uma linha separada para o reservatório e afastada da linha de entrada, se possível. A linha de dreno não deve exceder a 0,69 bar - 10 psi de pressão de retorno. É sugerido um comprimento máximo da linha de 3,20 m - 10 pés.

Instalação especial

Consulte o fabricante para instalações especiais:
- pressão acima do limite, velocidade acima da máxima, acionamento indireto, outros fluidos que não o óleo à base de petróleo, temperatura do óleo acima de 71º C - 160º F.

Pressão de entrada

Série PVP - Não exceder 0,69 bar - 10 psi
Série PAVC - Não exceder 1,72 bar - 25 psi.

7. Válvula de Controle de Pressão

Generalidades

As válvulas, em geral, servem para controlar a pressão, a direção ou o volume de um fluido nos circuitos hidráulicos.

As válvulas que estudaremos nesta unidade são do tipo controladoras de pressão, que são usadas na maioria dos sistemas hidráulicos industriais.

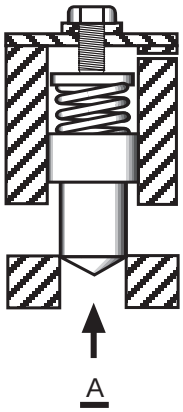
Essas válvulas são utilizadas para:

- ▻ Limitar a pressão máxima de um sistema;
- ▻ Regular a pressão reduzida em certas partes dos circuitos;
- ▻ Outras atividades que envolvem mudanças na pressão de operação.

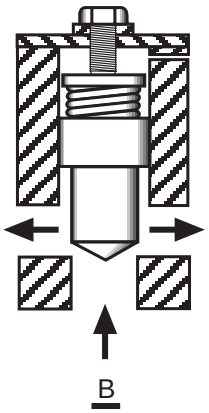
São classificadas de acordo com o tipo de conexão, pelo tamanho e pela faixa de operação.

A base de operação dessas válvulas é um balanço entre pressão e força da mola.

A válvula pode assumir várias posições, entre os limites de totalmente fechada a totalmente aberta.



Totalmente fechada

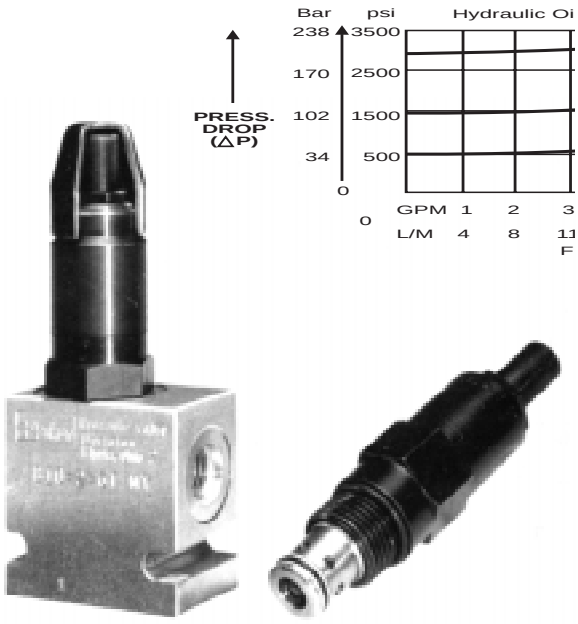


Totalmente aberta

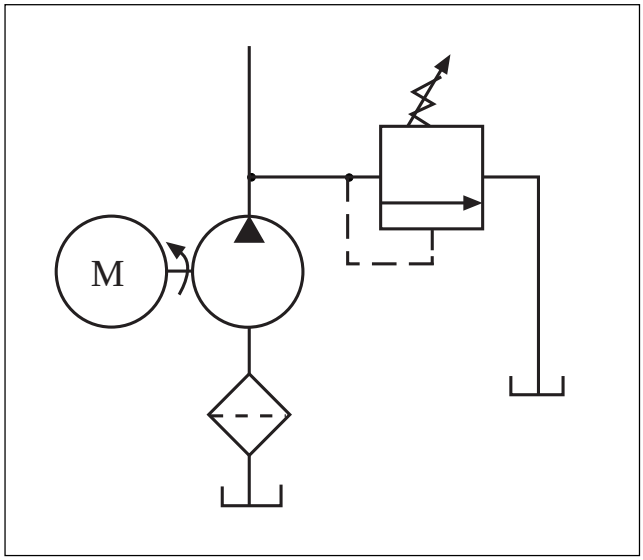
As válvulas controladoras de pressão são usualmente assim chamadas por suas funções primárias abaixo relacionadas.

- ▻ Válvula de Segurança
- ▻ Válvula de Sequência
- ▻ Válvula de Descarga
- ▻ Válvula Redutora de Pressão
- ▻ Válvula de Frenagem
- ▻ Válvula de Contrabalanço

Limitadora de Pressão

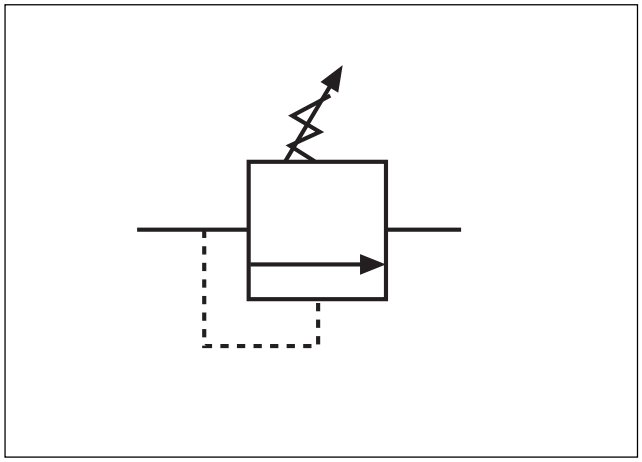


A pressão máxima do sistema pode ser controlada com o uso de uma válvula de pressão normalmente fechada. Com a via primária da válvula conectada à pressão do sistema e a via secundária conectada ao tanque, o carretel no corpo da válvula é acionado por um nível predeterminado de pressão, e neste ponto as vias primárias e secundárias são conectadas e o fluxo é desviado para o tanque. Esse tipo de controle de pressão normalmente fechado é conhecido como válvula limitadora de pressão.



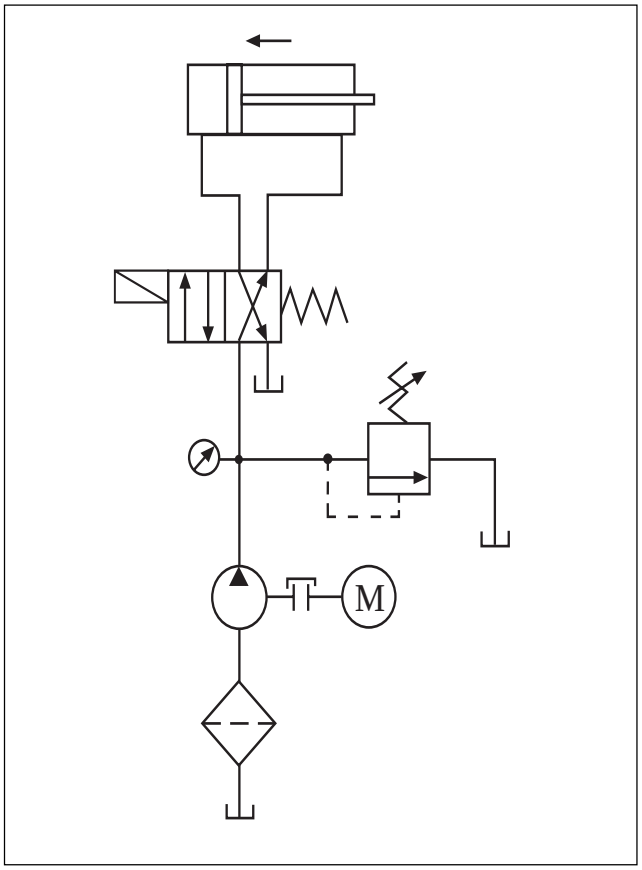
Ajustamento de Pressão

Numa válvula de controle de pressão, a pressão da mola é usualmente variada pela regulagem de um parafuso que comprime ou descomprime a mola.



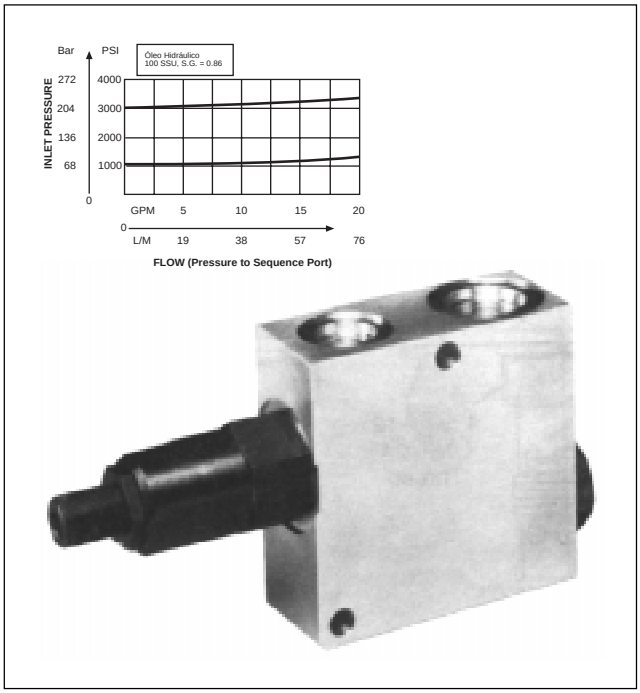
Uso de uma Válvula de Pressão Normalmente Fechada

As válvulas de controle de pressão normalmente fechadas têm muitas aplicações num sistema hidráulico. Além da válvula ser usada como um alívio do sistema, um controle de pressão normalmente fechado pode ser usado para fazer com que uma operação ocorra antes da outra. Pode também ser usada para contrabalancear forças mecânicas externas que atuam no sistema.



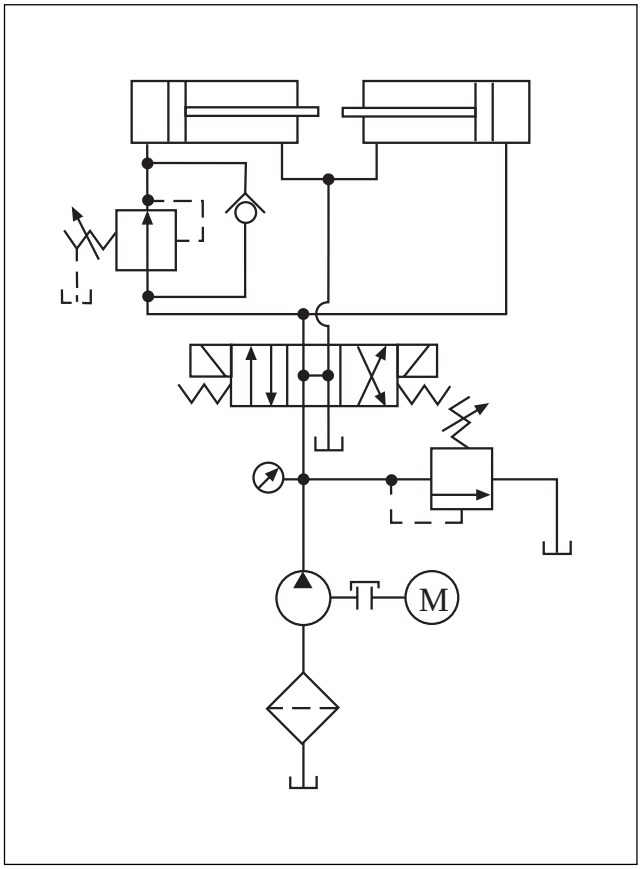
Válvula de Sequência

Uma válvula de controle de pressão normalmente fechada, que faz com que uma operação ocorra antes da outra, é conhecida como válvula de sequência.



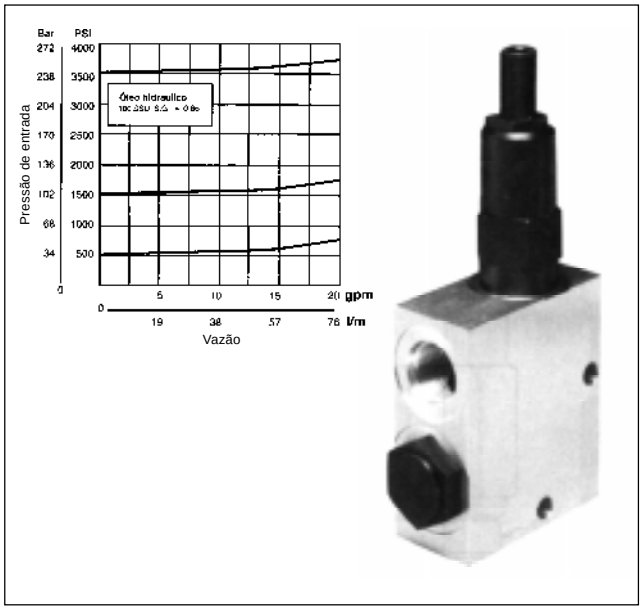
Válvula de Sequência no Circuito

Num circuito com operações de fixação e usinagem, o cilindro de presilhamento deve avançar antes do cilindro da broca. Para que isto aconteça, uma válvula de sequência é colocada na linha do circuito, imediatamente antes do cilindro da broca. A mola na válvula de sequência não permitirá que o carretel interligue as vias primárias e secundárias até que a pressão seja maior do que a mola. O fluxo para o cilindro da broca é bloqueado. Desta maneira, o cilindro de presilhamento avançará primeiro. Quando o grampo entra em contato com a peça, a bomba aplica mais pressão para vencer a resistência. Esse aumento de pressão desloca o carretel na válvula de sequência. As vias principal e secundária são interligadas. O fluxo vai para o cilindro da broca.



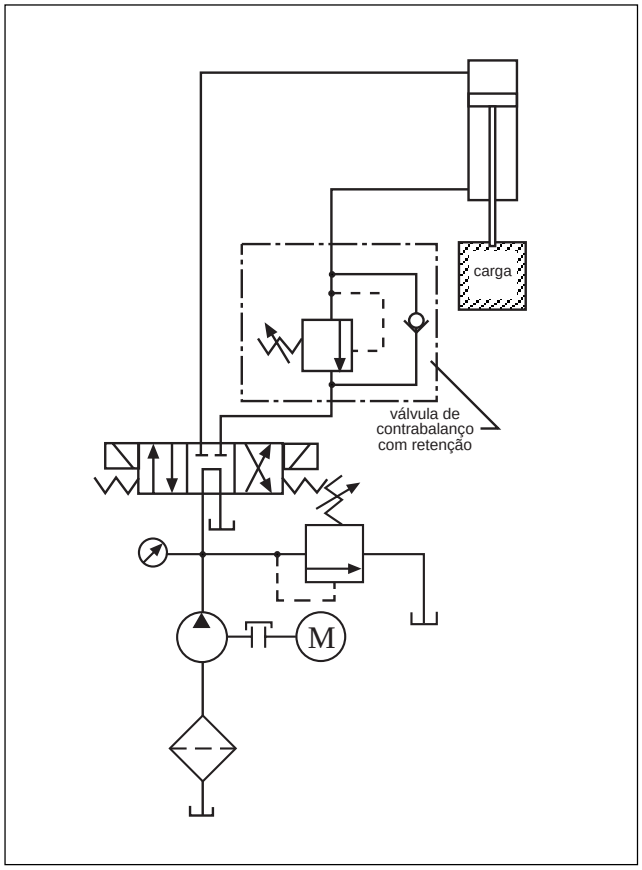
Válvula de Contrabalanço

Uma válvula de controle de pressão normalmente fechada pode ser usada para equilibrar ou contrabalancear um peso, tal como o da prensa a que nos referimos. Esta válvula é chamada de válvula de contrabalanço.



Válvula de Contrabalanço no Circuito

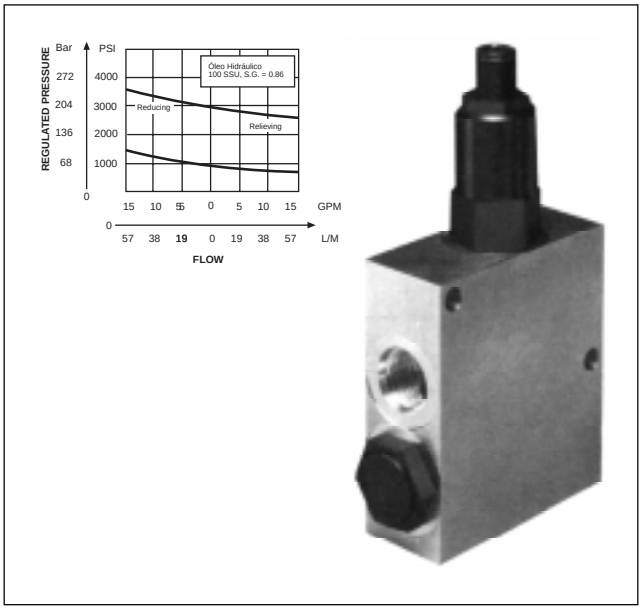
Num circuito de uma prensa, quando a válvula direcional remete fluxo para o lado traseiro do atuador, o peso fixado à haste cairá de maneira incontrolável. O fluxo da bomba não conseguirá manter-se.
Para evitar esta situação, uma válvula de pressão normalmente fechada é instalada abaixo do cilindro da prensa. O carretel da válvula não conectará as vias principal e secundária até que uma pressão, que é transmitida à extremidade do carretel, seja maior do que a pressão desenvolvida pelo peso (isto é, quando a pressão do fluido estiver presente no lado traseiro do pistão). Deste modo, o peso é contrabalanceado em todo o seu curso descendente.



Válvula de Pressão Normalmente Aberta

Uma válvula de controle de pressão normalmente fechada tem as vias primária e secundária separadas, e a pressão, na base do carretel, é transmitida da via primária.
Uma válvula de pressão normalmente aberta tem as vias primária e secundária interligadas, e a pressão, na base do carretel, é transmitida da via secundária.

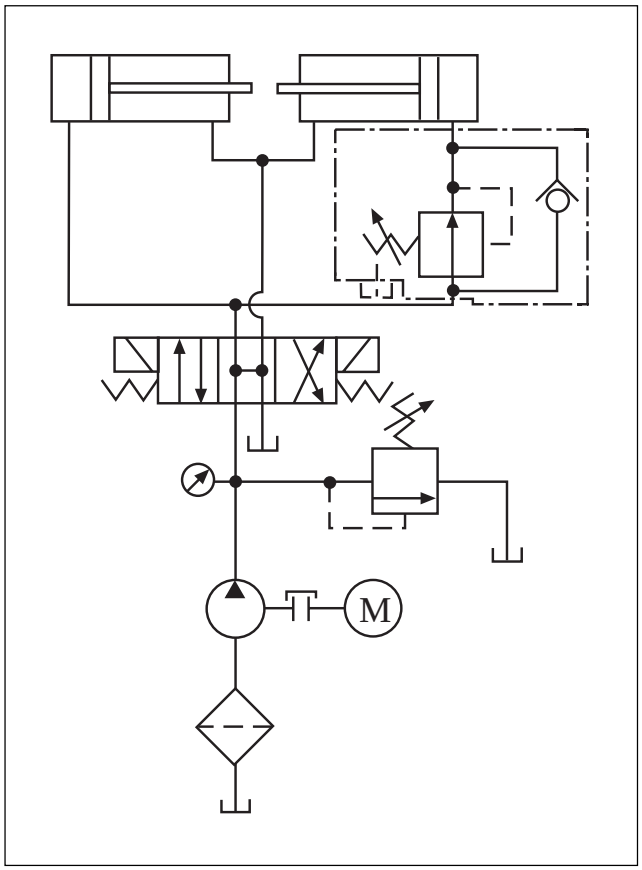
Válvula Redutora de Pressão



Uma válvula redutora de pressão é uma válvula de controle de pressão normalmente aberta.
Uma válvula redutora de pressão opera sentindo a pressão do fluido depois de sua via através da válvula. A pressão nestas condições é igual à pressão ajustada da válvula, e o carretel fica parcialmente fechado, restringindo o fluxo. Esta restrição transforma todo o excesso de energia de pressão, adiante da válvula, em calor.
Se cair a pressão depois da válvula, o carretel se abrirá e permitirá que a pressão aumente novamente.

Válvula Redutora de Pressão no Circuito

O circuito de fixação mostrado na ilustração requer que o grampo do cilindro B aplique uma força menor do que o grampo do cilindro A. Uma válvula redutora de pressão colocada logo em seguida ao cilindro B permitirá que o fluxo vá para o cilindro até que a pressão atinja a da regulagem da válvula. Neste ponto, o carretel da válvula é acionado, causando uma restrição àquela linha do circuito. O excesso de pressão, adiante da válvula, é transformado em calor. O cilindro B grampeia a uma pressão reduzida.



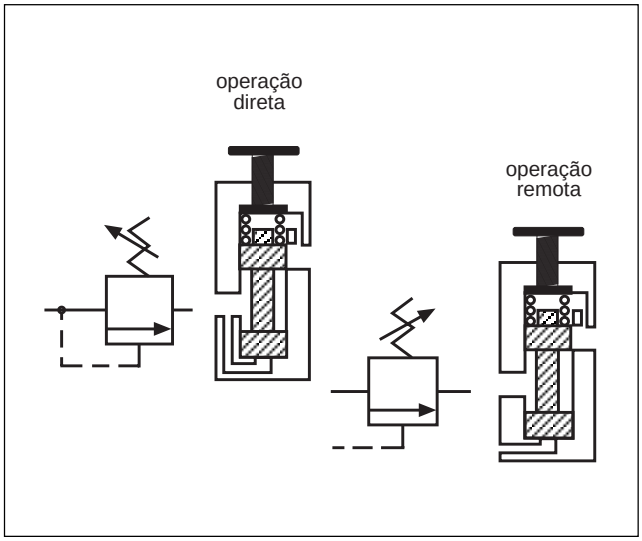
Queda de Pressão na Válvula de Redução de Pressão

Com a mesma regulagem da válvula, a pressão na linha depois de uma válvula de redução de pressão será mais baixa quando a válvula estiver em processo de redução, como num circuito do grampeamento. Esta diferença em pressões reduzidas é conhecida como perda de carga da válvula.
Perda de carga é uma característica de todas as válvulas de redução e se torna mais pronunciada conforme a pressão e o fluxo aumentam.
Uma válvula de redução de pressão de 60 l/min, poderia perder 3,5 kgf/cm^2 de pressão na sua taxa de fluxo e na taxa de pressão de operação. Uma válvula de redução de pressão de 400 l/min pode perder até 10 kgf/cm^2.

Operação Direta e Remota

Até aqui, vimos que o controle de pressão sente a pressão que passa por uma das vias da válvula. Na válvula normalmente fechada, a pressão é transmitida da via primária. Na válvula redutora de pressão, a pressão é transmitida da via secundária. Este tipo de transmissão de pressão é identificada como operação direta.

As válvulas de controle de pressão podem também ser pressurizadas de outras partes do sistema, por meio de linha externa. Esta é uma operação chamada de operação remota.



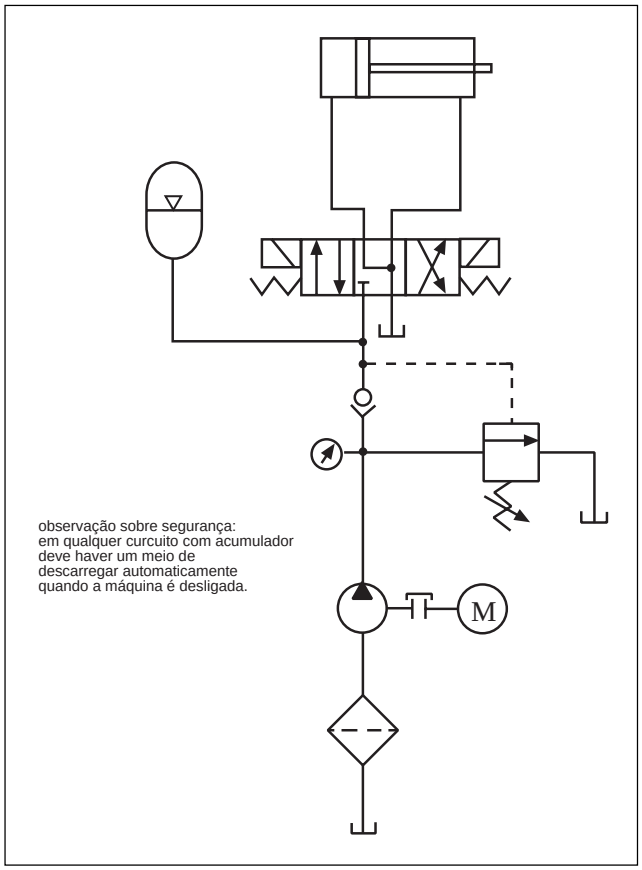
Válvula de Descarga

Uma válvula de descarga é uma válvula de controle de pressão normalmente fechada operada remotamente, que dirige fluxo para o tanque quando a pressão, numa parte remota do sistema, atinge um nível predeterminado.

Válvula de Descarga no Circuito

Uma válvula limitadora de pressão operada diretamente, usada num circuito de acumulador, significa que, uma vez que o acumulador é carregado, o fluxo da bomba retorna ao tanque a uma pressão igual à da válvula limitadora de pressão. Isso significa um desperdício de potência e uma desnecessária geração de calor.
Uma válvula de descarga operada remotamente, com sua linha piloto conectada depois da válvula de retenção, permitirá que o fluxo da bomba retorne ao tanque a uma pressão mínima quando o acumulador estiver pressurizado à mesma pressão do ajuste da válvula.
A bomba não precisa aplicar uma pressão alta para operar a válvula de descarga, porque a válvula recebe pressão de outra parte do sistema. Desde que a pressão aplicada pela bomba seja desprezível, a potência também o é:

$$1\ HP = (l/min) \times (kgf/cm^2) \times 0{,}0022$$



Drenos

O carretel, numa válvula de controle de pressão, se movimenta dentro de uma via e geralmente há algum vazamento de fluido na via acima do carretel. Esta é uma ocorrência normal que serve para lubrificá-lo.
Para que a válvula de pressão opere adequadamente, a área acima do carretel deve ser drenada continuamente para que o líquido não prejudique o movimento do carretel. Isso é feito com uma via dentro do corpo da válvula, que está conectada ao reservatório.

Dreno Interno

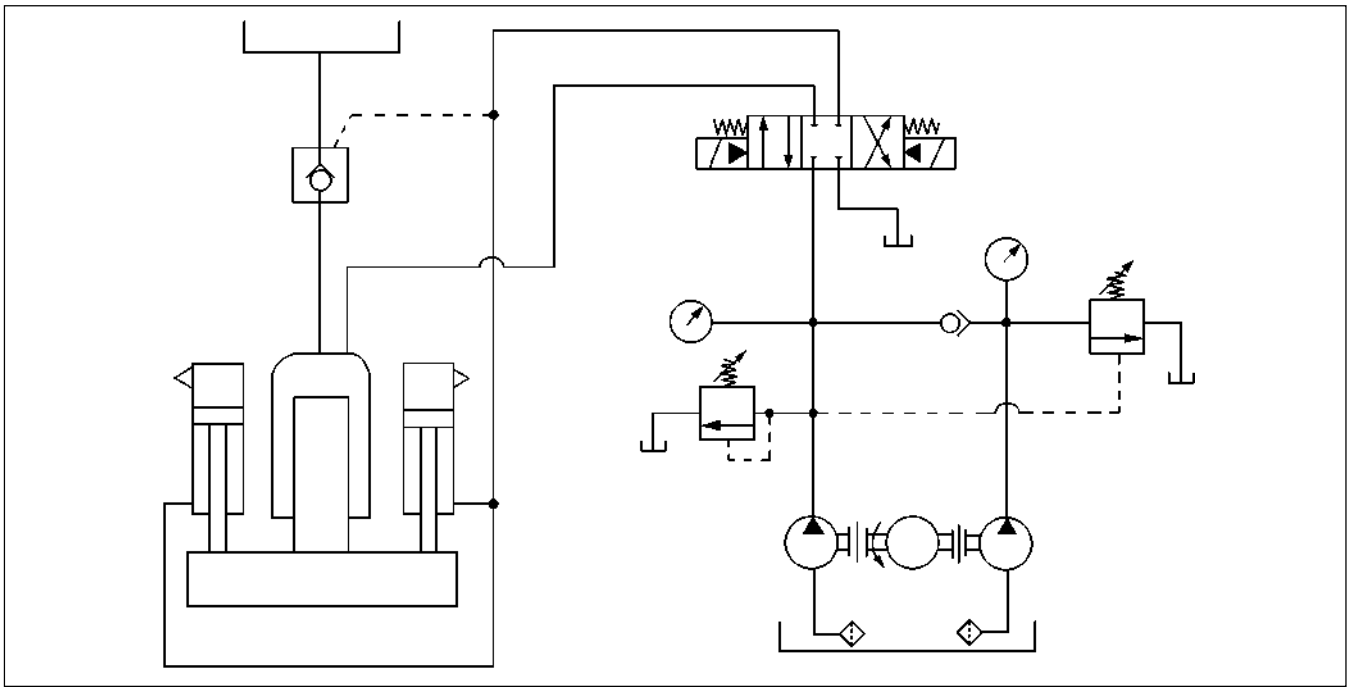
Se uma via secundária de uma válvula de pressão estiver interligada ao reservatório, como nas aplicações da válvula limitadora de pressão e da válvula de contrabalanço, a via do dreno ficará interligada internamente à via do tanque ou à via secundária da válvula. Isto é conhecido como dreno interno.

Dreno Externo

Se a linha secundária de uma válvula de pressão for uma linha de pressão (ou, em outras palavras, se ela realiza trabalho) como nas aplicações da válvula de redução de pressão e na válvula de sequência, a via do dreno ficará interligada ao tanque por meio de uma linha separada. Isso é um dreno externo. As válvulas de sequência e as válvulas de redução de pressão são sempre drenadas externamente.

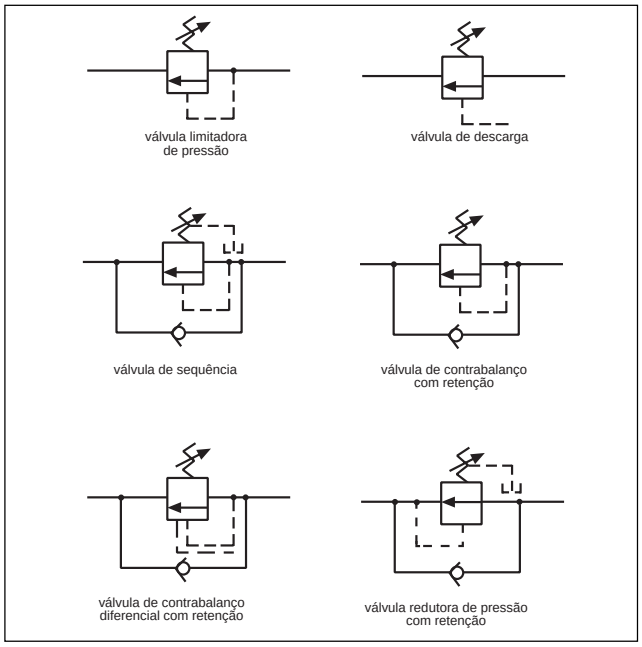
Sistema de Alta e Baixa Pressão (Alta-Baixa)

Um sistema alta-baixa consiste de duas bombas, uma de alto volume e outra de baixo volume.
Este sistema é usado para gerar um avanço rápido, uma velocidade de trabalho, e um retorno rápido na operação. O volume total das duas bombas é enviado para o sistema até que a carga de trabalho seja contatada. Nesse ponto, a pressão do sistema aumenta, fazendo com que a válvula de descarga funcione. O fluxo de uma bomba de grande volume é mandado de volta para o tanque a uma pressão mínima.
A bomba de pequeno volume continua a mandar fluxo para o ponto de operação de trabalho de alta pressão. Os dois volumes se juntam para retrair o cilindro.



Fluxo Inverso

Uma especificação normal de todas as válvulas de pressão, exceto das válvulas de descarga e limitadora de pressão, é que o fluxo inverso deve ser capaz de passar através da válvula, desde que as válvulas de pressão normalmente fechadas sintam a pressão da via primária assim que o fluxo for invertido, cai a pressão na via primária. O carretel é desativado. As vias primária e secundária são desconectadas. O fluxo através da válvula é bloqueado. Uma vez que o fluxo não pode passar através da válvula, contornamos a válvula através de uma válvula de retenção.



As válvulas de pressão normalmente abertas sentem a pressão que chega da via secundária. Poderia parecer que, enquanto a pressão de fluxo adiante da válvula permanece aberta, não haveria necessidade de nenhuma válvula de retenção. Isto é verdade. Entretanto, qualquer aumento de pressão acima da regulagem fará com que o êmbolo se feche bruscamente. Por precaução, muitas vezes usa-se uma válvula de retenção junto com uma válvula redutora de pressão para fluxo inverso.

Generalização sobre Válvulas de Controle de Pressão

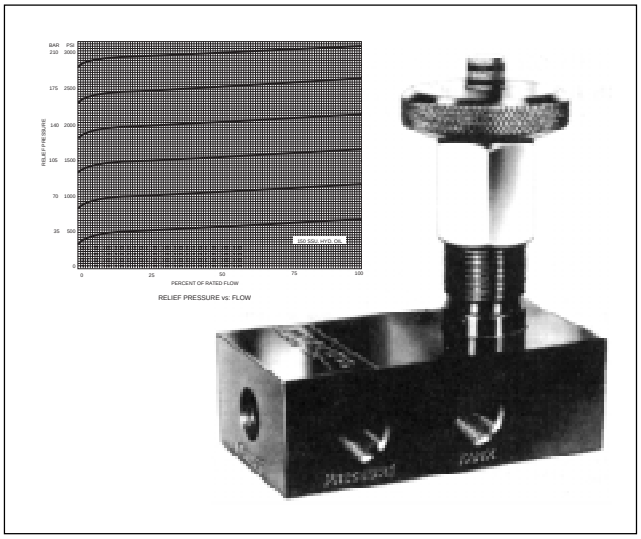
Algumas generalizações podem ser feitas sobre as válvulas de controle de pressão:

a) As válvulas de controle de pressão cujas vias secundárias são pressurizadas têm drenos externos (válvulas redutoras e válvulas de sequência).

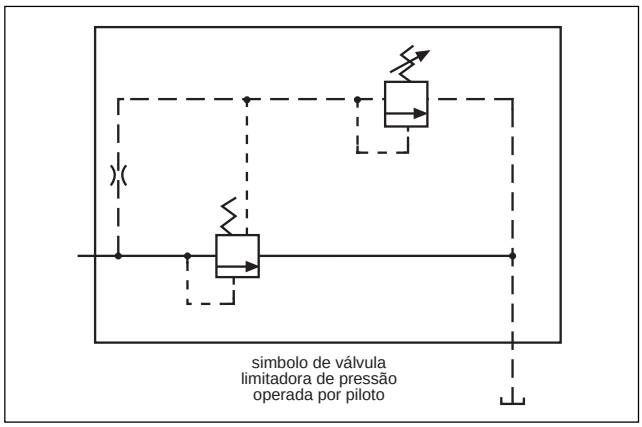
b) As válvulas de controle de pressão cujas vias secundárias estão conectadas ao tanque têm geralmente drenos internos (válvula limitadora de pressão, válvula de descarga, válvula de contrabalanço e válvula de contrabalanço diferencial).

c) Para passar fluxo inverso através de uma válvula de controle de pressão, usa-se uma válvula de retenção.

Válvulas de Controle de Pressão Operadas por Piloto



Diferentemente de uma válvula de controle de pressão simples ou de acionamento direto, onde um carretel é mantido comprimido somente pela pressão da mola, uma válvula operada por piloto tem o seu carretel comprimido tanto pelo fluido como pela pressão da mola. Essa combinação elimina a alta sobrecarga comumente encontrada nas válvulas de pressão operadas de modo direto.

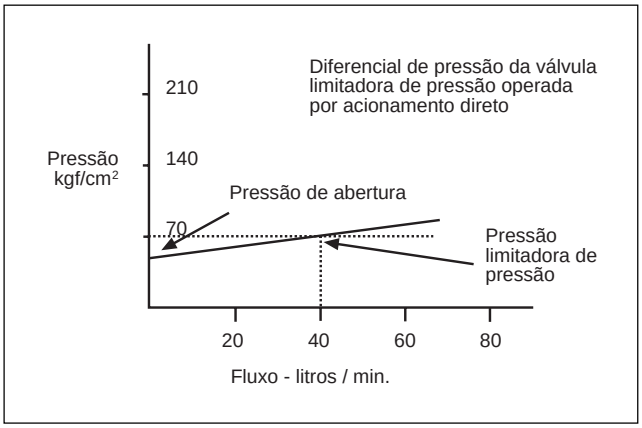


Diferencial de Pressão Característico das Válvulas Operadas por Acionamento Direto

O diferencial de pressão de uma válvula de pressão pode ser melhor descrito com um exemplo:

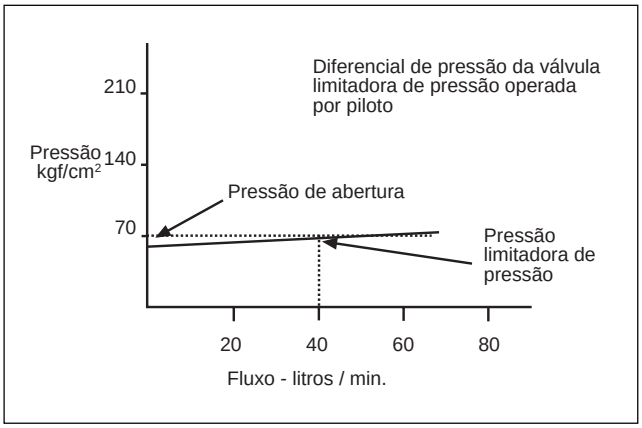
O gráfico mostra o funcionamento de uma válvula limitadora de pressão operada por acionamento direto, num sistema típico. A válvula é solicitada a passar o fluxo de 40 litros/min a 70 kgf/cm^2.

Para executar esta função, a válvula começa a abrir a uma pressão mais baixa. Isto faz com que uma porção pequena de fluxo do sistema retorne para o tanque. À medida que aumenta a pressão, a mola do carretel fica continuamente comprimida para formar uma abertura mais larga para o fluxo crescente que retorna ao tanque. Finalmente, a 70 kgf/cm^2, um fluxo total de 40 litros/min passa através da válvula. Se, por alguma razão o fluxo aumentar, haverá um aumento de pressão acima do nível de 70 kgf/cm^2. Uma válvula que opera por acionamento direto atua desta forma por causa da compressão da mola do carretel.

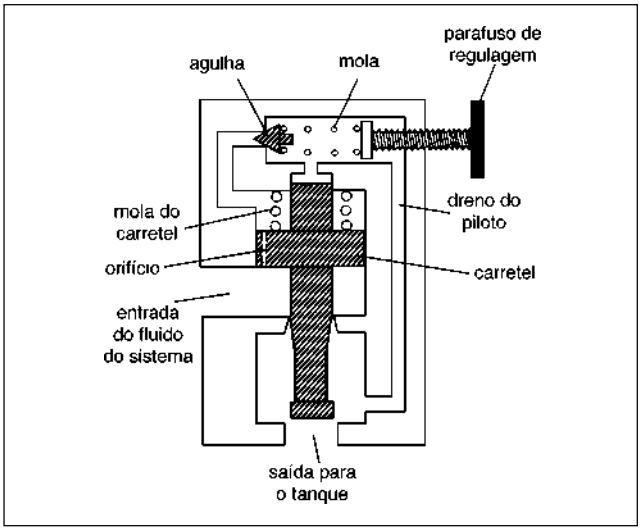


Diferencial de Pressão de Válvulas Operadas por Piloto (Pré-Operada)

Uma válvula limitadora de pressão operada por piloto evita uma pressão de abertura prematura e uma sobrecarga, eliminando a pesada mola do carretel. A pressão do fluido e uma mola de baixa pressão pressionam o carretel da válvula. Quando uma certa pressão é atingida, o carretel é ativado. Qualquer leve sobrecarga que resulta de um aumento na vazão é principalmente devida à compressão da mola de baixa pressão.

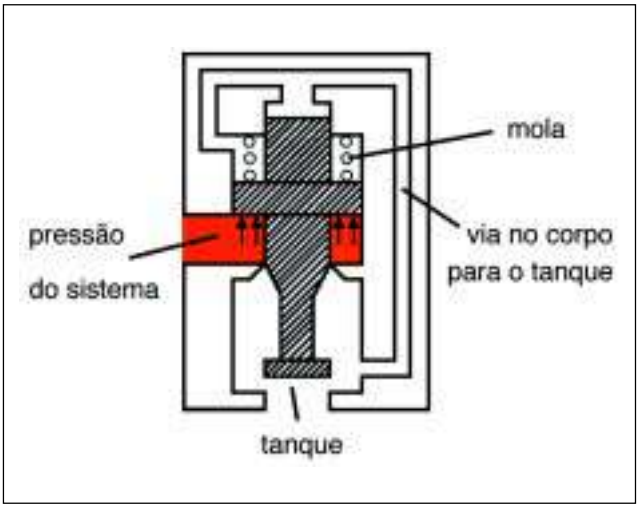


Uma válvula limitadora de pressão operada por piloto consiste de duas válvulas - uma válvula principal e uma válvula piloto.
A válvula principal é composta de um corpo com um orifício e uma mola comprimindo o carretel.
A válvula piloto consiste de uma agulha, mola que comprime a agulha e parafuso de regulagem.

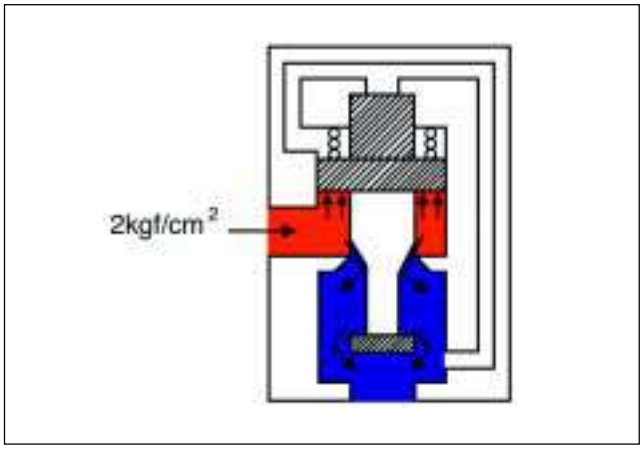


Como trabalha uma Válvula Limitadora de Pressão Operada por Piloto

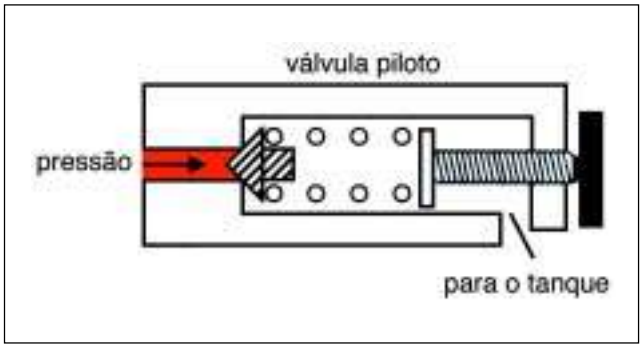
Para entender a operação de uma válvula limitadora de pressão operada por piloto, observaremos a operação independente da válvula principal e da válvula piloto. O carretel da válvula principal é comprimido por uma mola leve. A haste do carretel da válvula principal fecha a saída para o tanque. A pressão do sistema atua na sapata do carretel. Qualquer vazamento que passe pelo carretel é drenado internamente de volta para o tanque através de uma via no corpo da válvula.



Se a mola que comprime o carretel da válvula principal tiver um valor de 2 kgf/cm^2, o carretel será empurrado para cima e o fluxo do sistema passará para o tanque quando a pressão do sistema atingir 2 kgf/cm^2. Desta maneira, a válvula funciona como qualquer das válvulas de controle de pressão, sobre as quais comentamos até agora.

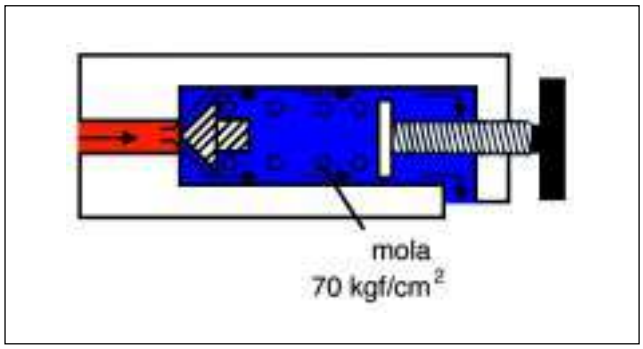


A parte móvel de uma válvula piloto é a agulha. A área da agulha exposta à pressão hidráulica é relativamente pequena. A mola que comprime a agulha sobre a sua sede é bastante firme. A combinação de uma área pequena e uma mola forte significa que a agulha permanece assentada até que uma alta pressão seja atingida.



Se a mola que comprime a agulha tem um valor de 70 kgf/cm^2, a agulha permanecerá assentada até que essa pressão seja atingida. Neste momento, a agulha se erguerá e o fluxo passará para o tanque. Consequentemente a pressão ficará limitada a 70 kgf/cm^2. Desta maneira, a válvula piloto atua como qualquer das válvulas de controle de pressão comprimidas por molas, tal como já vimos.

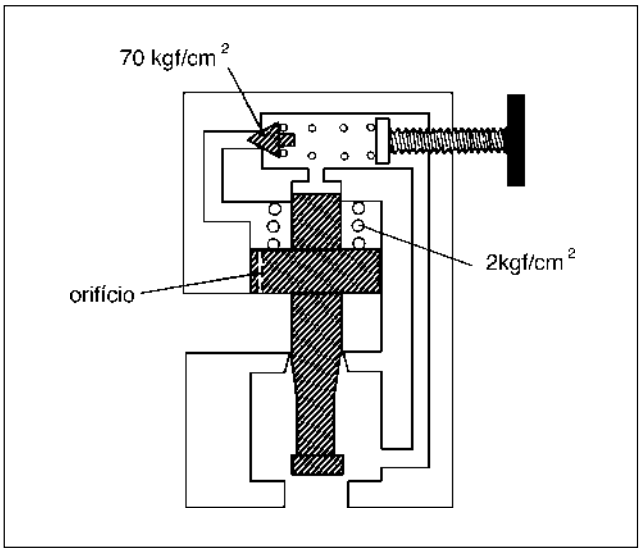
A válvula piloto é um controle de pressão simples, comprimido por mola, submetido a vazões pequenas e altas pressões.



A válvula principal é um sistema simples de controle de pressão por mola, submetido a alta vazão e baixa pressão. Usando-se ambas as válvulas, vazões elevadas podem ser controladas a altas pressões sem o perigo de uma abertura prematura, quebra ou um diferencial elevado.

Numa válvula limitadora de pressão operada por piloto, o carretel da válvula principal é operado por uma mola de baixa pressão e pela pressão do fluido na câmara da mola. A máxima pressão de fluido que pode comprimir o carretel é determinada pela regulagem da válvula piloto. Para permitir que a pressão se acumule na câmara da mola, um orifício ou furo é usinado através da carcaça do carretel da válvula principal.

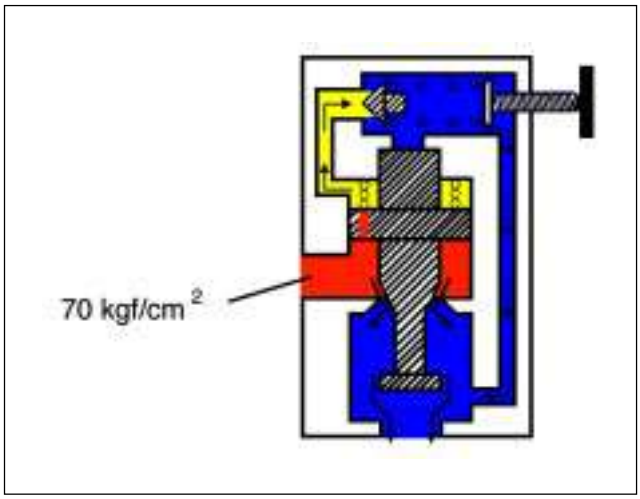
Para ilustrar a operação de uma válvula limitadora de pressão operada por piloto, considere que a mola que comprime o carretel da válvula principal tem um valor de 2kgf/cm^2, e que a válvula piloto limitará a pressão do piloto, na câmara da mola em 70 kgf/cm^2.



Com uma pressão de sistema de 56 kgf/cm^2, 56 kgf/cm^2 estão atuando para empurrar o carretel para cima. Os 56 kgf/cm^2 são transmitidos através do orifício para a câmara da mola e atuam para manter o carretel para baixo. As áreas expostas à pressão em ambos os lados da carcaça do carretel são iguais. Deste modo, o carretel fica equilibrado, exceto pela mola de 2 kgf/cm^2.

Consequentemente, há uma pressão hidráulica de 56 kgf/cm^2 tentando erguer o carretel, e uma pressão mecânica hidráulica total de 58 kgf/cm^2 mantendo o carretel assentado.

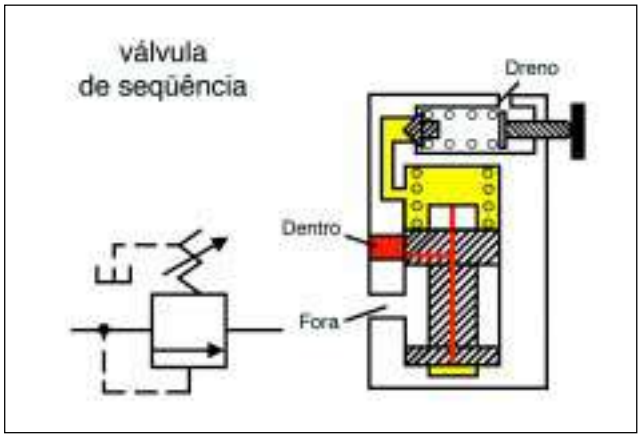
Quando a pressão do sistema se eleva para 70 kgf/cm^2, estes atuarão para empurrar o carretel para cima. Desde que a válvula piloto esteja regulada para limitar a pressão do fluido, na câmara da válvula em 70 kgf/cm^2, a agulha da válvula fica assentada e a pressão do piloto acima do carretel é de 70 kgf/cm^2. Esta é uma pressão total hidráulica e mecânica de 72 kgf/cm^2 atuando para manter o carretel para baixo. A pressão total que atua para baixo é ainda maior do que a pressão que atua para cima. A pressão máxima que pode comprimir o carretel na posição para baixo é de 70 kgf/cm^2, o carretel será empurrado para cima quando a pressão na câmara da mola ultrapassar 70kgf/cm^2, com isto ocorrerá a abertura da agulha da válvula piloto provocando o desbalanceamento do carretel da válvula principal e o fluxo passará para o tanque.



Em nosso exemplo, até uma pressão de 70 kgf/cm^2, a pressão total, hidráulica e mecânica, que comprime o carretel é de 72 kgf/cm^2 . Entre 70 kgf/cm^2 e 72 kgf/cm^2, a diferença se torna menor até que, a qualquer pressão acima de 70 kgf/cm^2, o carretel da válvula principal se abra.

Outras Válvulas de Controle de Pressão Operadas por Piloto

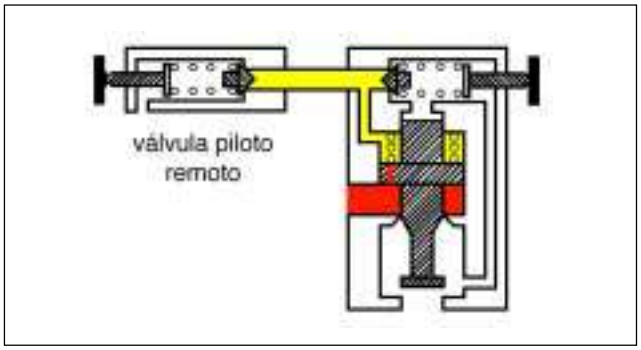
Além das válvulas limitadoras de pressão, as válvulas de sequência, de contrabalanço, de descarga, e redutora de pressão podem também ser operadas por piloto.



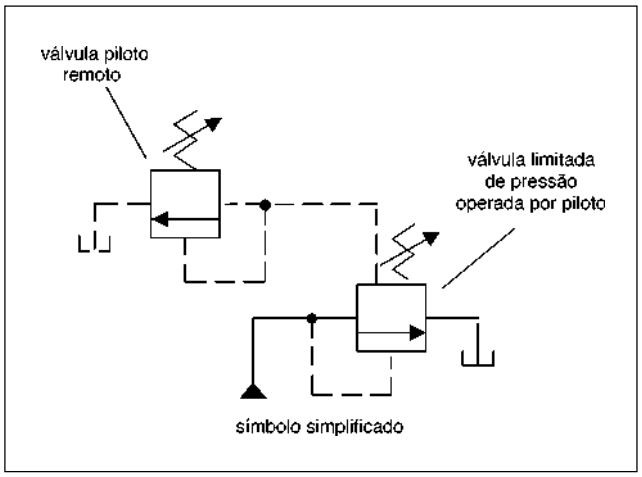
Exatamente como as válvulas limitadoras de pressão, os outros controles de pressão operados por piloto consistem de uma válvula piloto e de um êmbolo de válvula principal. Os êmbolos, nessas válvulas, são diferentes do êmbolo de uma válvula limitadora de pressão, mas a pressão do piloto é entretanto sentida através de uma via no êmbolo da válvula principal.

Regulagem do Piloto Remoto

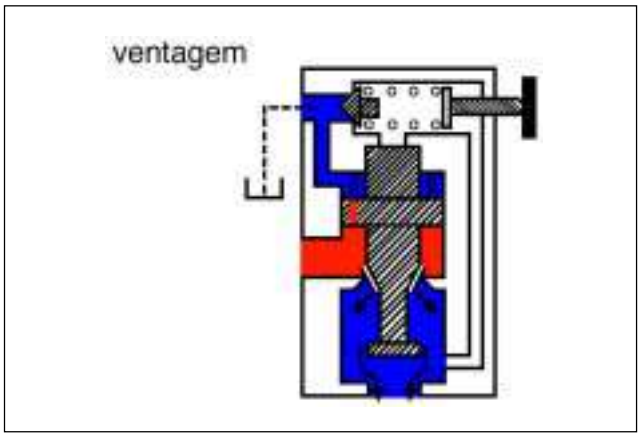
Desde que a pressão do fluido é usada para comprimir o êmbolo da válvula principal, uma válvula de controle de pressão operada por piloto pode ser adaptada para regulagem remota. Com uma válvula piloto adicional conectada à câmara da mola de uma válvula operada por piloto, a pressão máxima nessa câmara será limitada à regulagem da válvula piloto remota, se essa for mais baixa do que a da outra válvula piloto. Com este arranjo, a válvula de piloto remoto pode ser montada num painel para facilitar o ajuste pelo operador da máquina.



Na ilustração da regulagem remota, uma válvula piloto é usada em conjunto com uma válvula limitadora de pressão operada por piloto. Esta é uma aplicação muito comum. Entretanto, as válvulas de descarga operadas por piloto, as de contrabalanço, as de sequência e as redutoras de pressão também podem ser ajustadas remotamente.

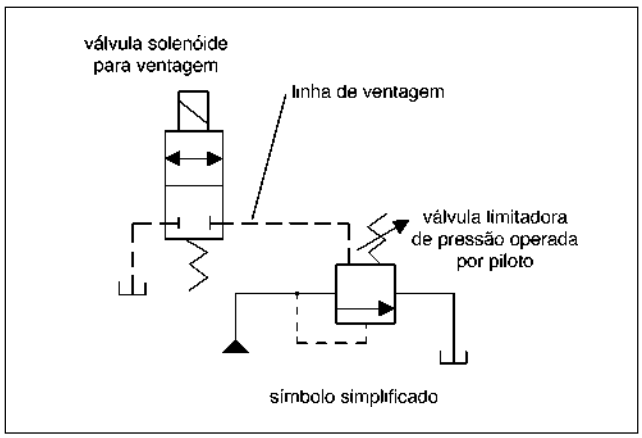


Ventagem de uma Válvula Limitadora de Pressão Operada por Piloto



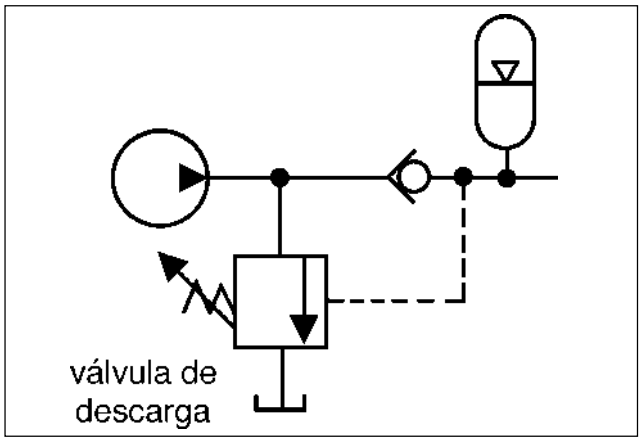
O ato de ventar uma válvula limitadora de pressão refere-se à liberação da pressão de fluido que comprime o carretel principal de uma válvula limitadora de pressão operada por piloto.
Liberando-se esta pressão piloto, a única pressão que mantém o carretel fechado é a pressão baixa da mola. O resultado disso é que a bomba aplica uma pressão relativamente baixa para retornar o seu fluxo para o tanque.

A ventagem de uma válvula limitadora de pressão é uma consideração importante diante o tempo de parada da máquina. Quando nenhum trabalho útil está sendo executado pelo sistema, é desnecessário gastar energia para dirigir fluxo ao tanque sob um ajuste de pressão muito alto da válvula limitadora de pressão.
A ventagem de uma válvula limitadora de pressão operada por piloto é uma prática habitual em sistemas hidráulicos industriais.

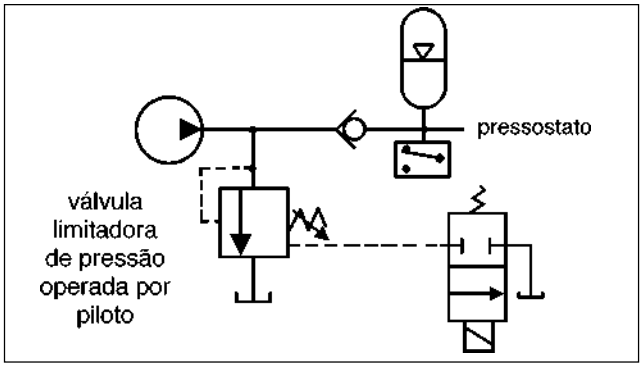


Descarga de Bomba em Circuitos de Acumulador

Num circuito típico de acumulador, quando um acumulador é carregado, o fluxo da bomba é dirigido de volta ao tanque à baixa pressão, por meio de uma válvula de descarga. Este circuito mantém a pressão do sistema num valor constante, bem como conserva a potência do sistema.
Quando um acumulador é usado para desenvolver o fluxo do sistema, ele descarrega o seu fluxo entre as pressões máximas e mínimas. Com uma válvula comum de descarga no circuito, a válvula mandaria o fluxo para a bomba tão logo a pressão do acumulador caísse abaixo da pressão de regulagem, o que pode ser indesejável.

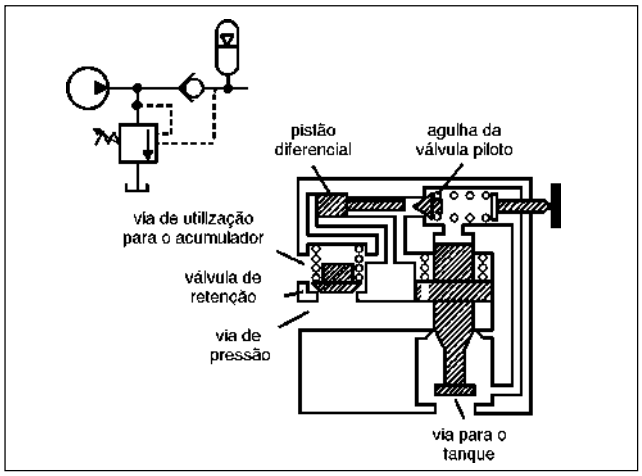


Para manter a bomba descarregada até que seja preciso recarregar o acumulador, pode-se usar um pressostato que enviará um sinal elétrico para uma válvula direcional operada por solenóide, que está conectada à linha de ventagem de uma válvula limitadora de pressão operada por piloto. Quando o acumulador é carregado à pressão máxima requerida, o pressostato envia um sinal à válvula direcional, que venta a válvula limitadora de pressão.
Num determinado momento o acumulador precisa de recarga a uma pressão mais baixa, o pressostato envia outro sinal, elimina a vantagem e faz com que a válvula limitadora de pressão seja fechada.



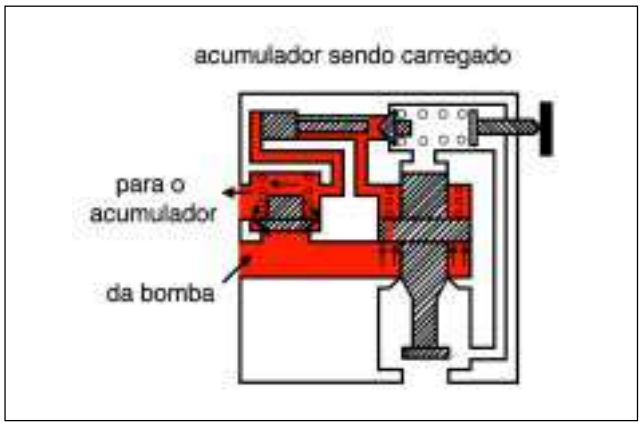
Válvula Limitadora de Pressão de Descarga Diferencial

Em vez de se usar um pressostato e uma válvula direcional para ventar uma válvula limitadora de pressão durante a descarga do acumulador, pode-se usar um componente hidráulico: uma válvula limitadora de pressão de descarga diferencial, que consiste de uma válvula limitadora de pressão operada por piloto, uma válvula de retenção e um pistão diferencial, tudo em um só corpo. O corpo da vávula tem uma via de pressão, uma via para tanque e uma via de utilização ligada ao sistema.

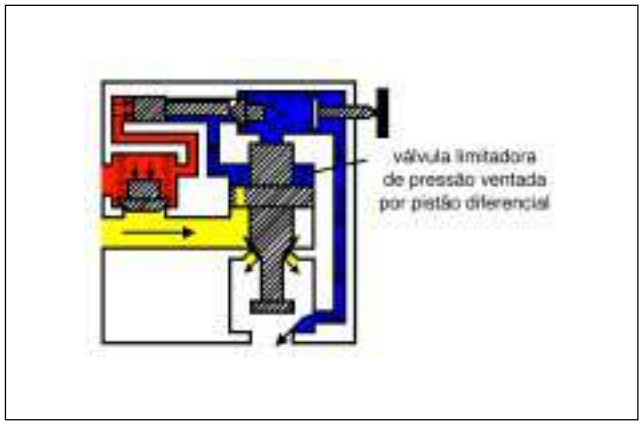


Como trabalha uma Válvula Limitadora de Pressão de Descarga Diferencial

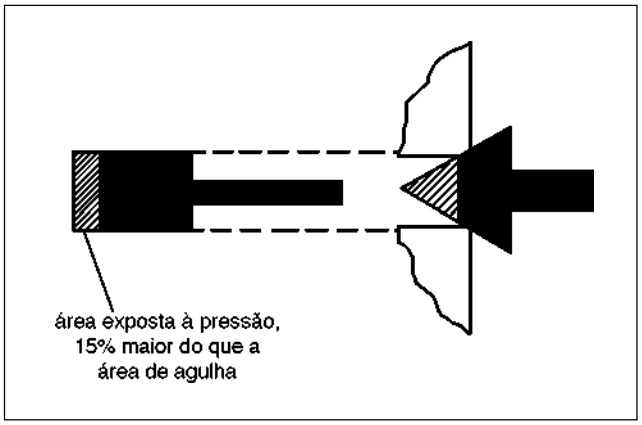
A válvula limitadora de pressão e a válvula de retenção operam da maneira descrita anteriormente.
A bomba carrega o acumulador através da válvula de retenção no corpo da limitadora de pressão. A pressão do sistema é remetida através do orifício no êmbolo da válvula principal diretamente à agulha da válvula piloto.



O pistão diferencial se encaixa num furo oposto à agulha da válvula piloto. Durante o tempo em que o acumulador está sendo carregado, a pressão em cada extremidade do pistão diferencial é igual.
Como resultado, o pistão não se move. Quando uma pressão suficientemente grande está presente na agulha da válvula piloto, a agulha é deslocada de seu assento. Como já se observou, esta ação de deslocamento limita a pressão na câmara da mola da válvula principal.



Com a pressão limitada na câmara da mola, e também em um dos lados do pistão diferencial, qualquer aumento de pressão no sistema também age no outro lado do pistão diferencial. Neste ponto, o pistão é forçado em direção à agulha do piloto e empurra-o completamente para fora do seu assento. Isto, na realidade, liberta a câmara da válvula da mola do carretel da pressão do piloto. A válvula limitadora de pressão é ventada. O carretel se move para cima e permite que o fluxo vá para o tanque a uma baixa pressão. Ao mesmo tempo, a válvula de retenção fecha, de modo que o acumulador não possa descarregar através da válvula limitadora de pressão. Neste ponto, atingiu-se uma pressão - a máxima pressão do acumulador.
O pistão diferencial tem uma área 15% maior do que a área da agulha do piloto exposta à pressão. Uma vez que a força é igual à pressão multiplicada pela área, o pistão mantém a agulha do piloto afastada de seu assento, com a força 15% maior do que a força que abriu a agulha. Isso significa que, para fechar a agulha do piloto, a mola precisa adquirir uma força superior a 15%. É claro que a agulha do piloto não é fechada até que a pressão caia 15%.
Uma das limitações da válvula reguladora de pressão de descarga diferencial é que a pressão secundária da válvula é fixa, porque a diferença de área entre o pistão e agulha do piloto é fixa.
A diferença é de 15%, e em alguns casos pode chegar a 30% do ajustamento da válvula piloto.



8. Válvulas de Controle Direcional

As válvulas de controle direcional consistem de um corpo com passagens internas que são conectadas e desconectadas por uma parte móvel. Nas válvulas direcionais, e na maior parte das válvulas hidráulicas industriais, conforme já vimos, a parte móvel é o carretel. As válvulas de carretel são os tipos mais comuns de válvulas direcionais usados em hidráulica industrial.

Identificação de uma Válvula de Controle Direcional

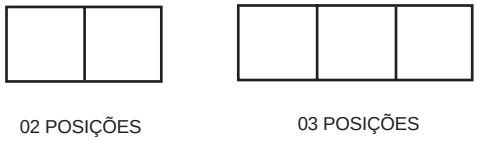
As válvulas de controle direcional são representadas nos circuitos hidráulicos através de símbolos gráficos. Para identificação da simbologia devemos considerar:

- Número de posições
- Número de vias
- Posição normal
- Tipo de acionamento

Número de Posições

As válvulas são representadas graficamente por quadrados. O número de quadrados unidos representa o número de posições ou manobras distintas que uma válvula pode assumir.

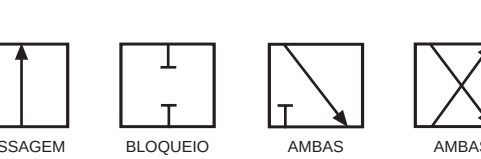
Devemos saber que uma válvula de controle direcional possui no mínimo dois quadrados, ou seja, realiza no mínimo duas manobras.



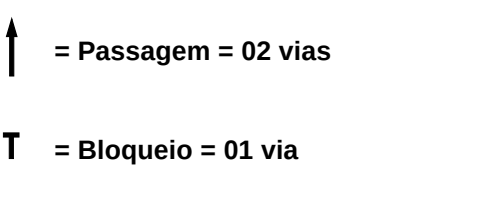
Número de Vias

O número de vias de uma válvula de controle direcional corresponde ao número de conexões úteis que uma válvula pode possuir.

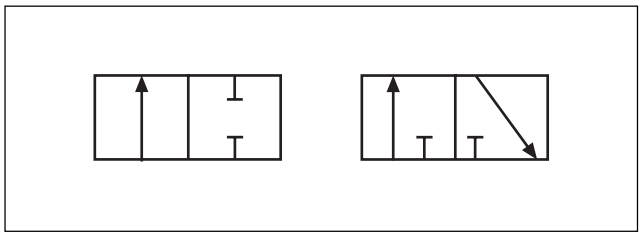
Nos quadrados representativos de posição podemos encontrar vias de passagem, vias de bloqueio ou a combinação de ambas.



Para fácil compreensão do número de vias de uma válvula de controle direcional podemos também considerar que:



Observação: Devemos considerar apenas a identificação de um quadrado. O número de vias deve corresponder nos dois quadrados.



Posição Normal

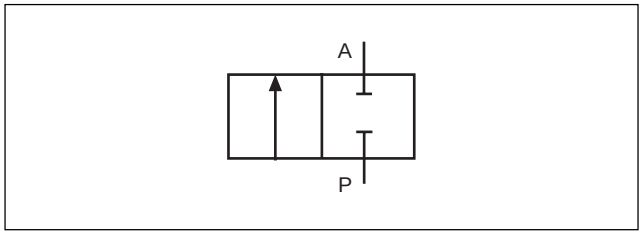
Posição normal de uma válvula de controle direcional é a posição em que se encontram os elementos internos quando a mesma não foi acionada. Esta posição geralmente é mantida por força de uma mola.

Tipo de Acionamento

O tipo de acionamento de uma válvula de controle direcional define a sua aplicação no circuito, estes acionamentos podem ocorrer por força muscular, mecânica, pneumática, hidráulica ou elétrica.

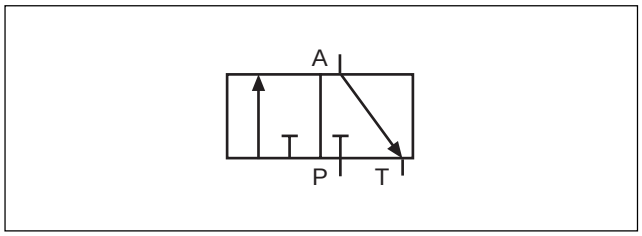
Válvula Direcional de 2/2 Vias

Uma válvula direcional de 2 vias consiste de duas passagens que são conectadas e desconectadas. Em uma posição extrema do carretel, o curso de fluxo é aberto através da válvula. No outro extremo não há fluxo através da válvula.
Uma válvula de 2 vias executa uma função de liga-desliga. Esta função é usada em muitos sistemas, como trava de segurança e para isolar ou conectar várias partes do sistema.



Válvula Direcional de 3/2 Vias

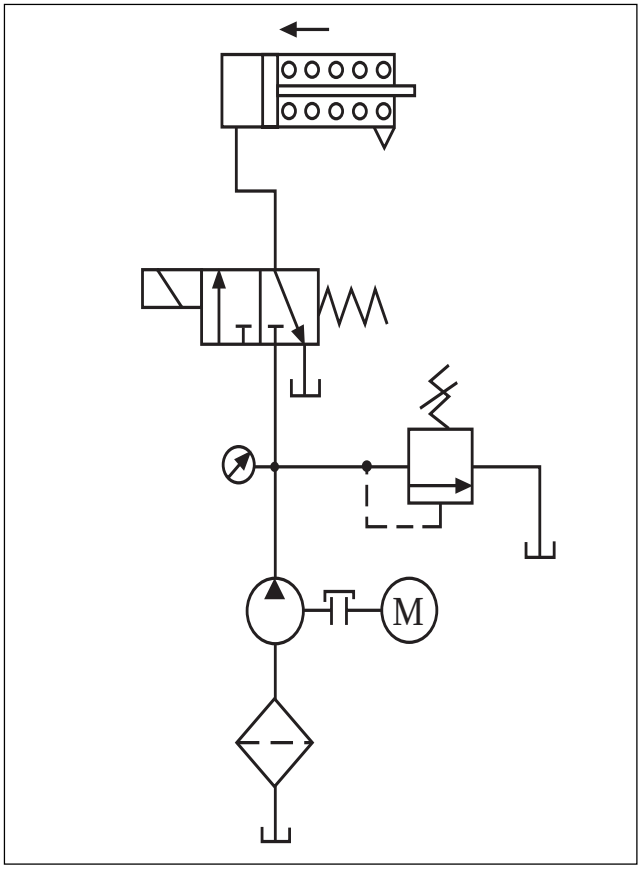
Uma válvula de 3 vias consiste de três passagens dentro de um corpo de válvula - via de pressão, via de tanque e uma via de utilização.
A função desta válvula é pressurizar o orifício de um atuador. Quando o carretel está posicionado no outro extremo, a válvula esvazia o mesmo orifício do atuador. Em outras palavras, a válvula pressuriza e esvazia alternadamente um orifício do atuador.



Válvulas Direcionais de 3 Vias, no Circuito

Uma válvula direcional de 3 vias é usada para operar atuadores de ação simples, como cilindros, martelos e cilindros com retorno por mola.
Nestas aplicações, a válvula de 3 vias remete pressão do fluido e o fluxo para o lado traseiro do cilindro. Quando o carretel é acionado para a outra posição extrema, o fluxo para o atuador é bloqueado. Ao mesmo tempo a via do atuador, dentro do corpo, é conectada ao tanque.
Um cilindro martelo vertical retorna pelo seu próprio peso, ou pelo peso de sua carga, quando a via do atuador de uma válvula de 3 vias é drenada para o tanque. Num cilindro de retorno de mola, a haste do pistão é retornada por uma mola que está dentro do corpo do cilindro.

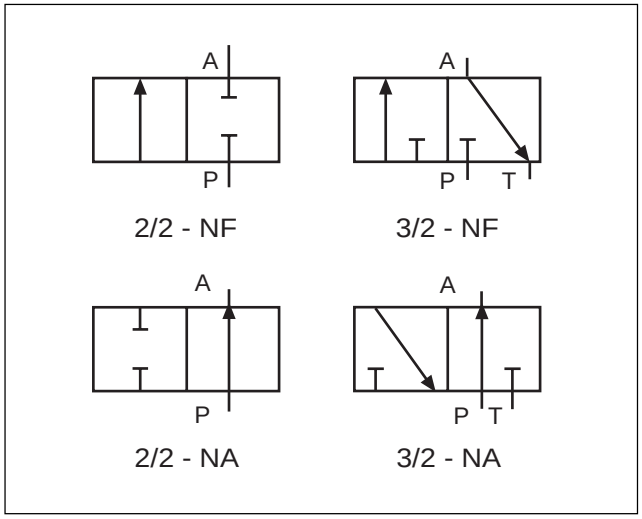
Em aplicações hidráulicas industriais, geralmente não são encontradas válvulas de 3 vias. Se uma função de 3 vias for requerida, uma válvula de 4 vias é convertida em uma válvula de 3 vias, plugando-se uma via do atuador.



Válvulas Normalmente Abertas e Válvulas Normalmente Fechadas

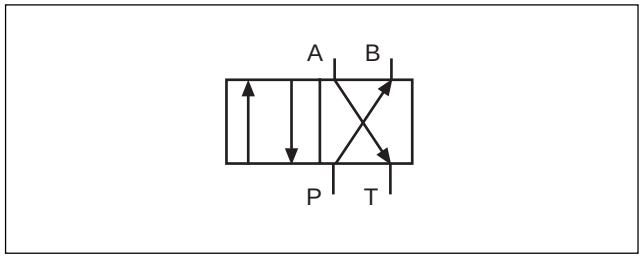
As válvulas de 2 vias e as válvulas de 3 vias com retorno por mola podem ser tanto normalmente abertas como normalmente fechadas, isto é, quando o atuador não está energizado, o fluxo pode passar ou não através da válvula. Numa válvula de 3 vias e duas posições, por haver sempre uma passagem aberta através da válvula, o "normalmente fechada" indica que a passagem "p" fica bloqueada quando o acionador da válvula não é energizado.

Quando as válvulas direcionais de retorno por mola são mostradas simbolicamente no circuito, a válvula é posicionada no circuito para mostrar a sua condição normal.



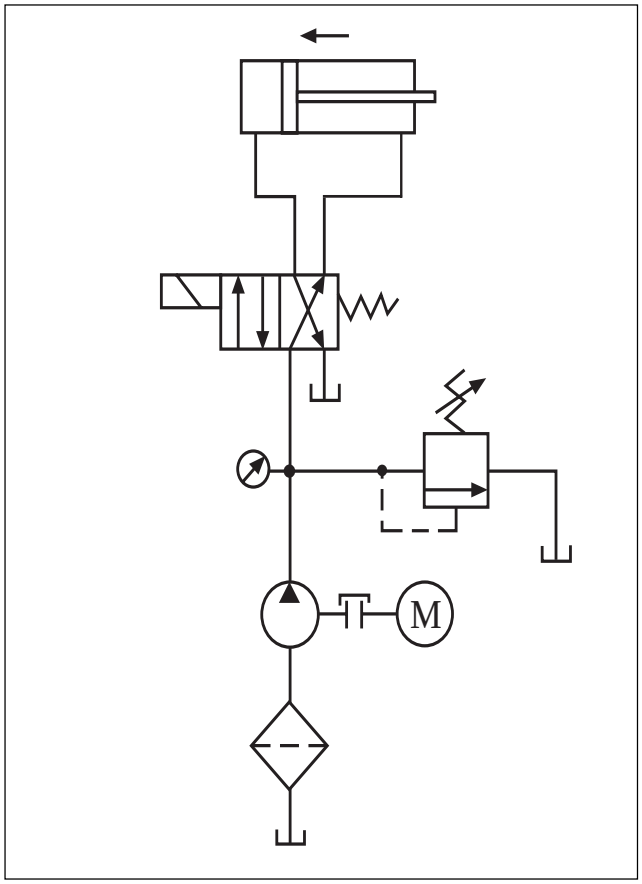
Válvula Direcional de 4/2 Vias

A função de uma válvula direcional de 4 vias é causar o movimento de reversão de um cilindro ou de um motor hidráulico. Para desempenhar esta função, o carretel dirige o fluxo de passagem da bomba para uma passagem do atuador quando ele está em uma posição extrema. Ao mesmo tempo, o carretel é posicionado para que a outra passagem do atuador seja descarregada para o tanque.



Válvulas Direcionais de 4/2 Vias, no Circuito

Visto que todas as válvulas são compostas de um corpo e de uma parte interna móvel, a parte móvel de todas as válvulas tem pelo menos duas posições, ambas nos extremos. Estas duas posições, numa válvula direcional, são representadas por dois quadrados separados. Cada quadrado mostra, por meio de setas, como o carretel está conectado às vias dentro do corpo, naquele ponto. Quando a válvula é mostrada simbolicamente, os dois quadrados são conectados juntos, mas quando colocada num circuito, somente um quadrado é conectado ao circuito. Com este arranjo, a condição da válvula permite a visualização do movimento do cilindro em uma direção. Para visualizar o atuador se movendo na direção oposta, sobreponha mentalmente um dos quadrados do símbolo ao outro, dentro do circuito.

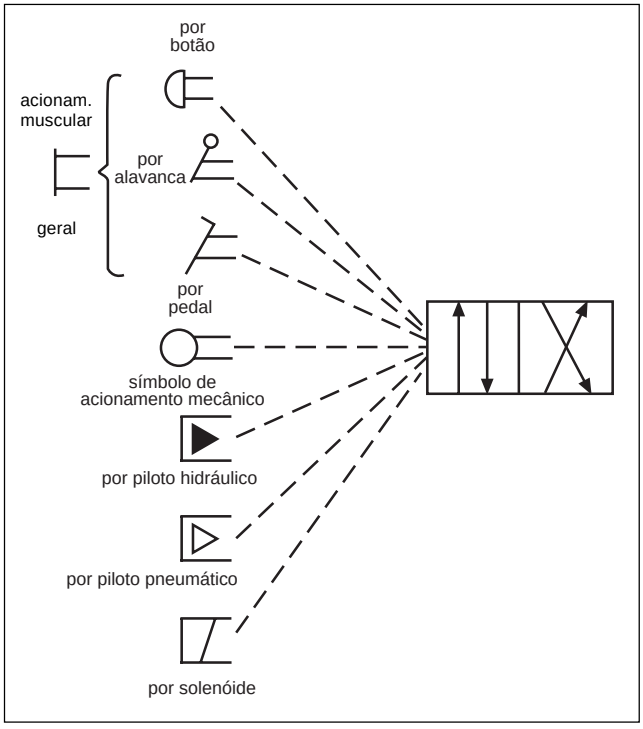


Válvula de 4/2 Vias Montadas em Sub-Base

Os corpos das válvulas direcionais de 4 vias que foram ilustrados tinham via para tanque e via de pressão situadas de um lado.
As vias de utilização estavam posicionadas do lado oposto do corpo. Esse arranjo seguia de perto o símbolo da válvula.

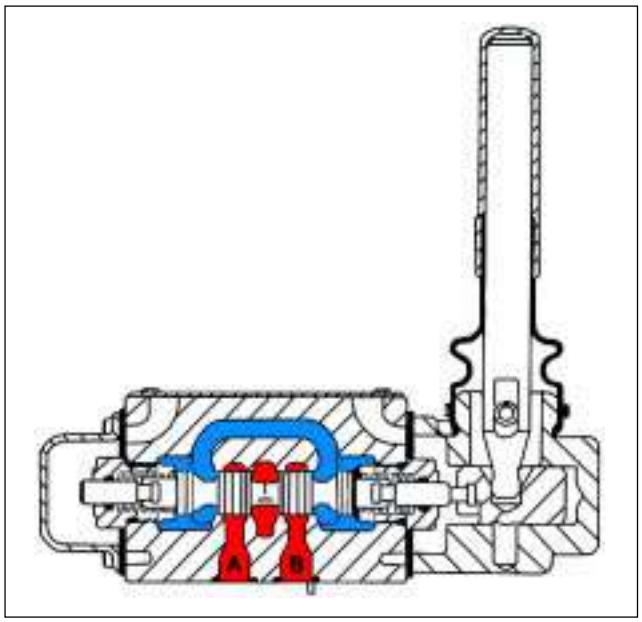
Entretanto, para facilitar a instalação, a maioria das válvulas direcionais de hidráulica industrial é montada em placas, isto é, elas são parafusadas a uma placa, que é conectada à tubulação. As vias das válvulas montadas com sub-base são localizadas no lado inferior do corpo da válvula.

Atuadores de Válvulas Direcionais

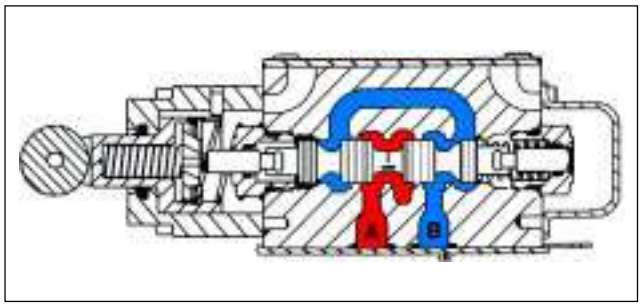


Nós vimos que o carretel de uma válvula direcional pode estar posicionado em uma ou outra posição extrema. O carretel é movido para essas posições por energia mecânica, elétrica, hidráulica, pneumática ou muscular.
As válvulas direcionais cujos carretéis são movidos por força muscular são conhecidas como válvulas operadas manualmente ou válvulas acionadas manualmente. Os tipos de acionadores manuais incluem alavancas, botões de pressão e pedais.

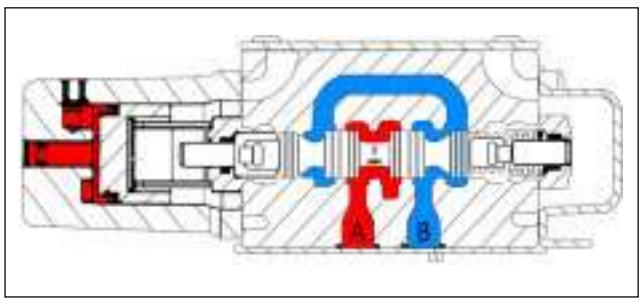
Os atuadores manuais são usados em válvulas direcionais cuja operação deve ser sequenciada e controlada ao arbítrio do operador.



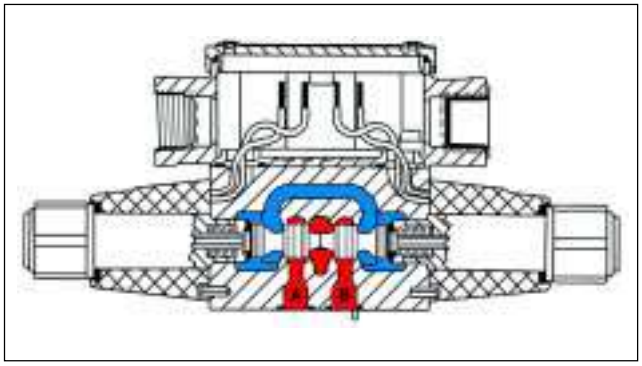
Um tipo muito comum de atuador mecânico é o rolete. O rolete é atuado por um came que está ligado a um acionador. O atuador mecânico é usado quando a mudança de uma válvula direcional deve ocorrer ao tempo que o atuador atinge uma posição específica.



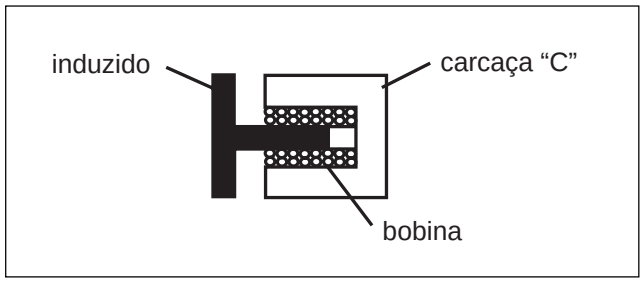
Os carretéis das válvulas direcionais podem também ser acionados por pressão de fluido, tanto a ar como hidráulica. Nestas válvulas, a pressão do piloto é aplicada nas duas sapatas laterais do carretel, ou aplicada em uma sapata ou pistão de comando.



Um dos meios mais comuns de operação de uma válvula direcional é por solenóide.

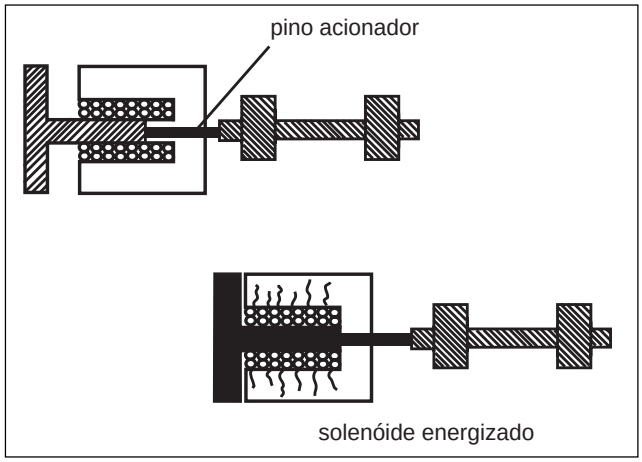


Um solenóide é um dispositivo elétrico que consiste basicamente de um induzido, uma carcaça “C” e uma bobina. A bobina é enrolada dentro da carcaça “C”. O carretel fica livre para se movimentar dentro da bobina.



Como Funciona um Solenóide

Quando uma corrente elétrica passa pela bobina, gera-se um campo magnético. Este campo magnético atrai o induzido e o empurra para dentro da bobina. Enquanto o induzido entra na bobina, ele fica em contato com um pino acionador e desloca o carretel da válvula direcional para uma posição extrema.

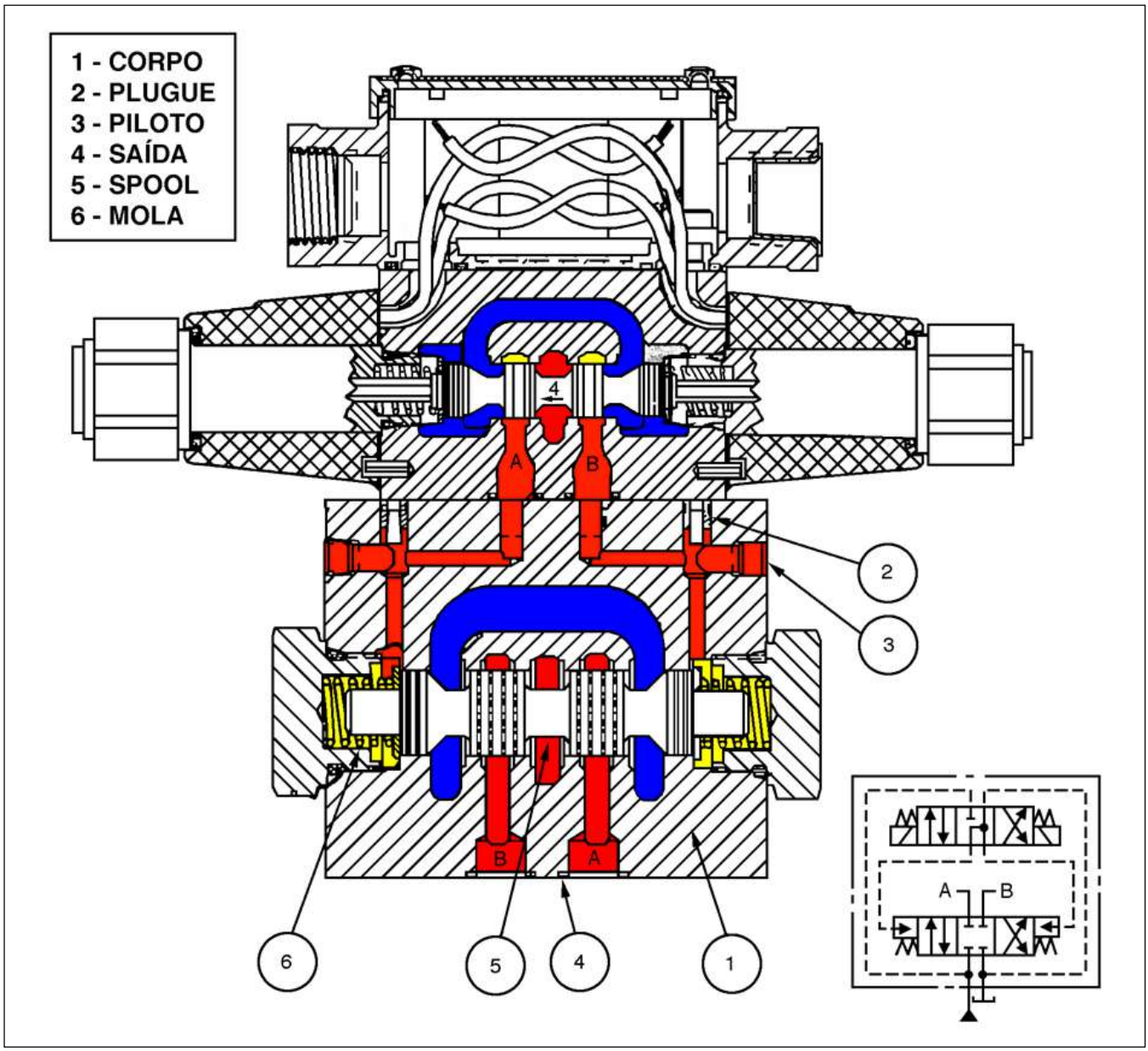


Limitações do Solenóide

As válvulas direcionais operadas por solenóide têm algumas limitações. Quando um sistema hidráulico é usado num ambiente úmido ou explosivo, não se deve usar solenóides comuns. Quando a vida de uma válvula direcional deve ser extremamente longa, geralmente a válvula de solenóide controlada eletricamente é inadequada.

Provavelmente, a maior desvantagem dos solenóides é que a força que eles podem desenvolver para deslocar o carretel de uma válvula direcional é limitada. De fato, a força requerida para deslocar o carretel de uma válvula direcional é substancial, nos tamanhos maiores.

Como resultado as válvulas direcionais que usam solenóides diretamente para deslocar o carretel são as do tamanho CETOP 3 (TN 6) e CETOP 5 (TN 10). As de tamanho CETOP 7 (TN 16), CETOP 8 (TN 25) e CETOP 10 (TN 32) são operadas por pressão hidráulica de piloto. Nestas válvulas maiores, uma válvula direcional tamanho CETOP 3 (TN 6), operada por solenóide, está posicionada no topo da válvula maior. O fluxo de uma válvula pequena é direcionado para qualquer um dos lados do carretel da válvula grande, quando há necessidade de deslocamento. Estas válvulas são chamadas de válvulas direcionais operadas por piloto, controladas por solenóide.



Retorno por Mola

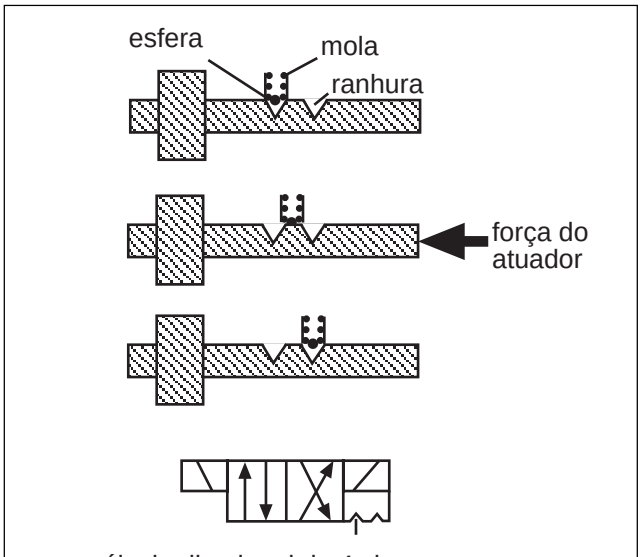
Uma válvula direcional de 2 posições geralmente usa um tipo de atuador para acionar o carretel da válvula direcional para uma posição extrema. O carretel é geralmente retornado para a sua posição original por meio de uma mola. As válvulas de 2 posições desta natureza são conhecidas como válvulas com retorno por mola.

Pino de Trava (Detente)

Se dois acionadores são usados para deslocar o carretel de uma válvula de duas posições, às vezes há necessidade de travamento. A trava é um mecanismo de posicionamento que mantém o carretel numa dada posição. O carretel de uma válvula com trava é equipado com ranhuras ou rasgos. Cada ranhura é um receptáculo para uma peça móvel carregada por mola. Na trava ilustrada, a peça móvel é uma esfera. Com a esfera na ranhura, o carretel é deslocado, a esfera é forçada para fora de uma ranhura e para dentro de outra.

As válvulas direcionais equipadas com travas não precisam manter os seus acionadores energizados para se manter na posição.

Nota: Somente uma energização momentânea do solenóide é necessária para deslocar o êmbolo e mantê-lo posicionado, numa válvula com detente. A mínima duração do sinal deve ser de aproximadamente 0,1 segundos para ambas as tensões CA e CC. O êmbolo será mantido em sua posição travada, somente se a válvula for montada na condição horizontal e sem a presença de choques hidráulicos e vibrações.



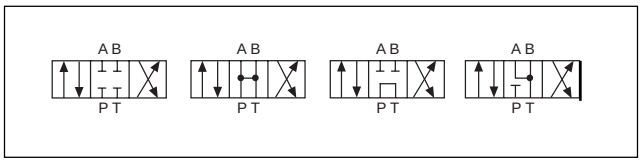
válvula direcional de 4 vias com trava, operada por solenóide de duas posições

Tipos de Centro

Com referências às várias possibilidades de vias de fluxo através de uma válvula direcional, as vias de fluxo seriam consideradas únicas enquanto o carretel estivesse em cada posição. No entanto, há posições intermediárias do carretel. As válvulas de controle direcional de 4 vias, usadas na indústria móbil, têm frequentemente diversas posições intermediárias entre os extremos. As válvulas hidráulicas industriais de 4 vias são geralmente válvulas de 3 posições, consistindo de 2 posições extremas e uma posição central.

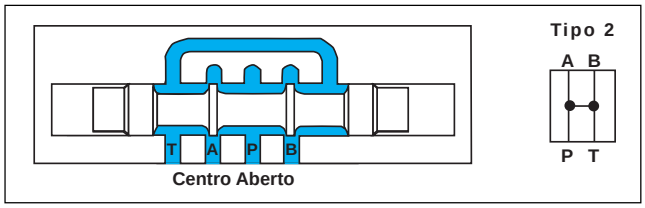
As duas posições extremas da válvula direcional de quatro vias estão diretamente relacionadas ao movimento do atuador. Elas controlam o movimento do atuador em uma direção, tanto quanto na outra. A posição central de uma válvula direcional é projetada para satisfazer uma necessidade ou condição do sistema. Por este motivo, a posição central de uma válvula direcional é geralmente designada de condição de centro.

Há uma variedade de condições centrais disponíveis nas válvulas direcionais de quatro vias. Algumas destas condições mais conhecidas são: centro aberto, centro fechado, centro tandem e centro aberto negativo. Estas condições de centro podem ser conseguidas dentro do próprio corpo da válvula, com a simples utilização de um êmbolo adequado.



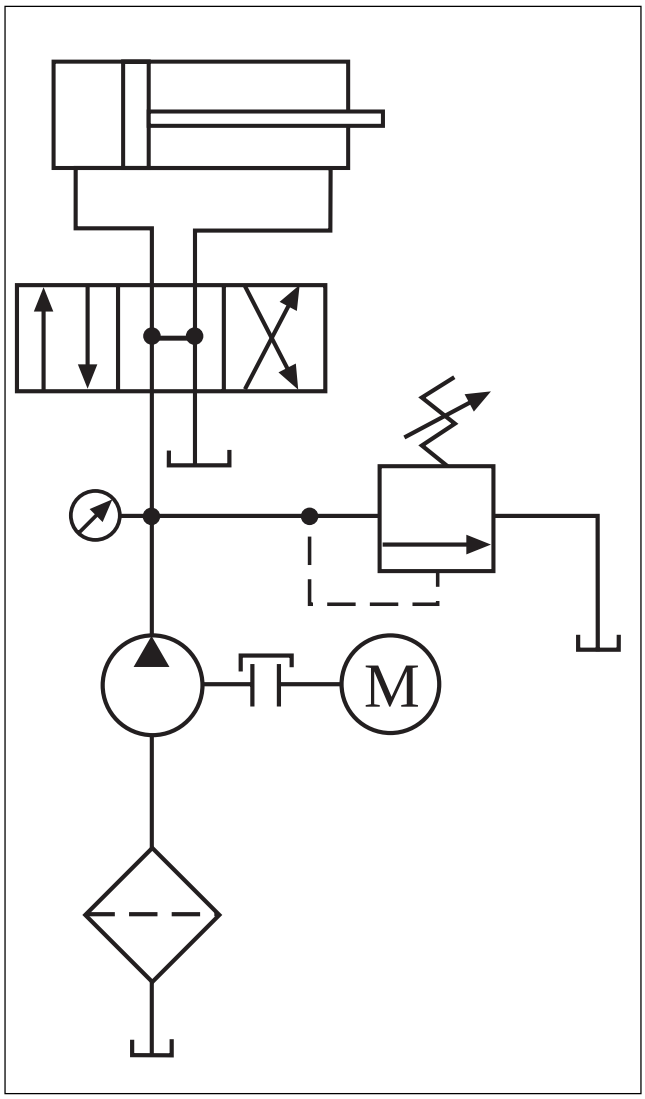
Condição de Centro Aberto

Uma válvula direcional com um êmbolo de centro aberto tem as passagens P, T, A e B, todas ligadas umas às outras na posição central.



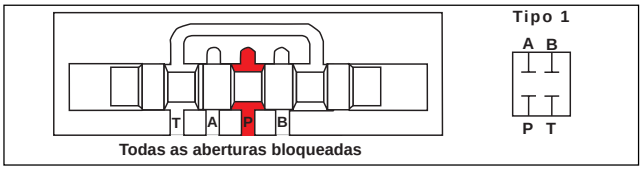
Válvulas de Centro Aberto no Circuito

Uma condição de centro aberto permite o movimento livre do atuador enquanto o fluxo da bomba é devolvido ao tanque a uma pressão baixa.
As válvulas de 4 vias, de centro aberto, são muitas vezes usadas em circuitos de atuadores simples.
Nestes sistemas, depois do atuador completar o seu ciclo, o carretel da válvula direcional é centralizado e o fluxo da bomba retorna ao tanque a uma pressão baixa. Ao mesmo tempo, o atuador fica livre para se movimentar. Uma desvantagem da válvula de centro aberto é que nenhum outro atuador pode ser operado quando a válvula estiver centrada.



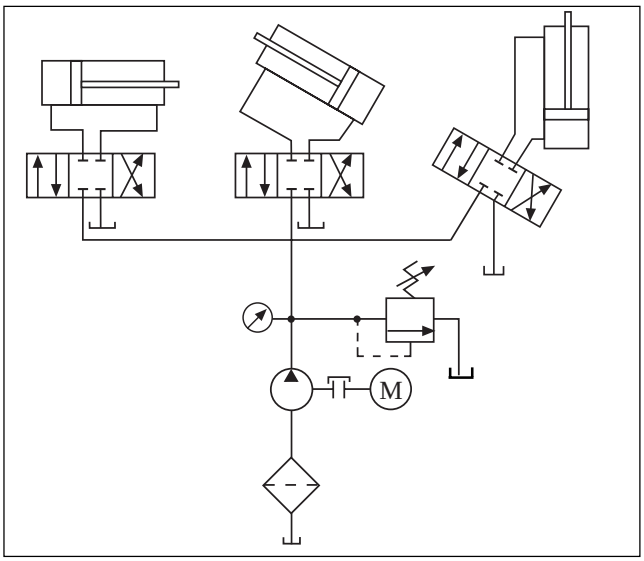
Condição de Centro Fechado

Uma válvula direcional com um carretel de centro fechado tem as vias P, T, A e B, todas bloqueadas na posição central.

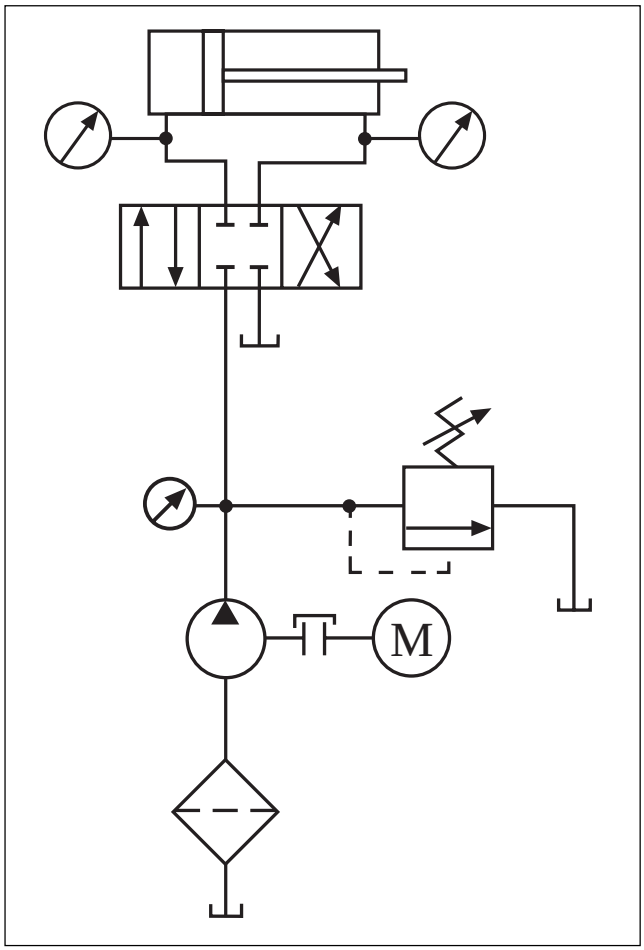


Válvulas de Centro Fechado no Circuito

Uma condição de centro fechado pára o movimento de um atuador, bem como permite que cada atuador individual, no sistema, opere independentemente de um suprimento de força.



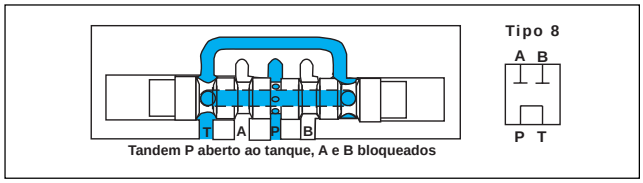
Os carretéis das válvulas direcionais de centro fechado têm algumas desvantagens. Uma delas é que o fluxo da bomba não pode ser descarregado para o tanque, através de válvula direcional, durante o tempo em que o atuador está inativo. Outra desvantagem é que o carretel, nesta válvula, vaza como em qualquer válvula do tipo carretel. Além disso, se o carretel ficar sujeito à pressão do sistema por mais de uns poucos minutos, a pressão se equalizará nas linhas A e B dos atuadores, a aproximadamente metade da pressão do sistema.
O caminho de vazamento através da superfície de bloqueio do carretel da válvula direcional são orifícios que medem o fluxo. Quando na posição de centro, a pressão do sistema atua na via “P” da válvula. Esta posição causa o fluxo do fluído através da superfície de bloqueio para a passagem do atuador. Então, o vazamento passa através do restante da superfície de bloqueio para a passagem do tanque. A pressão, na via do atuador, a essa altura será aproximadamente a metade da pressão do sistema.



Por que a metade? Porque o fluxo de vazamento da via “P” para a via do atuador é exatamente o mesmo da via do atuador para o tanque. Visto que a taxa de vazamento de fluxo, através dessas passagens, é a mesma, elas devem ter diferenciais de pressão similares. No circuito do exemplo, se a válvula direcional está sujeita à regulagem da válvula limitadora de pressão 70 kgf/cm^2, quando está na posição central, uma pressão de aproximadamente 35 kgf/cm^2 será observada nas linhas do atuador depois de alguns minutos. Isto gerará um desequilíbrio de forças no cilindro, o que faz com que a haste do cilindro avance lentamente.

Condição de Centro em Tandem

Uma válvula direcional com um carretel de centro em tandem tem as vias P e T conectadas, e as vias A e B bloqueadas na posição central.



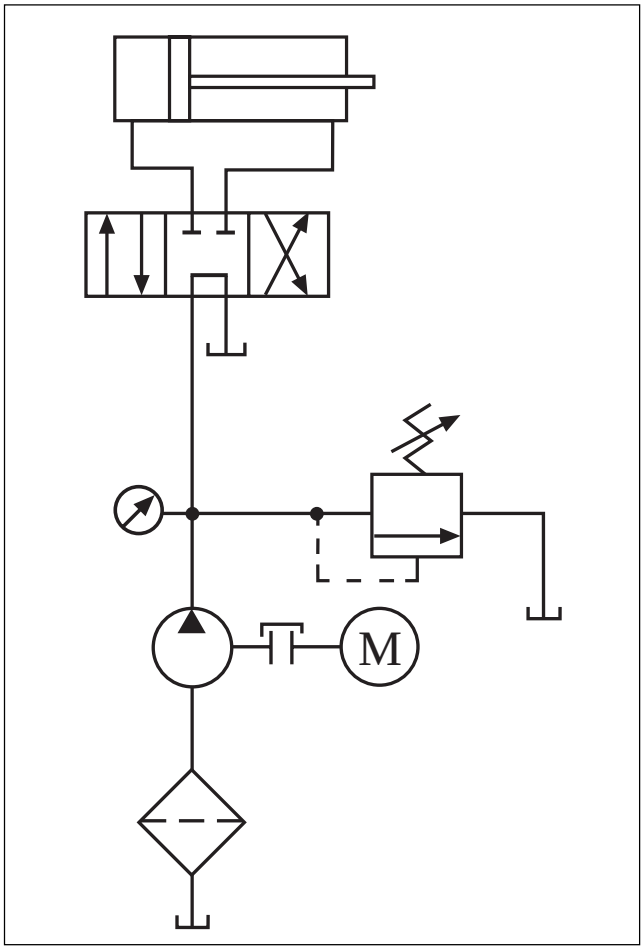
Tandem P aberto ao tanque, A e B bloqueados

Válvulas de Centro em Tandem no Circuito

Uma condição de centro em tandem pára o movimento do atuador, mas permite que o fluxo da bomba retorne ao tanque sem passar pela válvula limitadora de pressão.

Uma válvula direcional com um carretel de centro em tandem tem a vantagem óbvia de descarregar a bomba enquanto em posição central. Mas, na realidade, o carretel apresenta algumas desvantagens que podem não ser aparentes.

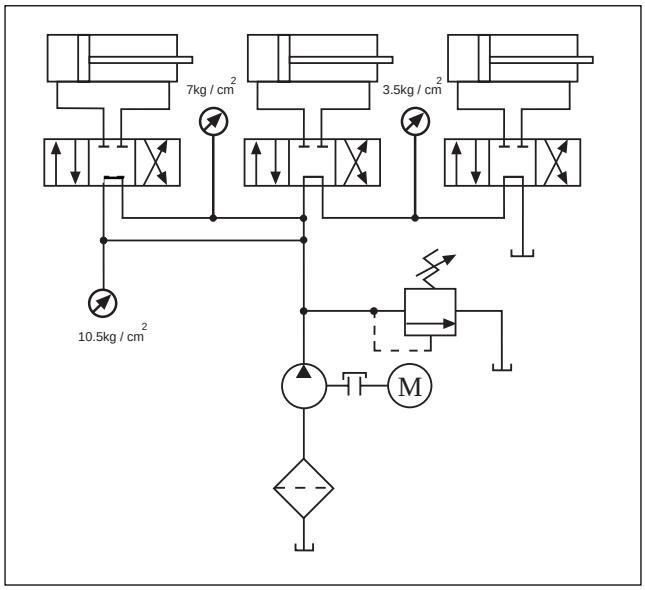
Já foi dito que várias condições de centro podem ser conseguidas com uma válvula direcional de 4 vias, simplesmente inserindo o carretel apropriado no corpo da válvula. Quando um carretel de centro em tandem é usado no corpo da válvula direcional, a taxa de fluxo nominal diminui. Além disso, as condições de centro e de descarga do carretel não são tão boas como poderiam parecer quando se olha para um símbolo de centro em tandem.



As vias P e T de uma válvula hidráulica industrial de 4 vias não estão localizadas próximas uma da outra. A via “P” no centro e a via “T” nos extremos estão ligadas, quando na posição central, por meio de uma passagem por dentro do carretel.

Isto não é uma condição ideal, porque resulta num diferencial de pressão, que reduz a vazão nominal da válvula P ⟶ T.

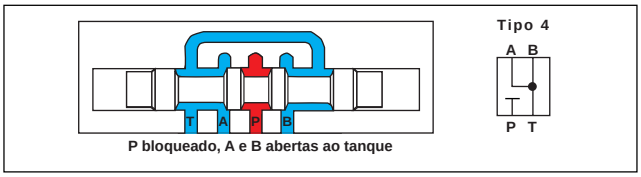
Não é incomum encontrar, num circuito, várias válvulas de centro em tandem conectadas em série. A justificativa desta situação é que cada atuador pode trabalhar um tanto independentemente de outro e, ao mesmo tempo, a bomba pode ser descarregada quando as válvulas de centro em tandem são acionadas para o centro.



Outra característica de uma válvula direcional de centro em tandem é que a taxa de fluxo nominal da válvula é diminuída. Para que haja um curso de fluxo razoavelmente dimensionado, de P para T na posição central, o eixo do carretel entre as sapatas é muito mais largo do que em qualquer outro tipo de carretel. Isso resulta num curso de fluxo restrito quando o carretel é deslocado para qualquer extremo.
Nota: Os carretéis da válvula direcional de centro em tandem operam um tanto diferentemente de outros carretéis. Por causa de sua construção, quando um carretel de centro em tandem é acionado para o lado direito da válvula, o fluxo passa de P para A. Mas, em qualquer outro carretel, o fluxo passa de P para B. Em consequência, se um carretel de centro em tandem substitui qualquer outro tipo de carretel, controlado por essa válvula direcional, ele operará no sentido inverso.

Centro Aberto Negativo

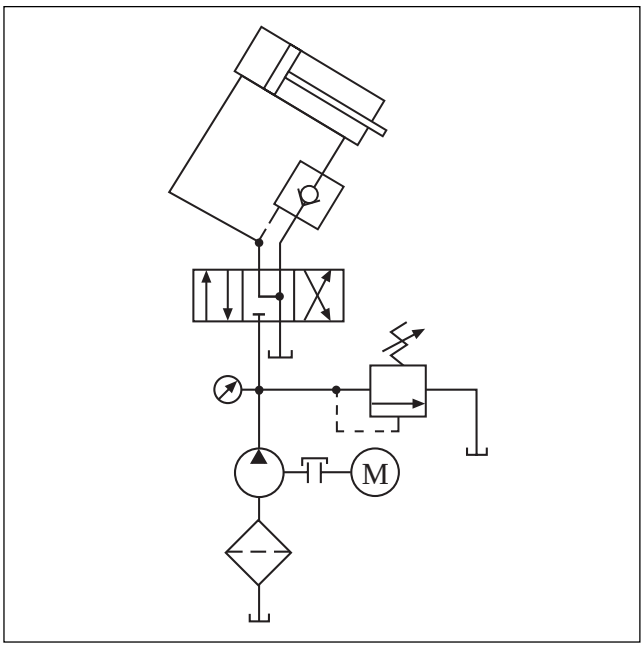
Uma válvula direcional com um carretel de centro aberto negativo tem a via “P” bloqueada, e as vias A, B e T conectadas na posição central.



Válvulas de Centro Aberto Negativo no Circuito

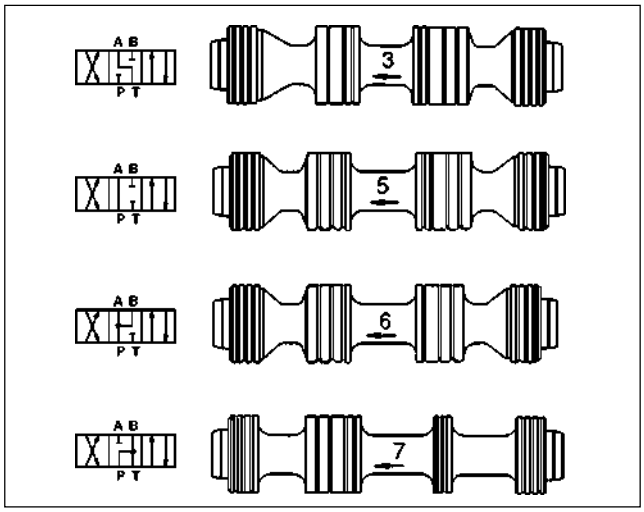
Uma condição de centro aberto negativo permite a operação independente dos atuadores ligados à mesma fonte de energia, bem como torna possível a movimentação livre de cada atuador.

A vantagem deste tipo de centro é que as linhas do atuador não têm aumento na pressão quando a via “P” é bloqueada, como na válvula de centro fechado. A desvantagem deste carretel é que uma carga não pode ser parada ou mantida no lugar. Se isto for um requerimento do sistema, pode-se usar uma válvula de retenção operada por piloto em conjunto com a válvula do carretel Aberto Negativo. Se a carga tiver que ser somente parada, usa-se um carretel de centro aberto negativo com orifícios de medição nas tomadas A e B. Os orifícios restringem o fluxo através de A e B quando a válvula está centralizada. Isso provoca uma contrapressão no cilindro, que pára a carga.
No entanto, depois que a pressão cai, não há aumento de pressão nas linhas do atuador em resultado do vazamento da via “P”.



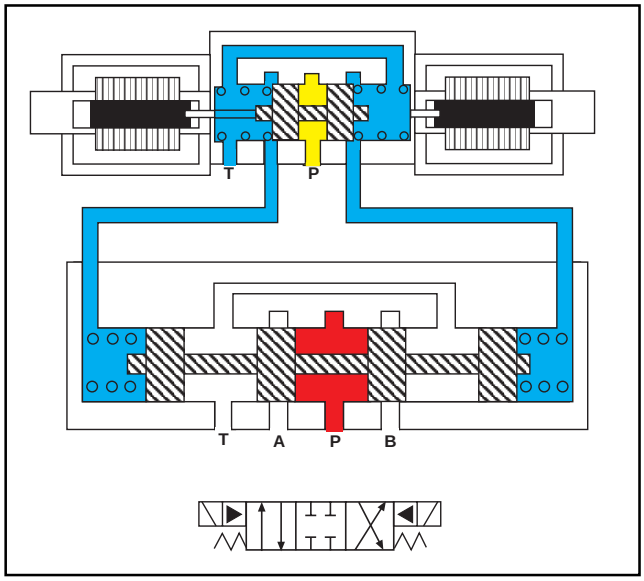
Outras Condições de Centro

Existem outras condições de centro, além das de centro aberto, fechado, em tandem e aberto negativo. Isso dá maior flexibilidade a um sistema. Algumas dessas condições de centro estão ilustradas.



Centragem de Carretel

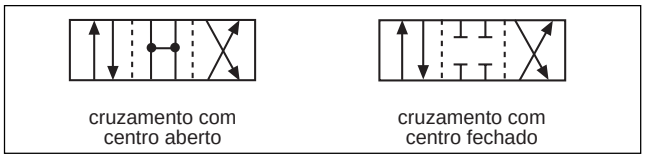
As válvulas direcionais com três posições devem poder manter o carretel em posição central. Isto pode ser feito com molas ou com pressão hidráulica.
A centragem por mola é o meio mais comum de centralizar o carretel de uma válvula direcional. Uma válvula centrada por mola tem uma mola em cada extremidade do carretel da válvula direcional. Quando a válvula é acionada, o carretel se move da condição central para uma extremidade, comprimindo a mola. Quando o acionamento da válvula retorna à posição original, a mola devolve o carretel à posição central.



A centragem do carretel de uma válvula direcional operada por piloto é conseguida algumas vezes com pressão hidráulica. A pressão de centragem da válvula garante que o carretel vá para o centro mesmo que a taxa de fluxo, através da válvula, seja excessiva.

Condições de Cruzamento de Fluxo

As válvulas de controle direcional de duas posições vêm equipadas com uma condição de cruzamento no centro. Essa condição de centro é como um atuador, se comporta por uma fração de segundo quando a válvula se desloca de um extremo para outro. As condições de centro aberto e fechado são as condições de cruzamento mais frequentemente usadas.

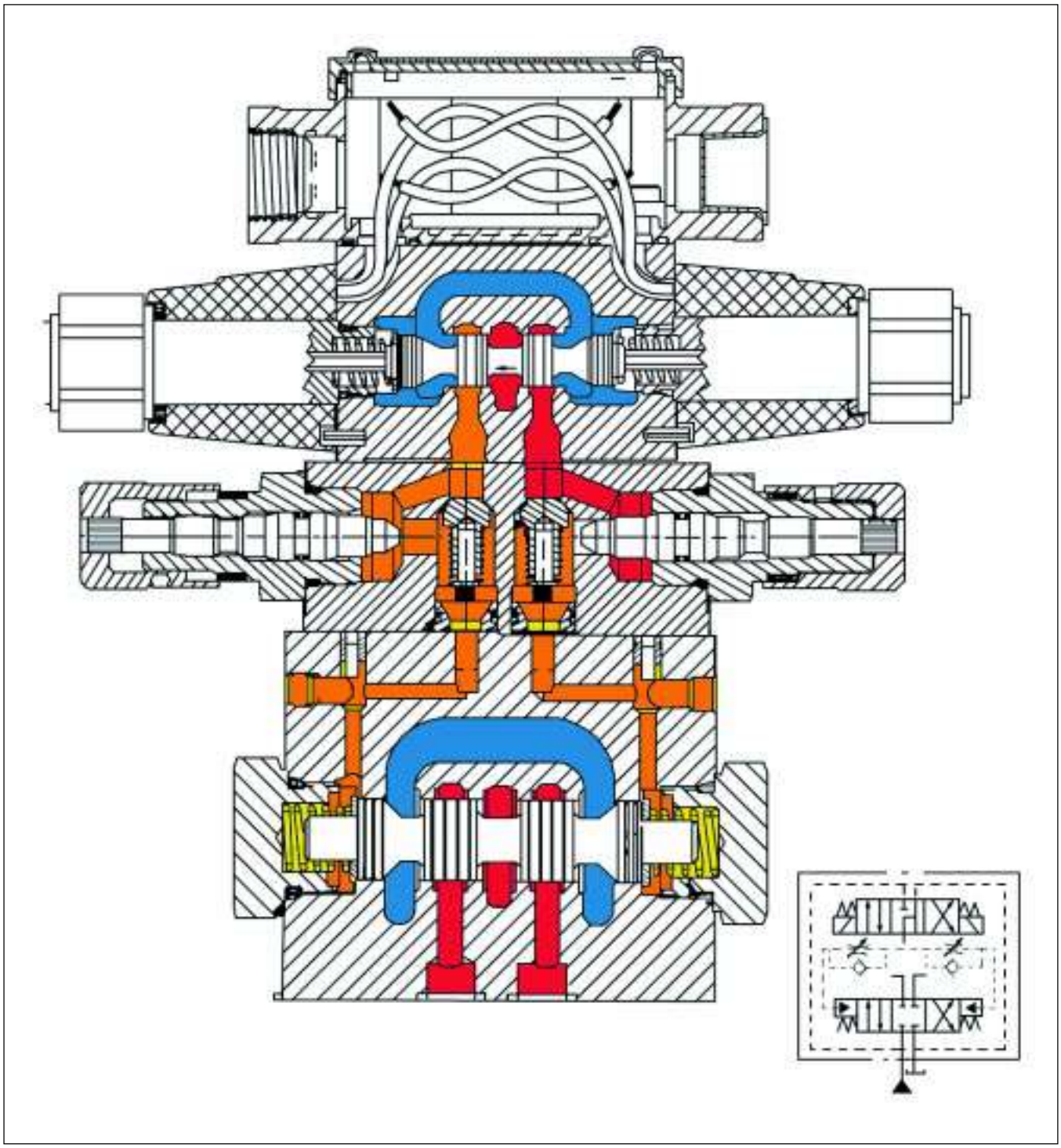


Um cruzamento de centro fechado não permite que a pressão do sistema caia drasticamente durante o deslocamento. Conforme a válvula direcional é acionada, a pressão do sistema está pronta para imediatamente reverter o atuador.
Um cruzamento de centro aberto permite às linhas do atuador uma pequena sangria antes que ocorra a reversão. Isso é importante na reversão de uma carga de alto valor inercial. Se um cruzamento fechado fosse usado com este tipo de carga, a inércia da carga induziria uma pressão na linha do atuador, que poderia ser alta.

Controle por Estrangulamento

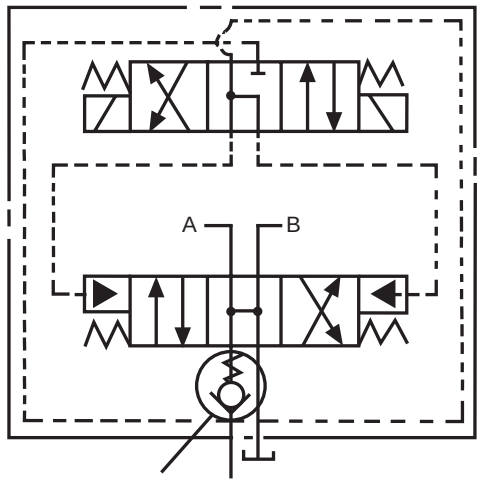
Um controle por estrangulamento retarda o deslocamento do carretel numa válvula direcional operada por piloto e controlada por solenóide. Isto é algumas vezes necessário para reduzir o choque que se desenvolve quando o carretel é subitamente acionado para uma outra posição.

O estrangulador é uma válvula controladora de fluxo variável que está posicionada na linha piloto da válvula direcional principal. Isso limita a vazão do piloto e, por esta razão, a sua velocidade de acionamento. A válvula controladora de fluxo variável é usada na aplicação de controle na saída e vem equipada com uma retenção em by pass para regulagem independente em ambas as direções de deslocamento.



Uso de Válvula de Retenção para Pilotagem

Uma válvula direcional operada por piloto tem a pressão do seu piloto suprida a partir do sistema. Se a válvula direcional pilotada tem condição de centro aberto para o tanque, pode não haver pressão suficiente no sistema para deslocar a válvula principal. Para evitar esta situação, usa-se uma válvula de retenção no orifício de pressão da válvula, ou na linha de pressão ou na linha de tanque, para que ela atue como restrição. A contrapressão gerada devido à retenção é suficiente para operar a válvula principal.

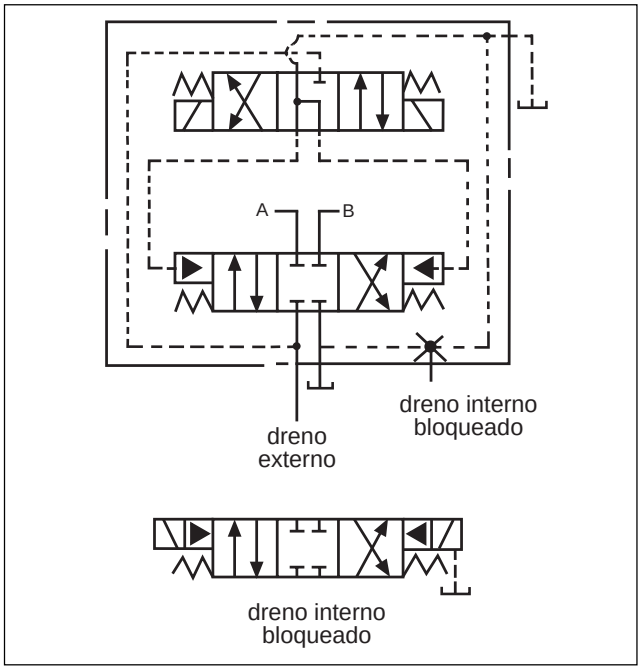


válvula de retenção
de contrapressão

Dreno

A via de tanque da válvula piloto de uma válvula direcional operada por piloto é chamada de dreno. Este "dreno" pode ser interno ou externo. Em outras palavras, a via de tanque da válvula piloto é conectada separadamente do tanque, em vez de ser conectada à via de tanque da válvula principal.

As válvulas pilotos são drenadas externamente quando picos de pressão na linha do tanque excedem a pressão de pilotagem, causando um deslocamento indesejado da válvula. Os drenos externos são também usados, muitas vezes, quando o carretel da válvula principal tem uma condição de centro aberto. Neste caso, o dreno externo garante que a câmara, em cada extremidade do carretel da válvula principal, não esteja sujeita à pressão quando a válvula estiver na condição de centro.



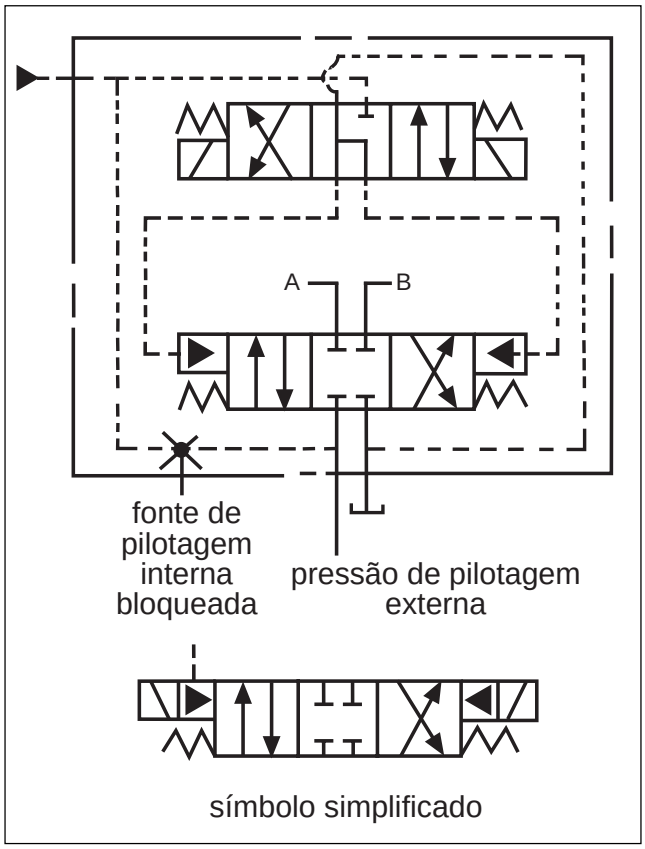
As válvulas direcionais operadas por piloto, de centro aberto, que usam uma válvula de retenção na linha do tanque para gerar contrapressão, têm que ter uma válvula piloto drenada externamente.
Em geral, deve haver um diferencial mínimo de pressão de 4,5 kgf/cm^2 entre a pressão do tanque e a pressão do sistema, quando são usadas válvulas direcionais operadas por piloto e controladas por solenóides.

Pressão Piloto Externa

Outra opção para válvulas operadas por piloto é o uso de pressão piloto externa. A pressão para a operação é usualmente suprida internamente a partir da via de pressão na válvula principal.

Algumas vezes isso é indesejável, como quando a pressão do sistema flutua a um grau suficiente para deslocar o carretel da válvula principal. Nesta situação, a via de pressão da válvula piloto é suprida com uma pressão constante, dependente de outra fonte (bomba, acumulador).

As válvulas direcionais de centro aberto, operadas por piloto, requerem frequentemente válvulas de retenção de contrapressão. Esta válvula de retenção pode ser pressurizada a partir do orifício de pressão da válvula principal. Com a válvula de retenção neste lugar, o diferencial de pressão através da válvula aumenta, o que pode ser indesejável. Se for o caso, uma válvula de retenção maior pode ser posicionada antes da válvula direcional. A válvula piloto pode ser pressurizada externamente com a pressão da linha antes da válvula de retenção.



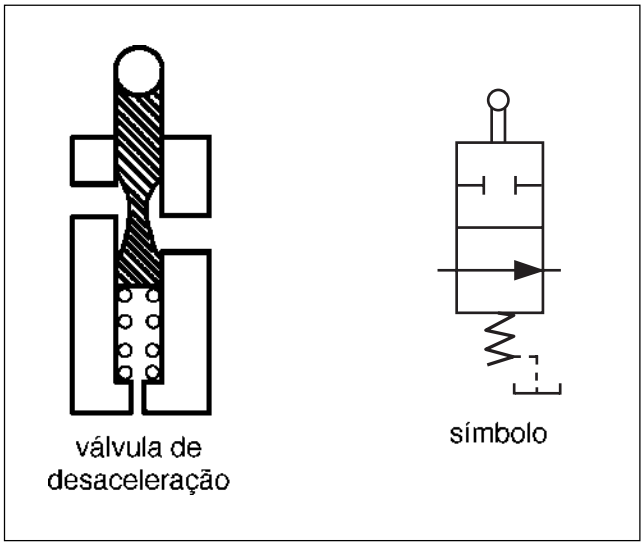
Regulagem de Curso

Regulagem de curso é um ajuste por parafuso, que limita o percurso do carretel na válvula principal de uma válvula operada por piloto.

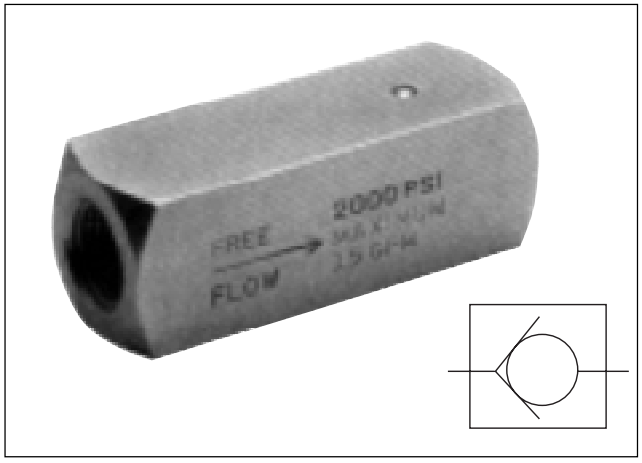
As regulagens de curso são mostradas em todos os catálogos de fabricantes de válvula, entretanto, é um caso raro quando uma delas é aplicável à válvula. Há anos, as regulagens de curso eram comumente usadas para bloquear uma posição da válvula ou realizar um controle de fluxo grosseiro.

Válvula de Desaceleração

Uma válvula de desaceleração é uma válvula de duas vias operadas por came com um carretel chanfrado. Enquanto o came pressiona o rolete, o fluxo através da válvula é cortado gradualmente. Esta válvula permite que uma carga ligada à haste do cilindro seja retardada na metade do curso, onde os amortecedores do pistão ainda não entraram em ação. A câmara da mola do carretel é drenada externamente.



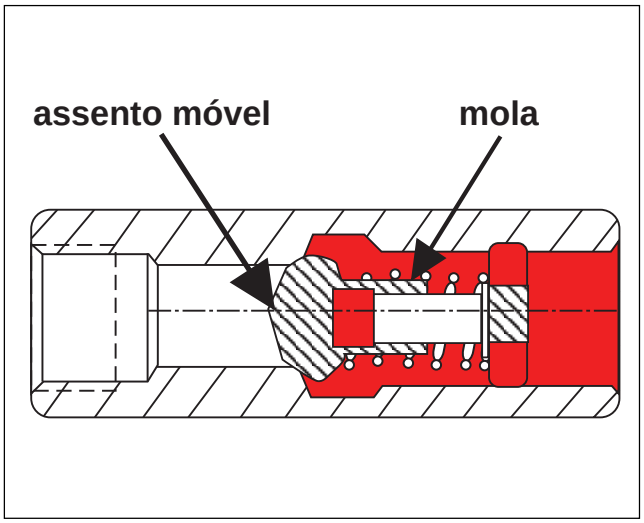
9. Válvulas de Retenção



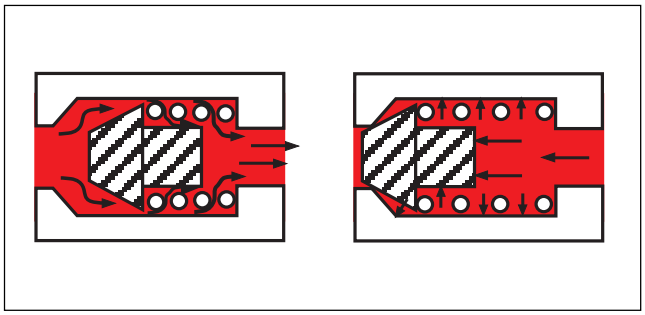
Válvulas de Retenção

As válvulas de retenção são aparentemente pequenas quando comparadas a outros componentes hidráulicos, mas elas são componentes que servem a funções muito variadas e importantes.

Uma válvula de retenção consiste basicamente do corpo da válvula, vias de entrada e saída e de um assento móvel que é preso por uma mola de pressão. O assento móvel pode ser um disco ou uma esfera, mas nos sistemas hidráulicos, na maioria das vezes, é uma esfera.



O fluido passa pela válvula somente em uma direção. Quando a pressão do sistema na entrada da válvula é muito alta, o suficiente para vencer a mola que segura o assento, este é deslocado para trás. O fluxo passa através da vávula. Isso é conhecido como fluxo direcional livre da válvula de retenção.



Se o fluido for impelido a entrar pela via de saída o assento é empurrado contra a sua sede. O fluxo estanca.

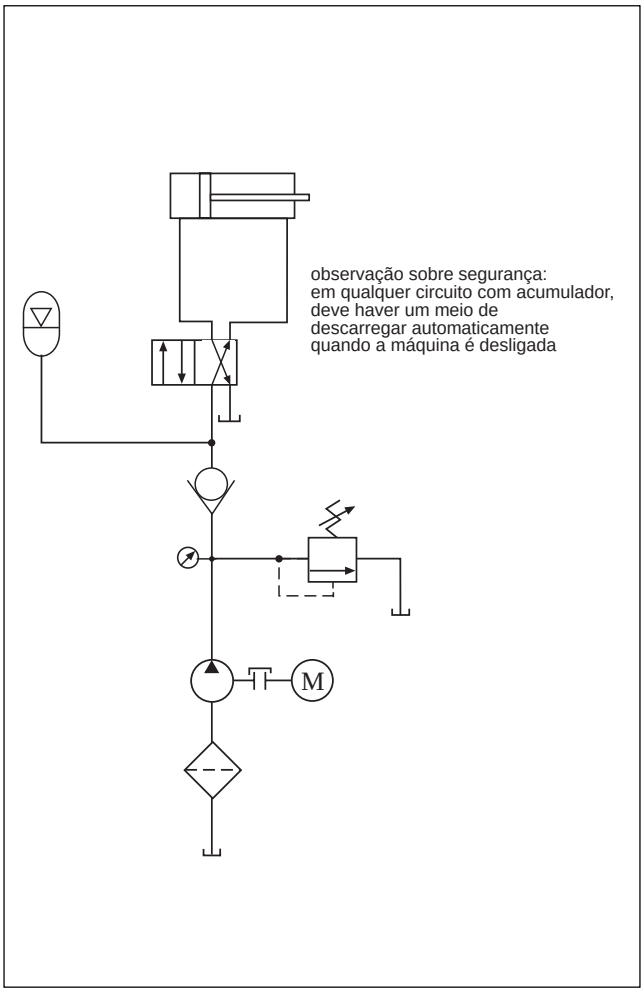
Válvula de Retenção no Circuito

Uma válvula de retenção é uma combinação de válvula direcional e válvula de pressão. Ela permite o fluxo somente em uma direção, por isto é uma válvula unidirecional.

A válvula de retenção é usada comumente em um sistema hidráulico, como válvula de "by pass". Isso permite que o fluxo contorne certos componentes, tais como as reguladoras de vazão que restringem o fluxo na direção contrária.

Uma válvula de retenção é também usada para isolar uma seção do sistema ou um componente, tal como um acumulador. Uma válvula de retenção permite evitar que um reservatório descarregue o fluxo de volta à válvula de descarga ou através da bomba.

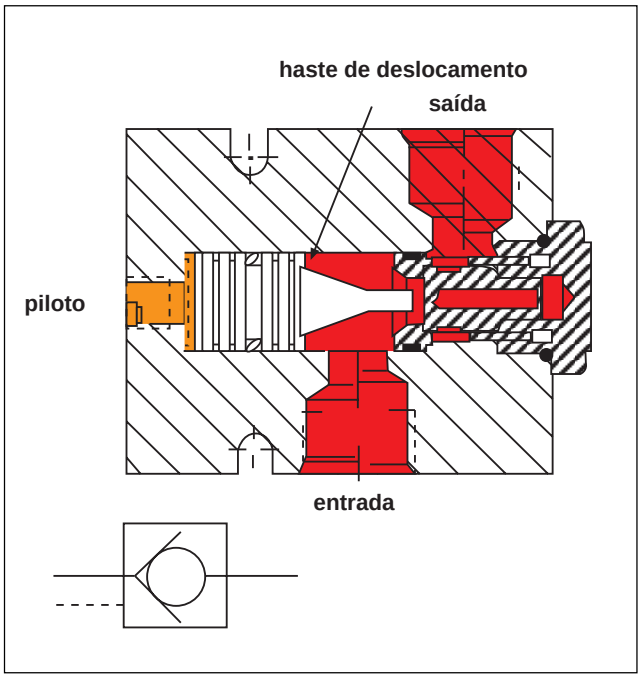
A parte móvel numa válvula de retenção está sempre presa por uma mola de baixa pressão. Quando uma mola mais forte é utilizada, a válvula de retenção pode ser usada como válvula de controle de pressão (isso não se faz comumente).



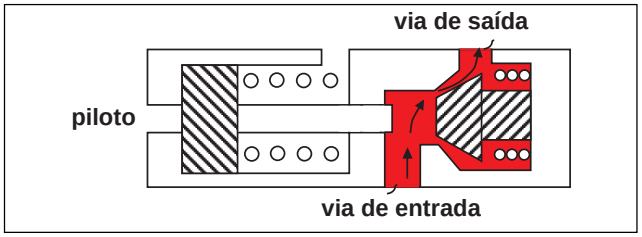
Válvula de Retenção Operada por Piloto

Uma válvula de retenção operada por piloto permite o fluxo em uma direção. Na direção contrária, o fluxo pode passar quando a válvula piloto deslocar o assento de sua sede no corpo da válvula.

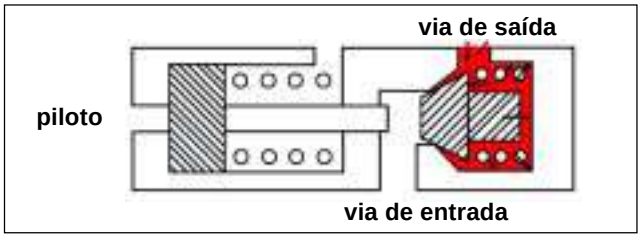
Uma válvula de retenção operada por piloto consiste do corpo da válvula, vias de entrada e saída, um assento pressionado por uma mola, como no caso da válvula de retenção. Do lado oposto do assento da válvula está a haste de deslocamento e o pistão do piloto. O piloto é pressurizado através do pistão pela conexão do piloto.



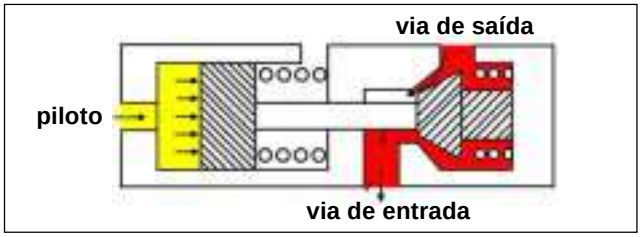
A válvula de retenção operada por piloto permite um fluxo livre da via de entrada para a via de saída igual a uma válvula de retenção comum.



O fluido impelido a passar através da válvula, através da via de saída para a via de entrada, pressiona o assento contra a sua sede. O fluxo através da válvula é bloqueado.



Quando uma pressão suficientemente alta age sobre o pistão do piloto, a haste avança e desloca o assento da sua sede.



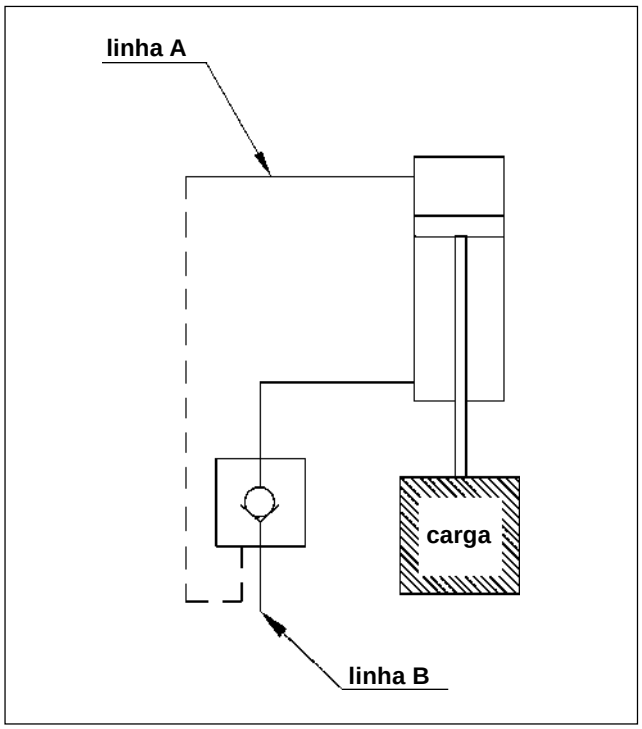
O fluxo pode passar através da válvula, da via de saída para a via de entrada, desde que a pressão no piloto seja suficiente para manter o pistão da haste acionado.

Válvula de Retenção Operada por Piloto no Circuito

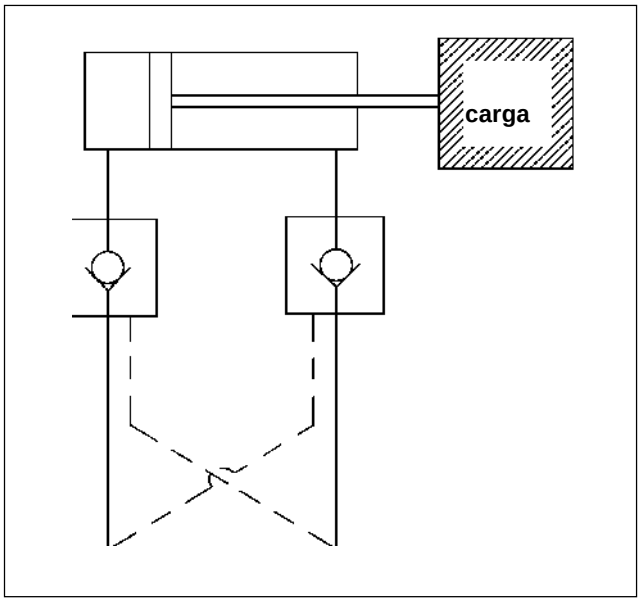
Com uma válvula de retenção operada por piloto bloqueando a passagem de fluxo na saída "B" do cilindro, a carga ficará estacionária enquanto a vedação no cilindro for efetiva. Quando chegar o momento de baixar a carga, a pressão do sistema é aplicada ao pistão através da linha "A".

A pressão do piloto para operar a válvula de retenção é tomada da linha "A" do cilindro. A válvula de retenção permanecerá aberta enquanto houver pressão suficiente na linha "A".

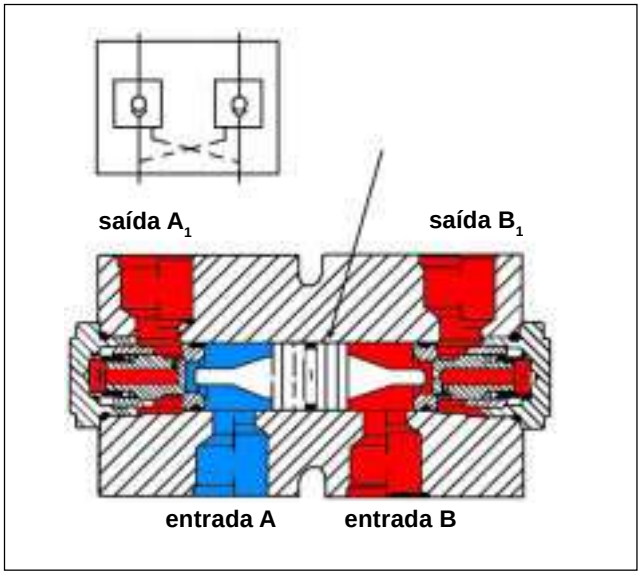
Para descarga, o fluxo de fluido pode passar pela válvula com facilidade porque esta é a direção de fluxo da válvula.



Válvula de Retenção Operada por Piloto Geminada



Esta válvula caracteriza em sua construção, na montagem em conjunto, por duas válvulas de retenção operadas por piloto em uma única carcaça, sendo que o pistão de comando trabalha entre duas retenções simples.



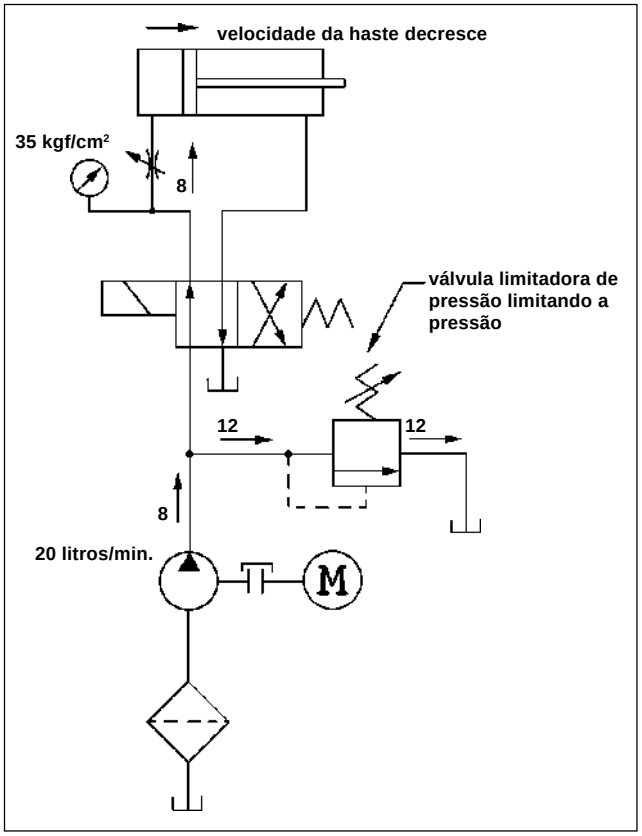
No sentido de A para A^1 e de B para B^1 o fluxo é livre. De A^1 para A e de B_1 para B, o fluxo está bloqueado.

Se a válvula receber o fluxo de A para A_1, o pistão de comando é deslocado para a direita e empurra o cone do assento da válvula de retenção B. Desta forma o fluxo de B_1 para B é liberado. O princípio de funcionamento se repete quando o fluxo tem sentido de B para B_1

10. Válvulas Controladoras de Vazão

A função da válvula controladora de vazão é a de reduzir o fluxo da bomba em uma linha do circuito. Ela desempenha a sua função por ser uma restrição maior que a normal no sistema. Para vencer a restrição, uma bomba de deslocamento positivo aplica uma pressão maior ao líquido, o que provoca um desvio de parte deste fluxo para outro caminho. Este caminho é geralmente para uma válvula limitadora de pressão, mas pode também ser para outra parte do sistema.

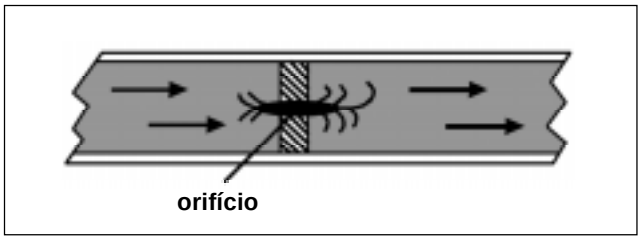
As válvulas controladoras de vazão são aplicadas em sistemas hidráulicos quando se deseja obter um controle de velocidade em determinados atuadores, o que é possível através da diminuição do fluxo que passa por um orifício.



Orifício

Um orifício é uma abertura relativamente pequena no curso do fluxo de fluido. O fluxo através de um orifício é afetado por três fatores:

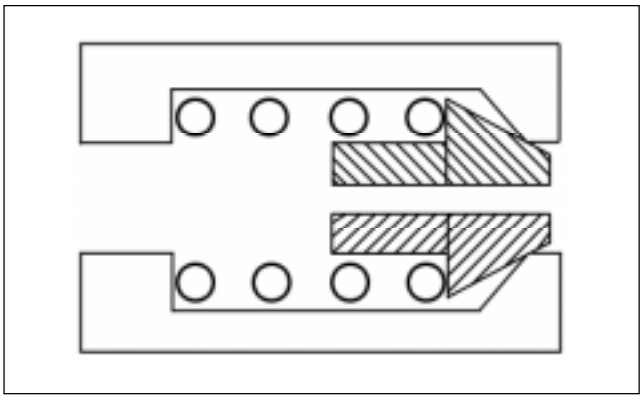
1. Tamanho do orifício.
2. Diferencial de pressão através do orifício.
3. Temperatura do fluido.



O tamanho de um orifício controla a taxa de fluxo através dele. Um exemplo do dia-a-dia é uma mangueira de jardim onde surgiu um vazamento. Se o furo na mangueira for pequeno, o vazamento se dará na forma de gotejamento ou aspersão. Mas se o furo for relativamente grande, o vazamento será na forma de jato. Em ambos os casos, o furo na mangueira é um orifício que mede o fluxo de água para o ambiente externo. A quantidade de fluxo medida depende do tamanho da abertura.

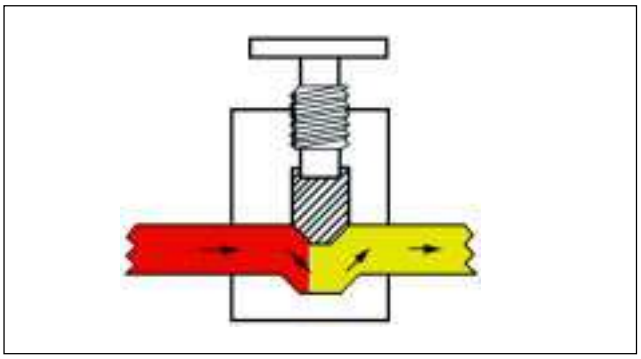
Orifício Fixo

Um orifício fixo é uma abertura reduzida de um tamanho não ajustável. Exemplos comuns de orifícios fixos, em hidráulica, são os plugues de um tubo ou válvula de retenção com um furo usinado através do seu centro, ou uma válvula comercial controladora de fluxo preestabelecida pela fábrica.



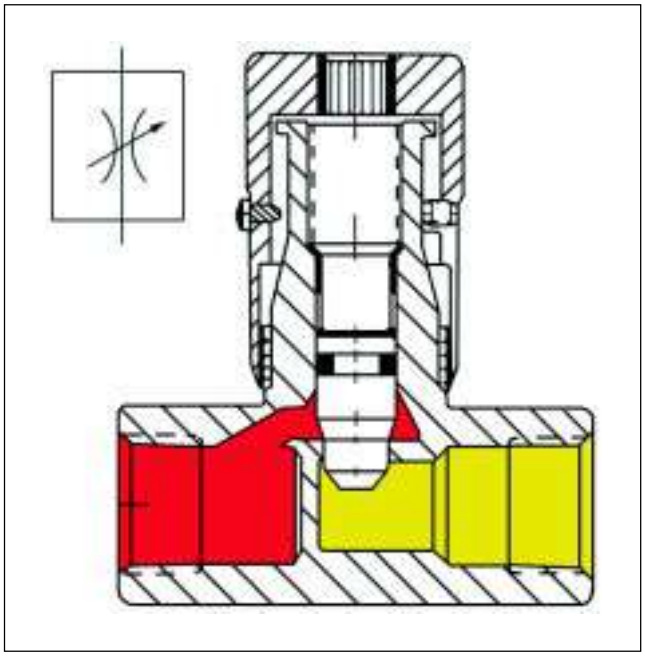
Orifício Variável

Muitas vezes um orifício variável é melhor do que um orifício fixo, por causa do seu grau de flexibilidade. Válvula de gaveta, válvulas globos e válvulas controladoras de vazão variável são exemplos de orifícios variáveis.



Válvula Controladora de Vazão Variável

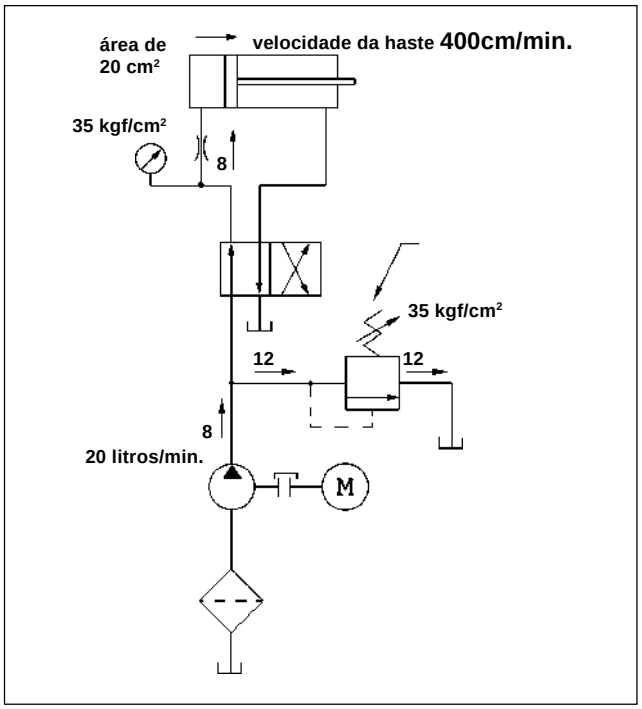
O fluido que passa através de uma válvula controladora de vazão variável deve fazer uma curva de 90° e passar pela abertura que é a sede da haste cuja ponta é cônica. O tamanho da abertura é modificado pelo posicionamento do cone em relação à sua sede. O tamanho do orifício pode ser variado com ajuste muito fino devido ao parafuso de rosca fina na haste da agulha da válvula.



Uma válvula controladora de vazão variável é o orifício variável usado com mais frequência num sistema hidráulico industrial.

Válvulas de Controle de Vazão Variável no Circuito

O circuito ilustrado consiste de uma bomba de deslocamento positivo de 20 litros/min, de uma válvula limitadora de pressão, válvula direcional, um orifício fixo e um cilindro que tem uma área de pistão de 20 cm^2.



Com a válvula limitadora de pressão ajustada a 35 kgf/cm², a bomba tenta mandar seus 20 litros/min de fluxo através do orifício. Devido ao tamanho da abertura do orifício, somente 8 litros/min passam através do orifício antes que a pressão atinja a regulagem de 35 kgf/cm² na válvula limitadora de pressão (isso, é claro, acontece instantaneamente). 8 litros/min passam através do orifício e saem para o atuador. 12 litros/min avançam sobre a válvula limitadora de pressão e a haste do pistão se move a uma taxa de 400 cm/min.

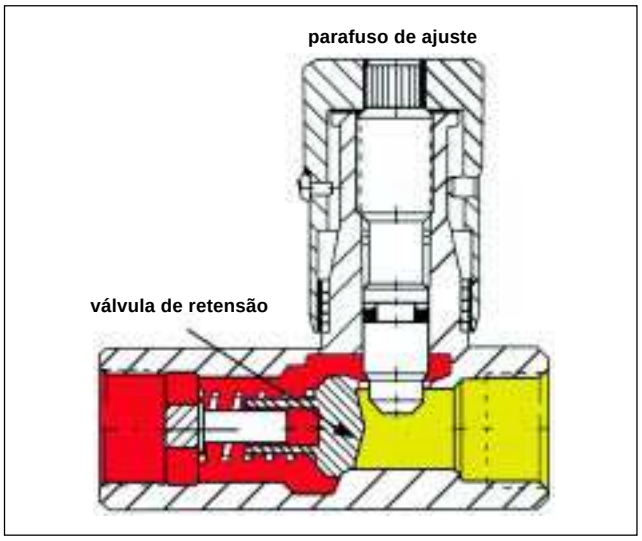
$$\text{Velocidade da Haste (cm/min)} = \frac{\text{Vazão (l/min) x 1.000 (cm}^3\text{)}}{\text{Área do pistão (cm}^2\text{)}}$$

Se uma válvula controladora de vazão variável fosse usada no mesmo circuito, a velocidade da haste poderia ser modificada facilmente.

Válvula de Controle de Vazão Variável com Retenção Integrada

Consiste em uma válvula controladora de vazão descrita anteriormente e mais a função de uma válvula de retenção simples em by pass. Com essa combinação é possível obter fluxo reverso livre, sendo de grande aplicação na hidráulica industrial.

Através de um parafuso de ajuste determina-se a taxa de fluxo que deve ser requerida no sistema para se obter a velocidade desejada. Quanto à posição de instalação, está em função do tipo de controle que se deseja aplicar no sistema.



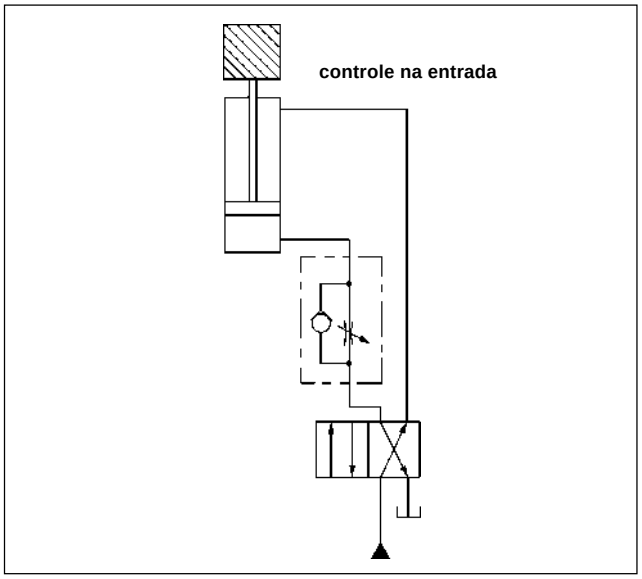
Métodos de Controle

Basicamente temos três maneiras de se aplicarem válvulas controladoras de vazão, sendo as duas primeiras com retenção integrada, e na terceira não se faz necessário o uso da retenção.

1º Método - Meter-In

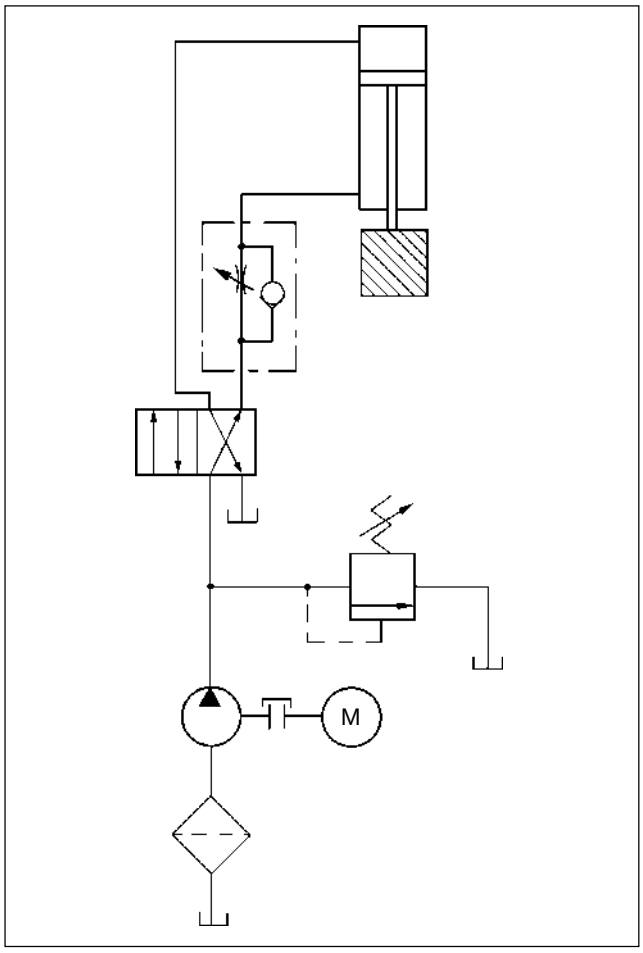
Meter-in significa controle na entrada. Nesta operação a válvula deverá ser instalada no atuador, de maneira que a retenção impeça a passagem do fluido, obrigando o mesmo a passar através do orifício controlado para a entrada da câmara do atuador.

Este método é bem preciso e utilizado em aplicações onde a carga sempre resiste ao movimento do atuador, em casos onde se deve empurrar uma carga com velocidade controlada ou levantar uma carga com o cilindro instalado na vertical.



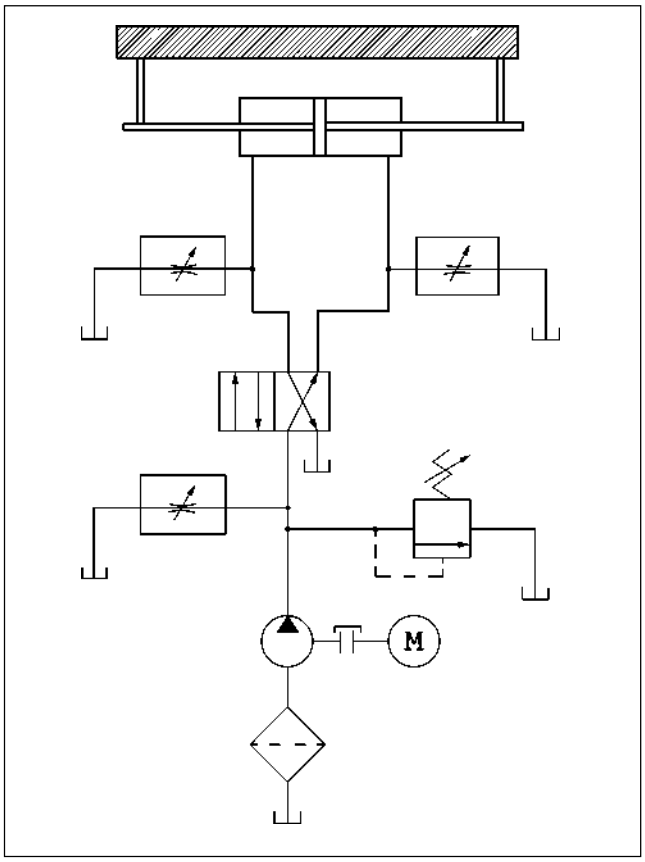
2º Método - Meter-Out

Meter-out significa controle na saída. Nesta operação a válvula deverá ser instalada no atuador de maneira que a retenção impeça a saída do fluido da câmara do atuador obrigando o mesmo a passar através do orifício controlado. Este método é muito utilizado em sistemas onde a carga tende a fugir do atuador ou deslocar-se na mesma direção, como ocorre nos processos de furação (usinagem).



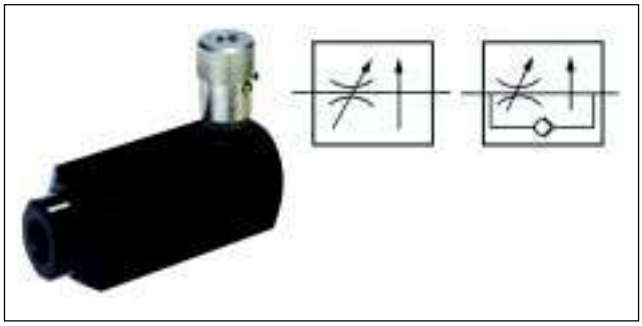
3º Método - Bleed-Off

Bleed-off significa controle em desvio, conhecido também por controle de sangria. Consiste em instalar uma válvula controladora de fluxo na entrada ou saída do atuador através de uma união "tee" desviando parte do fluxo da bomba diretamente para o tanque, conseguindo com isso uma diminuição da velocidade do atuador.
A desvantagem deste sistema está na menor precisão de controle, pois o fluxo regulado indo ao tanque e não ao atuador torna este último sujeito às variações do deslocamento da bomba, conforme a flutuação das cargas.



Válvula Controladora de Vazão com Pressão Compensada

Qualquer modificação na pressão antes ou depois de um orifício de medição afeta o fluxo através do orifício, resultando numa mudança de velocidade do atuador. Estas modificações de pressão devem ser neutralizadas, ou compensadas, antes que um orifício possa medir o fluido com precisão.

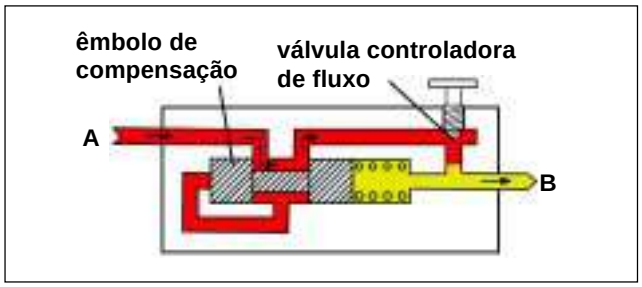


As válvulas controladoras de fluxo são válvulas não compensadas. Elas são bons instrumentos de medição, desde que o diferencial de pressão através da válvula permaneça constante. Se houver necessidade de uma medição mais precisa, usa-se uma válvula de fluxo compensada, isto é, um controle de fluxo que permite a variação de pressão antes ou depois do orifício.

As válvulas controladoras de vazão com pressão compensada são classificadas como do tipo restritora ou by pass.

Tipo Restritora

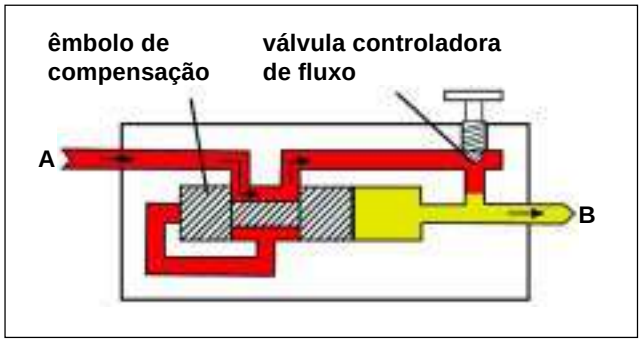
Uma válvula controladora de vazão com pressão compensada tipo restritora consiste de um corpo de válvula com vias de entrada e de saída, uma válvula controladora de vazão variável, um êmbolo de compensação e uma mola que comprime o êmbolo.



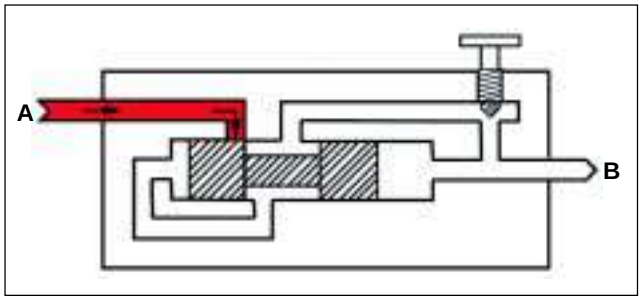
Funcionamento

Para determinar como uma válvula tipo restritora funciona, devemos examinar a sua operação passo a passo.

Com o êmbolo de compensação totalmente voltado para o lado "A", qualquer fluxo de fluido pressurizado que entre na via de entrada chegará à válvula controladora de vazão variável.

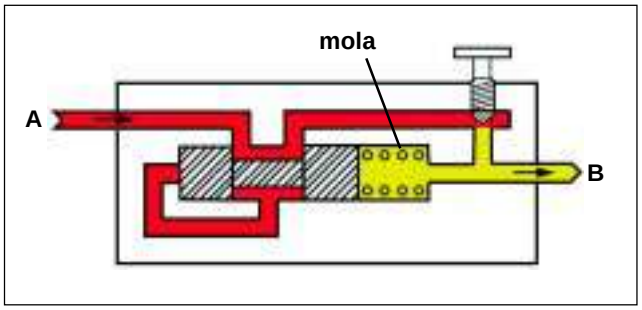


Com o êmbolo um pouco deslocado para o lado "B", o fluxo de fluido pressurizado é bloqueado através da válvula.



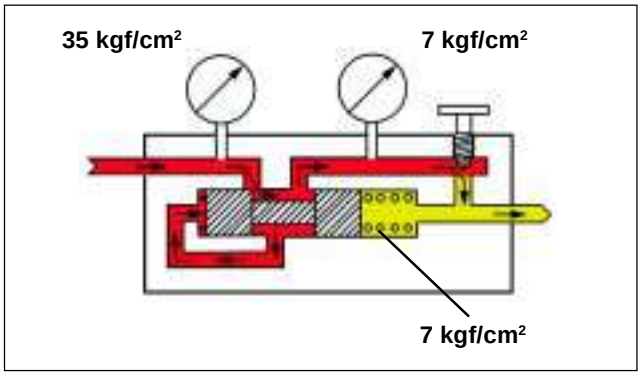
Para manter o curso de fluxo através da válvula aberta, uma mola comprime o êmbolo do compensador em direção ao lado "A".

A pressão antes da válvula controladora de vazão variável é transmitida ao lado "A" do êmbolo por meio de uma passagem piloto interna. Quando a pressão do fluido, neste ponto, tentar se tornar maior do que a pressão da mola, o êmbolo se moverá em direção do lado "B".



Com o orifício da válvula controladora de vazão variável ajustado para um pouco menos do que o fluxo da bomba a pressão antes da válvula tenta alcançar a da regulagem da válvula limitadora de pressão. Quando a pressão tenta subir acima do valor da mola do compensador, o êmbolo se movimenta e restringe o fluxo para a válvula controladora de vazão variável.

Enquanto o fluido passa sobre esta restrição, toda a energia de pressão em excesso do valor da mola é transmitida em calor.

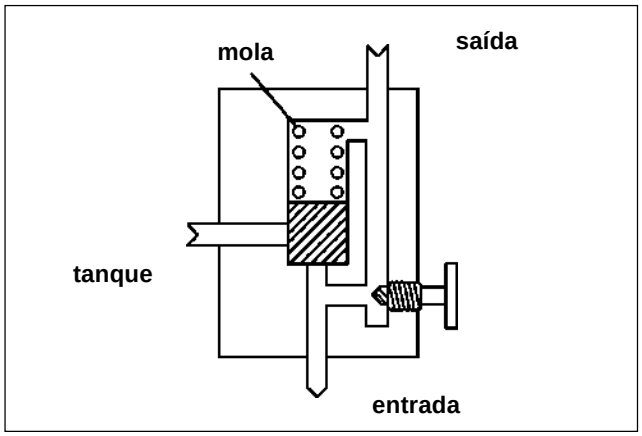


Por exemplo, se a mola tivesse um valor de 7 kgf/cm^2 e a válvula limitadora de pressão estivesse regulada a 35 kgf/cm^2, a pressão do fluido na entrada da válvula seria de 35 kgf/cm^2.

Entretanto, o êmbolo compensador reduz a pressão antes que ela chegue à válvula de vazão variável, transformando 28kgf/cm^2 em energia térmica quando o fluido passa através da restrição. Isto significa que, independentemente da pressão que está na entrada do controle de fluxo, a pressão antes da válvula para desenvolver fluxo será sempre de 7kgf/cm^2.

Tipo By Pass (Desvio)

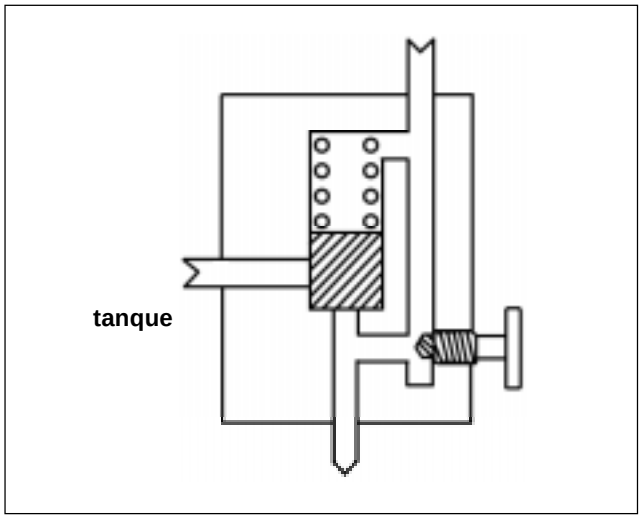
Uma válvula controladora de vazão com pressão compensada tipo desvio consiste de um corpo de válvula com vias de entrada e de saída para o tanque; uma válvula controladora de vazão variável; um êmbolo compensador e uma mola que comprime o êmbolo.



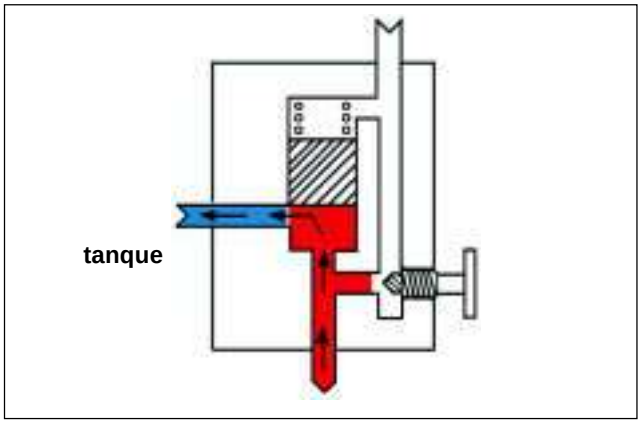
Funcionamento

Para determinar como funciona uma válvula tipo desvio, examinaremos suas operações passo a passo.

O êmbolo compensador, nesta válvula, desenvolve um diferencial de pressão constante sobre o orifício da válvula controladora de vazão variável, abrindo e fechando uma passagem para o tanque.
Com o êmbolo compensador completamente assentado na posição para baixo, a passagem para o tanque fica bloqueada.

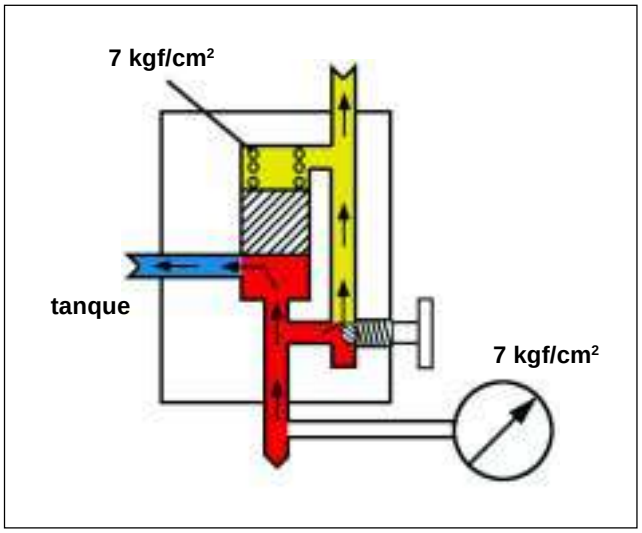


Com o êmbolo compensador na posição para cima, a passagem para o tanque fica aberta.
Nesta condição, qualquer fluxo que venha para a válvula retornará para o tanque.



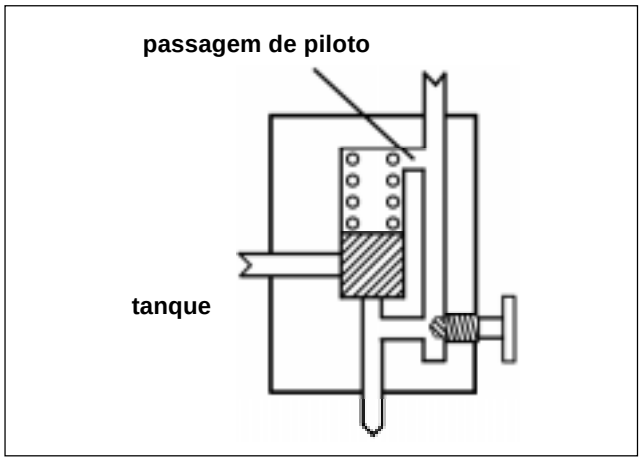
Em sua condição normal, o êmbolo compensador é comprimido, na posição fechada, por uma mola.
Se a mola tem um valor de 7kgf/cm^2, a pressão acima da válvula controladora de vazão variável será limitada a 7kgf/cm^2.

Durante a operação do sistema, a pressão antes da válvula controladora de fluxo variável tenta alcançar a da regulagem da válvula limitadora de pressão. Quando a pressão atinge 7kgf/cm^2, o êmbolo abre passagem para o tanque, desta forma limitando a pressão antes da válvula controladora de vazão variável a 7kgf/cm^2.

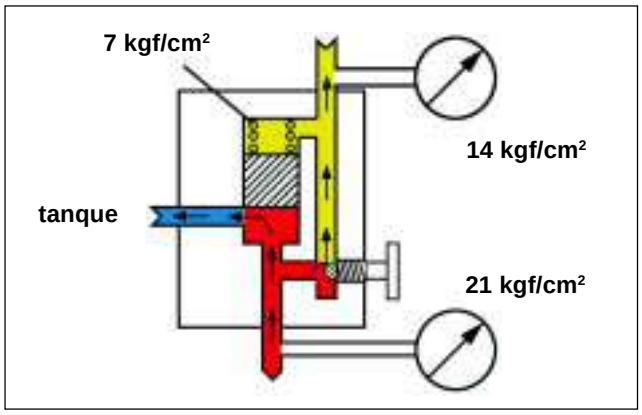


Uma pressão constante antes do orifício da válvula controladora de vazão variável não garante necessariamente uma taxa de fluxo constante. Se a pressão depois do orifício mudar, o diferencial de pressão através do orifício se altera e, consequentemente, o fluxo também muda.

Para compensar esta situação, a pressão do orifício da válvula controladora de vazão variável é adicionada ao topo do pistão por meio de uma passagem de piloto. Nesse momento, duas pressões comprimem o êmbolo: a pressão da mola e a pressão do fluxo.



Se a mola tivesse um valor de 7kgf/cm^2, a pressão antes do orifício da válvula controladora de fluxo variável estaria limitada a 7kgf/cm^2 acima da pressão depois do orifício.



Enquanto a regulagem da válvula limitadora de pressão for suficientemente alta, o diferencial de pressão através da válvula controladora de vazão variável será sempre o do valor da mola que, no nosso exemplo, é de 7kgf/cm^2. Desse modo, a mesma quantidade de pressão estará disponível para desenvolver o fluxo através do orifício, independentemente de alterações na pressão.

A Temperatura afeta o Fluxo

Até aqui foi mostrado que o fluxo, através de um orifício, é afetado pelo seu tamanho e pelo diferencial de pressão através dele. O fluxo através do orifício é também afetado pela temperatura, que modifica a viscosidade do líquido.

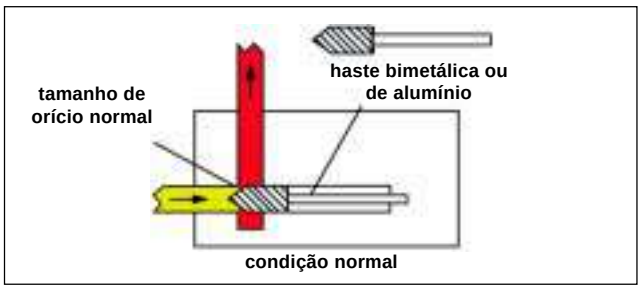
Por exemplo, despejar um líquido viscoso parecido com melaço frio de uma panela através de um funil é uma tarefa que consome tempo. Esquentando a panela, o melaço flui prontamente pelo funil. A taxa de fluxo através do funil aumenta, porque o aquecimento reduz a viscosidade do líquido.

Como qualquer sistema mecânico, elétrico ou pneumático, os sistemas hidráulicos não são 100% eficientes. Quando em operação, esta ineficiência aparece na forma de calor, que reduz a viscosidade de um líquido. Da mesma forma que o melaço aquecido, o fluido flui mais rapidamente através do orifício, se o diferencial de pressão através do orifício de medição e se o seu tamanho forem mantidos constantes. A taxa de fluxo através do orifício e para o atuador aumentará com uma elevação na temperatura. Se for necessária uma velocidade exata do atuador, a mudança de temperatura precisa ser compensada.

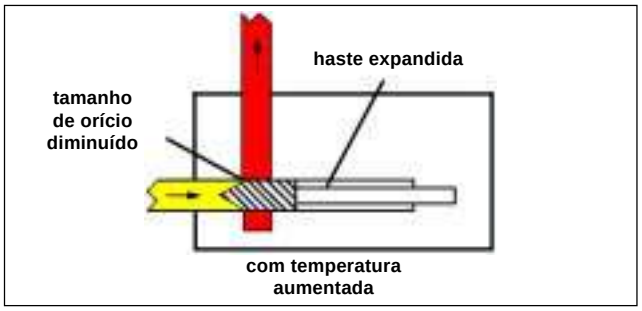
Compensação de Temperatura com uma Haste Bimetálica

Um método de compensação de temperatura é o uso de uma haste bimetálica ou de alumínio. A haste é ligada à parte móvel que controla o tamanho do orifício de acordo com a mudança de temperatura.

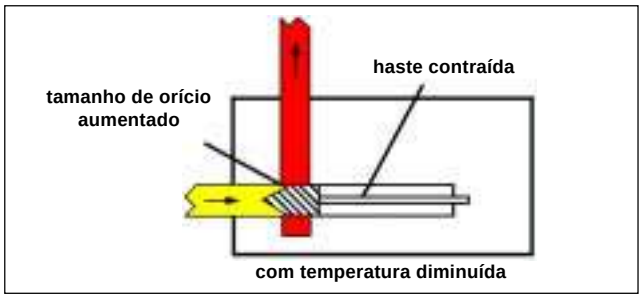
A taxa de fluxo através de um orifício tende a se tornar maior à medida que a temperatura aumenta. O calor expande a haste, que empurra a parte móvel que controla o tamanho do orifício em direção à sua sede, diminuindo a abertura.



A taxa de fluxo para o fluido aquecido, através do orifício menor, é a mesma que a taxa de fluxo através do orifício normal, antes do aquecimento. Consequentemente a taxa de fluxo não é afetada por um acréscimo de temperatura.



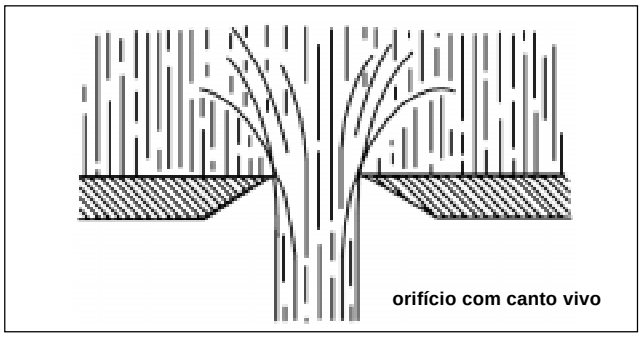
Se a temperatura diminuir, a taxa de fluxo tende a ficar menor. A temperatura diminuída contrai a haste que puxa a parte móvel para fora de sua sede, aumentando a abertura.



A taxa de fluxo para o fluido frio, com o orifício maior, é a mesma que a taxa de fluxo através do orifício normal, antes de resfriado. Portanto, o fluxo não é afetado pela diminuição de temperatura.

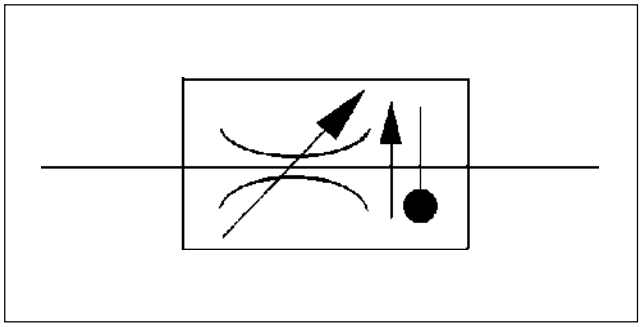
Compensação de Temperatura num Orifício de Canto Vivo

Experimentos em laboratório mostraram que quando o líquido passa através de um orifício de formas bem definidas, com canto vivo, a taxa de fluxo não é afetada pela temperatura. A maneira pela qual o líquido sofre um cisalhamento, enquanto se move sobre o canto vivo, é de tal caráter que ele na realidade cancela ou neutraliza o efeito da viscosidade do fluido. A razão porque isso ocorre não é compreendida claramente, mas o seu efeito é o de um controle muito preciso.

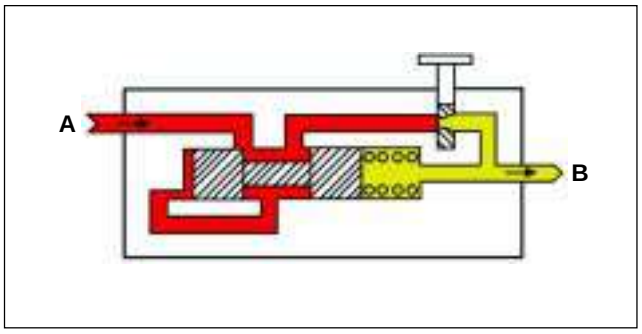


Válvula Controladora de Fluxo com Temperatura e Pressão Compensadas

A compensação de temperatura, usando-se um orifício de canto vivo, é uma compensação do tipo não-móvel que desconsidera os efeitos da temperatura acima de um dado limite.

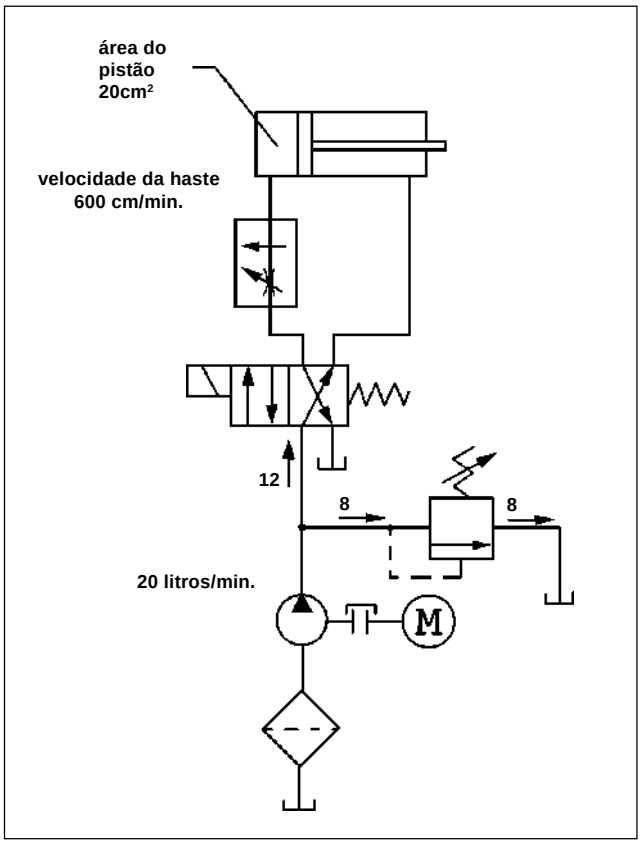


É muito difícil projetar e fabricar um orifício deste tipo, porque as características do orifício devem cair dentro de certos limites matemáticos, e o orifício deve ser usinado com precisão, além de possuir tolerâncias muito apertadas. Alguns fabricantes ainda utilizam o método de haste bimetálica ou de alumínio na compensação de temperatura, por causa desta dificuldade.

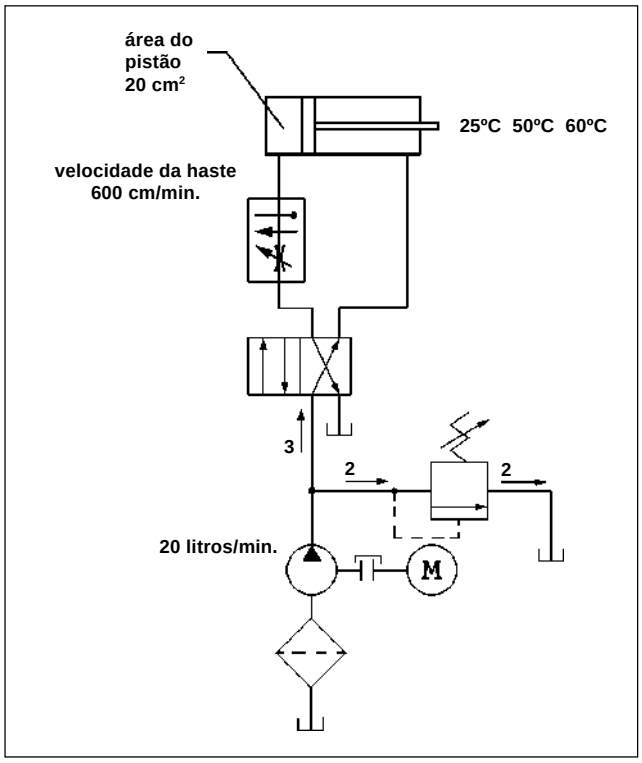


Válvula Controladora de Fluxo com Temperatura e Pressão Compensadas no Circuito

No circuito ilustrado, uma válvula controladora de vazão com pressão compensada controlará efetivamente a velocidade de operação do cilindro enquanto a temperatura permanecer a 50°C constantes.



A temperatura operacional de sistemas hidráulicos industriais varia de 25°C no período da manhã a 60°C no período da tarde. Como resultado, a velocidade de operação do atuador varia no decorrer do dia.

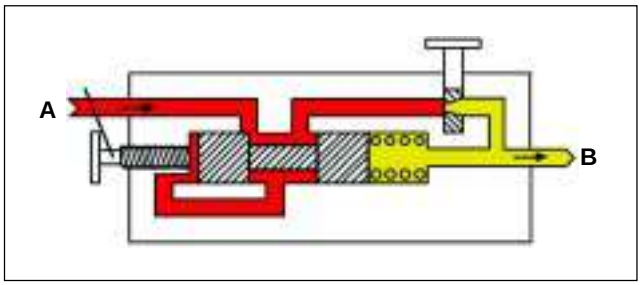


Se a velocidade de um atuador deve ser precisa durante o dia de trabalho, poderia ser usada uma controladora de vazão com temperatura e pressão compensadas.

Controle de Impacto

A operação correta de uma válvula reguladora de vazão com temperatura e pressão compensadas depende do êmbolo compensador que restringe parcialmente o excesso de energia de pressão em calor. Isso foi mostrado anteriormente na descrição de uma controladora de vazão.

Quando a vazão não está sendo controlada, o êmbolo está totalmente deslocado para o lado "A" e o orifício está completamente aberto. Quando a válvula deve operar, o orifício fica diretamente sujeito à vazão pressurizada da bomba por um instante, antes que o compensador possa reagir. Isso provoca um jato de fluido a ser empurrado através do orifício, e resulta num impacto no atuador. Em algumas aplicações de precisão, este salto pode danificar a máquina, as ferramentas ou o produto que está sendo usado. Para evitar esta situação, uma válvula controladora de vazão com temperatura e pressão compensadas pode ser equipada com um controle de impacto.



Um controle de impacto é uma regulagem de parafuso que pré-posiciona o êmbolo compensador no lado "A" da válvula. Enquanto a válvula está operando, o parafuso é girado para dentro até que encoste no êmbolo compensador. Quando a válvula não está funcionando, o êmbolo não se reassenta, mas permanece na sua posição de compensação.
No momento em que o fluxo através da válvula reinicia a sua atividade, o êmbolo imediatamente compensa e não permite que o atuador salte.

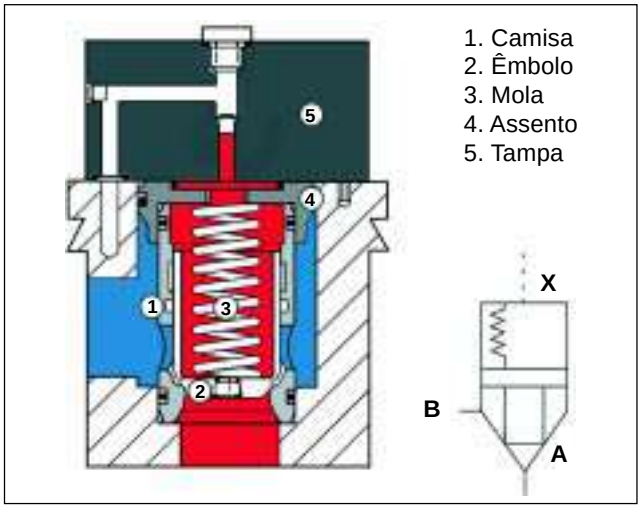
11. Elemento Lógico (Válvula de Cartucho)

O elemento lógico, conhecido também por válvula de cartucho, é aplicado na hidráulica industrial sempre que se faz necessário o comando com segurança de altas vazões e bloqueio de passagem versátil, podendo realizar várias funções.

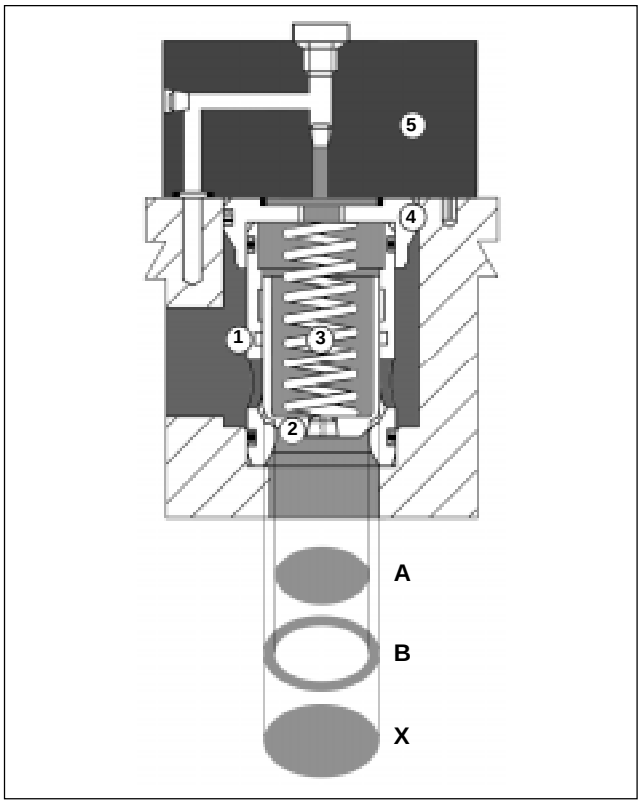
O elemento lógico nada mais é do que uma válvula direcional de duas vias e que, dependendo do tipo de montagem, pode assumir uma infinidade de funções dentro de um circuito hidráulico, há muito tempo, na construção de válvulas controladoras de pressão compostas ou pré-operadas.

A grande vantagem na aplicação do elemento lógico é o fato do mesmo poder ser montado dentro do bloco manifold, economizando espaço na máquina.

O elemento lógico consiste num êmbolo que possui várias áreas diferenciais de ação do óleo, uma mola e vários tipos de tampas de fechamento do conjunto, as quais são responsáveis pelas diferentes combinações de pilotagem.



O êmbolo do elemento lógico pode apresentar vários diferenciais de áreas de ação do óleo. O diferencial de áreas mais usado é mostrado de forma esquemática na figura abaixo.

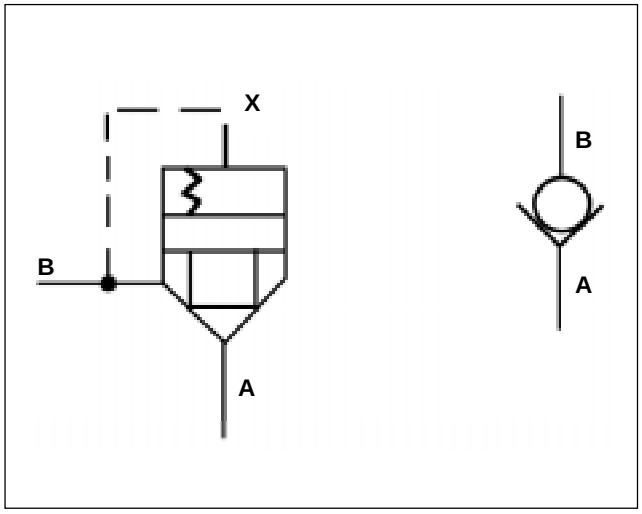


Onde:

A - Conexão de entrada ou saída
B - Conexão de entrada ou saída
X - Conexão de pilotagem
A1 - Área onde atua a pressão da conexão A
A2 - Área onde atua a pressão da conexão B
A3 - Área onde atua a pressão da conexão X

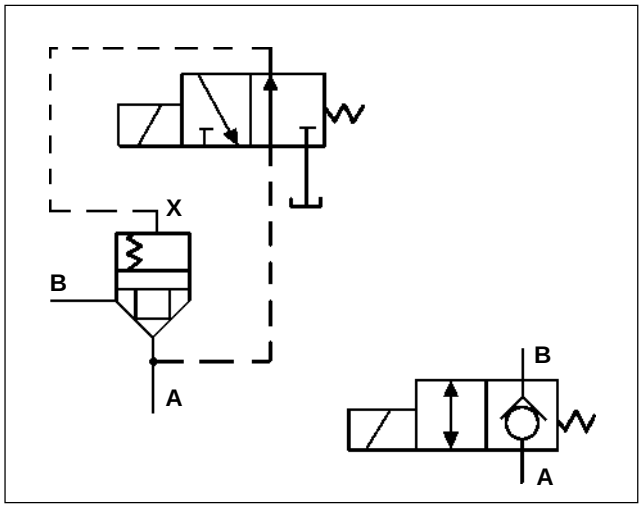
A seguir apresentamos algumas das muitas funções realizadas pelo elemento lógico.

Função de Retenção de B para A



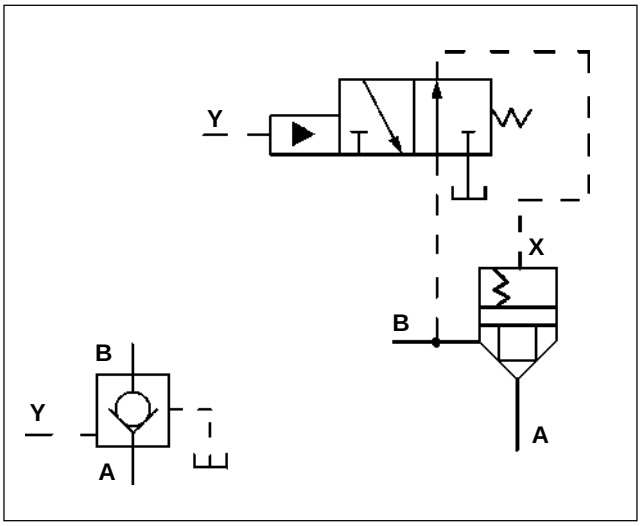
Entrando em A, o óleo age na área A1 levantando facilmente o êmbolo contra a ação da mola e, com isso, o óleo passa livre de A para B. Entrando em B, o óleo entra também na câmara superior do elemento lógico através de pilotagem na tampa e, agindo na área A3, auxilia a mola a manter o êmbolo fechado, bloqueando a passagem do óleo de B para A.

Função VCD 2/2 com Retenção



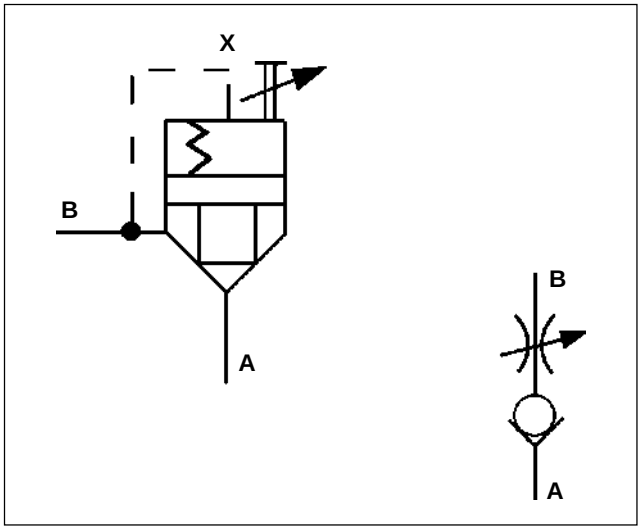
Com o solenóide da válvula direcional desligado, o óleo flui livremente de B para A. Ligando-se o solenóide da válvula direcional, o óleo flui livremente nos dois sentidos.

Função de Retenção Pilotada



Enquanto a válvula direcional não for pilotada, o elemento lógico faz com que o óleo flua livremente de A para B mas bloqueia a passagem de óleo de B para A. Pilotando-se a válvula direcional, o elemento lógico libera nos dois sentidos.

Função de Retenção com Estrangulamento

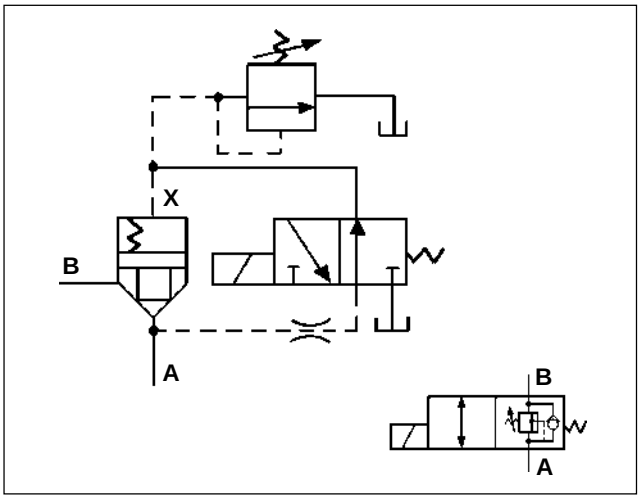


O elemento lógico controla a quantidade de óleo que passa de A para B mas bloqueia totalmente a passagem de óleo de B para A.
O limitador que regula a altura de elevação do êmbolo pode ser ajustado manualmente com uma válvula controladora de fluxo.

O limitador manual que ajusta a altura de elevação do êmbolo do elemento lógico é representado na figura abaixo.

Função Válvula Limitadora de Pressão

Com o solenóide da válvula direcional desligado, o elemento lógico libera a passagem do óleo de A para B, desde que a pressão em A seja maior que a pressão ajustada na válvula de segurança incorporada no cartucho.

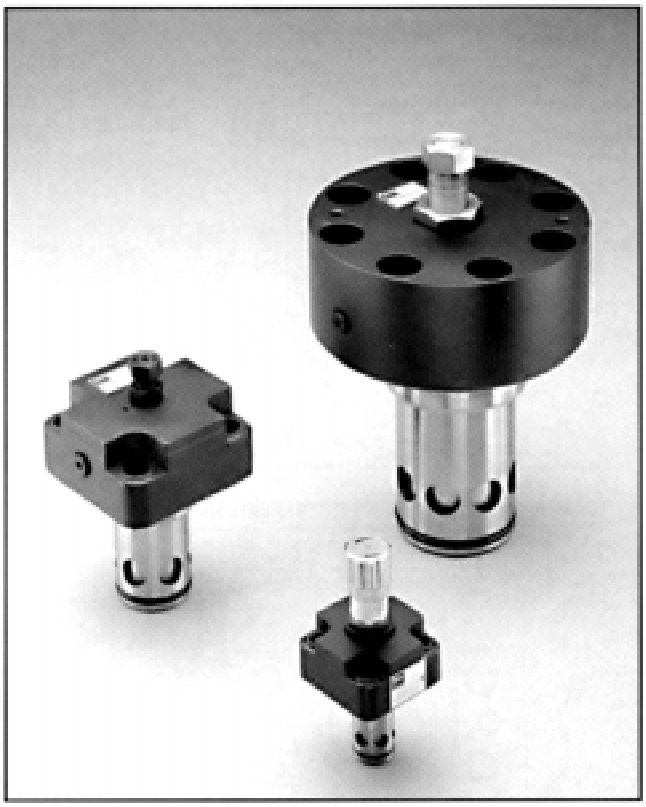


Porém, se o fluxo de óleo estiver vindo de B para A, o elemento lógico permite a passagem livre do óleo, independentemente da pressão com que este se encontre.

Ligando-se o solenóide da válvula direcional, o elemento lógico libera a passagem do óleo nas duas direções, independentemente da pressão do sistema.

O elemento lógico pode exercer várias funções, inclusive muitas funções especiais para as quais teríamos que projetar e construir componentes que elevariam o custo das máquinas e que aqui não foram apresentados.

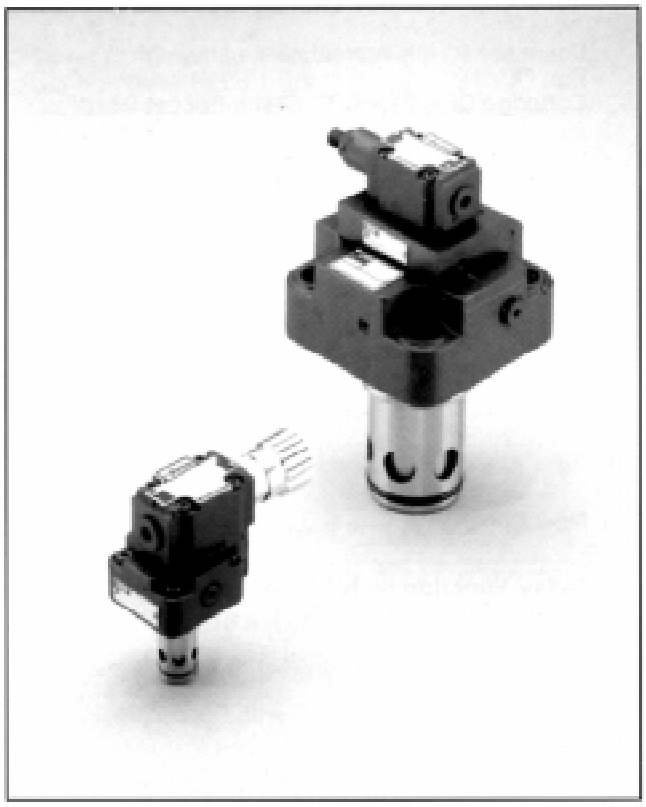
Função de 2 vias, com pilotagem interna através de "x"
Tamanho nominal 25,50 e 80



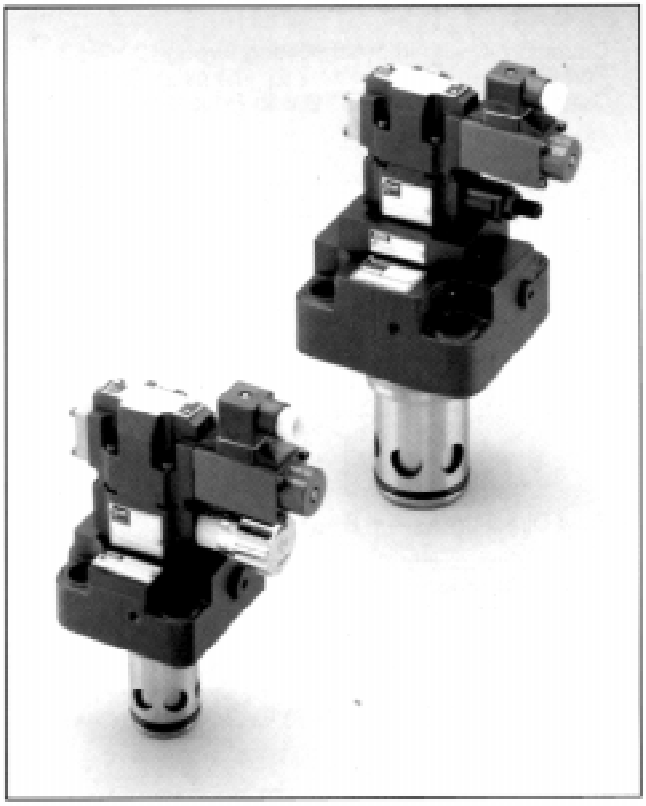
Função de 2 vias, com limitações de curso, pilotagem interna através de "x"
Tamanho nominal 25,50 e 100

Função de 2 vias através de conexão A uma válvula piloto
Tamanho nominal 32,50 e 100

Função de 2 vias com válvula controle direcional
Tamanho nominal 32,50 e 80



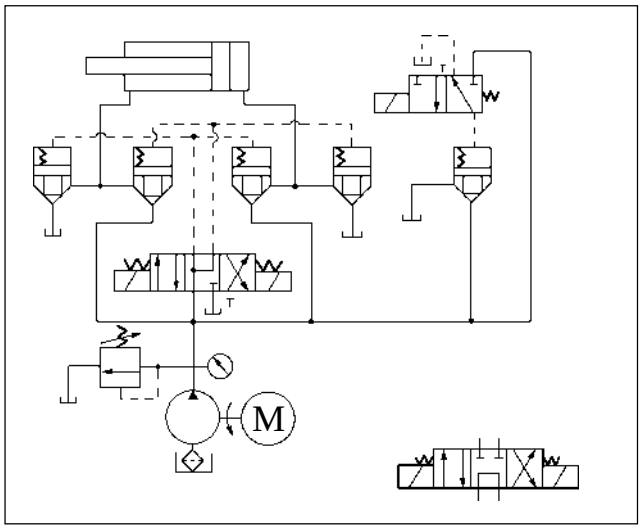
Função de limitadora de alívio de pressão com válvula piloto regulável
Tamanho nominal 25 e 50



Função de limitadora de alívio de pressão, operada por solenóide proporcional
Tamanho nominal 32 e 50

Compensador de 3 vias com múltiplas funções
Tamanho nominal 32 e 50

Função de 2 vias e função de retenção
Tamanho nominal 32 e 80



Informação de Instalação

Montagem

A montagem dos modelos para os cartuchos e tampas é de acordo com a norma DIN 24342.

Montagens na linha de retorno e dreno

Algumas válvulas são montadas em uma linha comum de retorno e dreno, oscilações de fluxo nas linhas (canalização) podem causar uma inesperada vibração ou desvio do carretel.
As tubulações de retorno e dreno deverão ser separadas em instalações canalizadas onde as oscilações de linha são esperadas.

Recomendações para o fluido

Os fluidos recomendados são de óleo mineral H-L-OILS norma DIN 51524 ou H-LP-Norma DIN 51525. A faixa de viscosidade deve ser entre 30 e 50 mm^2/s (CST), a 35º C.
Para sistemas hadráulicos que utilizam fluidos resistentes a fogo ou fluidos sintéticos, consulte o fabricante do componente para maiores informações técnicas.

Faixa de temperatura

Temperatura de operação: -25º C a 80º C. Consulte o fabricante para aplicações onde temperaturas maiores ou menores são previstas.

Tempo de abertura e fechamento

Toda tampa e cartucho (normalmente fechado) podem ser montados com plugs nos orifícios, de modo a influenciar o tempo de abertura e fechamento das válvulas. Para posicionamento dos plugs em seus orifícios e seus diâmetros, consultar tabela.

Perdas

Tolerâncias entre carretel e vedação, fugas podem ocorrer entre a área de pilotagem e a via "B".

Vedações

Para trabalhar com fluidos à base de óleo mineral, são usadas vedações standard de Buna N.
Para outros tipos de fluidos, como os sintéticos, são requeridas vedações de viton. Para esclarecer qualquer dúvida, consulte o fabricante do componente.

Filtração

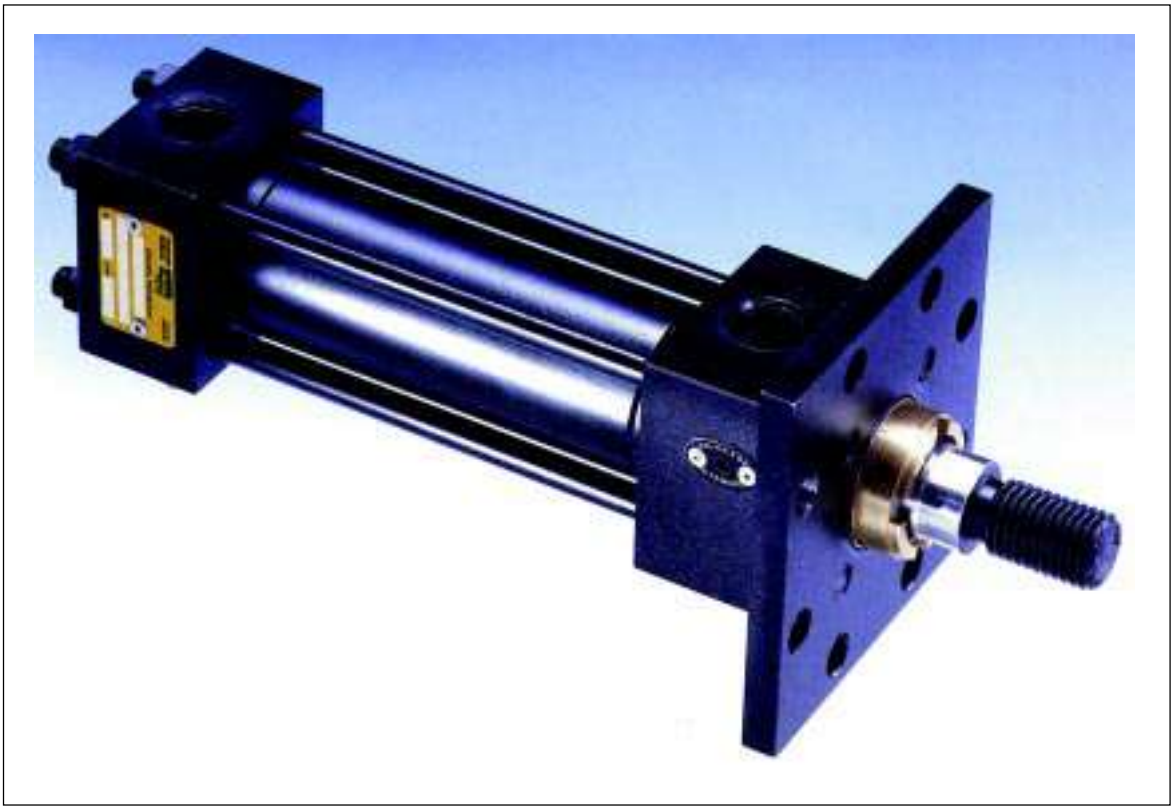
Para uma maior vida útil da bomba e componentes, o sistema deve ser protegido de contaminantes através de uma filtragem eficiente. A limpeza do fluido deve estar de acordo com a Norma ISO, classificação ISO 4406.
A qualidade do elemento filtrante deve estar em conformidade com o padrão ISO.
Relação mínima requerida para filtração X(μ):
Em geral, para uma satisfatória operação de sistemas hidráulicos, é necessário usar classe 19/15, para ISO 4406, X= 25μ (B_{25} > 75) para ISO 4572.
Para uma máxima vida útil dos sistemas hidráulicos e seus componentes: classe 16/13, para ISO

Características principais do sistema lógico

O elemento lógico:
- bloqueia passagens sem apresentar vazamentos
- apresenta rapidez de movimentos
- pode trabalhar lentamente
- possui comandos suaves
- é extremamente versátil, podendo realizar várias funções
- é construído em vários tamanhos
- comanda com segurança altas vazões
- tem pilotagem que depende única e exclusivamente da pressão
- suporta altas pressões
- ocupa pouco espaço
- ainda não possui um símbolo normalizado.

É preciso deixar bem claro que não faz sentido usar o elemento lógico na substituição pura e simples de válvulas direcionais. O sistema hidráulico torna-se complicado e caro. Porém, no caso de serem necessárias altas vazões ou combinações de várias funções sem nenhum vazamento, realmente vale a pena procurar uma solução através do uso de elementos lógicos.

12. Atuadores Hidráulicos



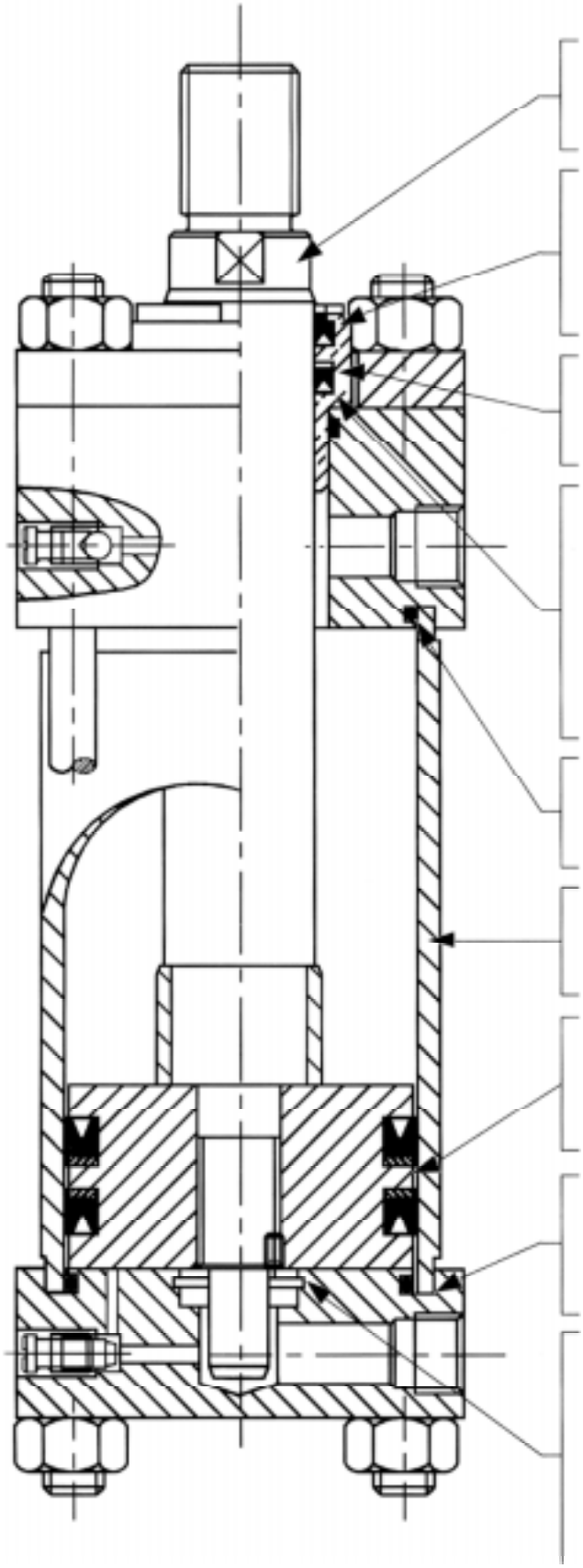
Os atuadores hidráulicos convertem a energia de trabalho em energia mecânica.
Eles constituem os pontos onde toda a atividade visível ocorre, e são uma das principais coisas a serem consideradas no projeto da máquina.
Os atuadores hidráulicos podem ser divididos basicamente em dois tipos: lineares e rotativos.

Cilindros

Cilindros hidráulicos transformam trabalho hidráulico em energia mecânica linear, a qual é aplicada a um objeto resistivo para realizar trabalho.

Os cilindros foram citados brevemente há pouco. Um cilindro consiste de uma camisa de cilindro, de um pistão móvel e de uma haste ligada ao pistão. Os cabeçotes são presos ao cilindro por meio de roscas, prendedores, tirantes ou solda (a maioria dos cilindros industriais usa tirantes).
Conforme a haste se move para dentro ou para fora, ela é guiada por embuchamentos removíveis chamados de guarnições. O lado para o qual a haste opera é chamado de lado dianteiro ou "cabeça do cilindro". O lado oposto sem haste é o lado traseiro. Os orifícios de entrada e saída estão localizados nos lados dianteiro e traseiro.

CARACTERÍSTICAS E BENEFÍCIOS



A Haste do Pistão
Aço de alta resistência, retificada, cromada e polida para assegurar uma superfície lisa, resistente a entalhes para uma vedação efetiva e longa vida.

Mancal Parker "Jewel"
A longa superfície de apoio fica dentro da vedação para melhor lubrificação e vida mais longa. O mancal "Jewel", completo com vedações da haste, pode ser facilmente removido sem desmontar o cilindro, de forma que a manutenção é mais rápida e, portanto, mais econômica.

Guarnição de Limpeza de Borda Dupla
A guarnição de limpeza de borda dupla funciona como guarnição secundária e impede a entrada de sujeira no cilindro. Isto aumenta a vida do mancal e das vedações.

Vedação de Borda Serrilhada
A vedação de borda serrilhada da Parker possui uma série de bordas de vedação que assumem se papel sucessivamente ao aumentar a pressão.
A combinação da vedação de borda serrilhada com a guarnição de limpeza de borda dupla garante a haste seca dos cilindros Parker, o que significa ausência de gotejamento uma contribuição importante à saúde, seguranca e economia.

Vedações do Corpo do Cilindro
Vedações do corpo sob pressão asseguram que o cilindro seja à prova de vazamentos, mesmo sob choques de pressão.

O Tubo do Cilindro
São fabricados com aço de alta qualidade, brunido com precisão e alto grau de acabamento, assegurando vida longa às vedações.

Pistão de Ferro Fundido Inteiriço
O pistão tem amplas superfícies de apoio para resistir a cargas laterais e um longo encaixe por rosca na haste do pistão. Como característica de segurança adicional, o pistão é fixado por Loctite e por um pino de travamento.

Encaixe do Tubo
Uma saliência usinada com precisão em ambas as extremidades do tubo, concêntrica com o diâmetro interno do tubo, permite que os cilindros sejam alinhados rápido e precisamente para uma máxima vida em operação.

Anel de Amortecimento Flutuante e Luvas de Amortecimento
O anel de amortecimento flutuante e a luva são autocentrantes, permitindo tolerâncias estreitas e, portanto, um amortecimento mais eficaz. No curso de retorno, uma válvula de retenção com esfera na extremidade do cabeçote traseiro permitem que seja aplicada pressão a toda a área do pistão para maior potência e velocidade de partida.

Força do Cilindro

Através do curso do cilindro, a energia de trabalho hidráulica é aplicada à área do seu pistão. O componente da pressão da energia de trabalho aplicada ao pistão será não mais do que a resistência que a carga oferece.
Muitas vezes, é preciso conhecer qual é a pressão que deve ser aplicada no cilindro de certo tamanho para se desenvolver uma dada força na saída. Para determinar a pressão, a fórmula usada é a seguinte:

$$\text{Pressão} = \frac{\text{Força}}{\text{Área}}$$

Quando a fórmula foi usada anteriormente, a área e a pressão, ou a área e a força, foram dadas. Mas muitas vezes somente o tamanho do cilindro (diâmetro) é conhecido, e a área deve ser calculada. Este cálculo é tão fácil quanto calcular a área de um quadrado.

Área de um Círculo

É verdade que a área de um círculo é exatamente 78.54% da área de um quadrado, cujos lados têm o comprimento igual ao do diâmetro do círculo (D).
Para determinar a área de um círculo, multiplique o diâmetro do círculo por si mesmo e, em seguida, por 0.7854.

$$\text{Área do Círculo} = (\text{diâmetro})^2 \times 0.7854$$

A fórmula mais comumente usada é:

$$\text{Área do Círculo} = \frac{\pi D2}{4}$$

Força de Avanço Teórico e Volume do Fluido Deslocado

ø Pistão	Área Pistão	Força de Avanço												Volume de fluido deslocado	
		10 bar		50 bar		90 bar		130 bar		170 bar		210 bar		p/ 10 mm de curso	
mm	cm^2	kgf	ibf	kgf	ibf	kgf	ibf	kgf	ibf	kgf	ibf	kgf	ibf	ml	gal. imp.
32	8,04	80	176	402	885	724	1595	1045	2302	1367	3011	1688	3718	8,04	.0018
40	12,57	126	277	638	1383	1131	2491	1634	3599	2137	4807	2640	5815	12,57	.0028
50	19,64	196	432	982	2163	1768	3894	2553	5623	3339	7355	4124	9064	19,64	.0043
63	31,18	312	687	1559	3434	2806	6181	4053	8927	5301	11676	6548	14423	31,18	.0069
80	50,27	503	1108	2513	5535	4524	9965	6535	14394	8546	18824	10557	23253	50,27	.0111
100	78,55	785	1729	3927	8650	7069	15570	10211	22491	13353	29412	16495	36332	78,55	.0173
125	122,72	1221	2689	6136	13516	11045	24328	15954	35141	20662	45951	25771	46761	122,7	.0270
160	201,06	2010	4427	10053	22143	18095	39857	26138	57573	34180	75286	42223	93002	201,1	.0442
200	314,16	3142	6921	15708	34599	28274	62277	40841	89958	53407	117636	65974	145317	314,2	.0691

1 G. imp. = 4,546 L

Curso do Cilindro

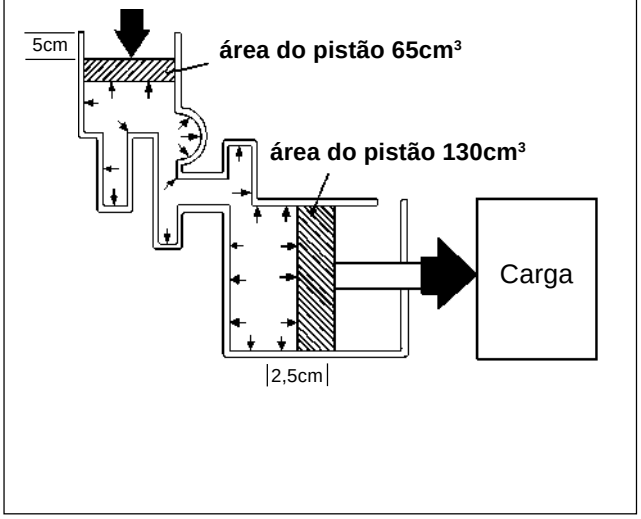
A distância através da qual a energia de trabalho é aplicada determina quanto trabalho será realizado. Essa distância é o curso do cilindro. Já foi ilustrado que um cilindro pode ser usado para multiplicar uma força pela ação da pressão hidráulica agindo sobre a área do pistão.
Quando se multiplica uma força, hidraulicamente tem-se a impressão de que se está recebendo alguma coisa de graça. Parece que uma pequena força pode gerar uma força grande sob as circunstâncias certas, e que nada foi sacrificado. Isto é relativamente válido em um sistema estático. Mas, se a força deve ser multiplicada e deslocada ao mesmo tempo, alguma coisa deve ser sacrificada - a distância.

Volume do Cilindro

Cada cilindro tem um volume (deslocamento), que é calculado multiplicando-se o curso do pistão, em cm, pela área do pistão. O resultado dará o volume em cm^3.

Volume do Cilindro = Área do Pistão x Curso cm^3 cm^2 cm

Na ilustração, o pistão superior deve avançar a uma distância de 5,0 cm para fazer o pistão inferior avançar 2,5 cm. O pistão superior desloca 325 cm^3 de líquido e o pistão inferior desloca a mesma quantidade.



Velocidade da Haste

A velocidade da haste de um cilindro é determinada pela velocidade com que um dado volume de líquido pode ser introduzido na camisa, para empurrar o pistão.
A expressão que descreve a velocidade da haste do pistão é:

$$\text{Velocidade da Haste} = \frac{\text{Vazão (l/min)} \times 1.000}{\text{Área do Pistão}}$$

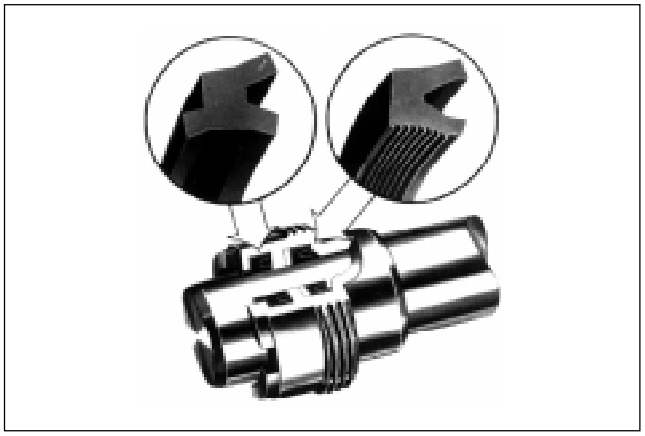
cm/min cm^2

Guarnições

Para uma operação apropriada, uma vedação positiva deve existir em toda a extensão do pistão do cilindro, tanto quanto na haste. Os pistões do cilindro são vedados com as guarnições elásticas ou anéis de vedação de ferro fundido.

Os anéis de pistão são duráveis mas permitem vazamento na ordem 15 a 45 cm^3 por minuto em condições de operação normal. Guarnições tipo "U" elásticas não vazam em condições normais, mas são menos duráveis.

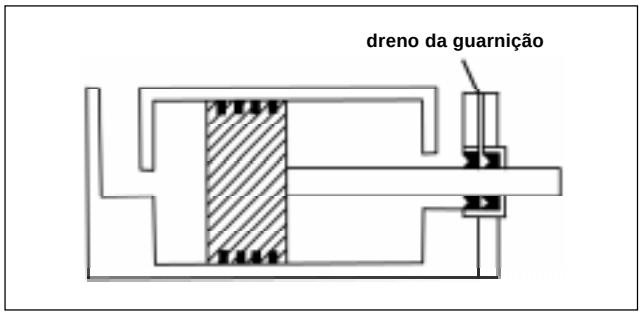
As guarnições elásticas da haste são fornecidas em muitas variedades. Alguns cilindros são equipados com guarnições com formato em "V" ou em "U", fabricadas de couro, poliuretano, borracha nitrílica ou viton, e uma guarnição raspadora que previne a entrada de materiais estranhos no cilindro.



Um tipo comum de guarnição elástica consiste de uma guarnição primária com a lateral dentada em formato de serra na parte interna. As serrilhas contatam a haste e continuamente raspam o fluido, limpando-a. Uma guarnição secundária retém todo o fluido da guarnição primária e ainda previne contra a entrada de sujeiras quando a haste recua.

Dreno da Guarnição

Durante a operação da guarnição, descrita acima, qualquer fluido coletado na câmara formada pela guarnição primária e pela guarnição de raspagem é recolhido novamente ao cilindro durante o recuo da haste. Nos cilindros de curso extremamente grande (300 cm ou mais) há a possibilidade de se acumular muito fluido nessa câmara e ocorrer vazamento.
Nestas aplicações onde ocorre uma retenção muito grande de fluido entre as guarnições, o sistema de retenção da haste deve ser drenado externamente.

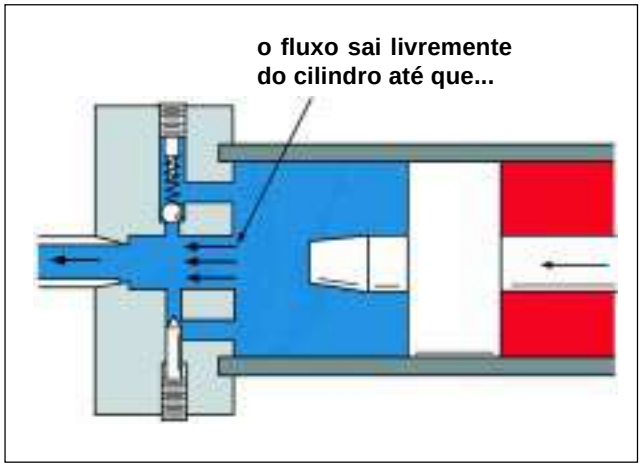


Choque Hidráulico

Quando a energia de trabalho hidráulica que está movendo um cilindro encontra um obstáculo (como o final de curso de um pistão), a inércia do líquido do sistema é transformada em choque ou batida, denominada de choque hidráulico. Se uma quantidade substancial de energia é estancada, o choque pode causar dano ao cilindro.

Amortecimentos

Para proteger os cilindros contra choques excessivos, os mesmos podem ser protegidos por amortecimentos. O amortecimento diminui o movimento do cilindro antes que chegue ao fim do curso. Os amortecimentos podem ser instalados em ambos os lados de um cilindro.



Um amortecimento consiste de uma válvula de agulha de controle de fluxo e de um plugue ligado ao pistão. O plugue de amortecimento pode estar no lado da haste (nesta posição ele é chamado de colar), ou pode estar no lado traseiro (onde é chamado de batente de amortecimento).

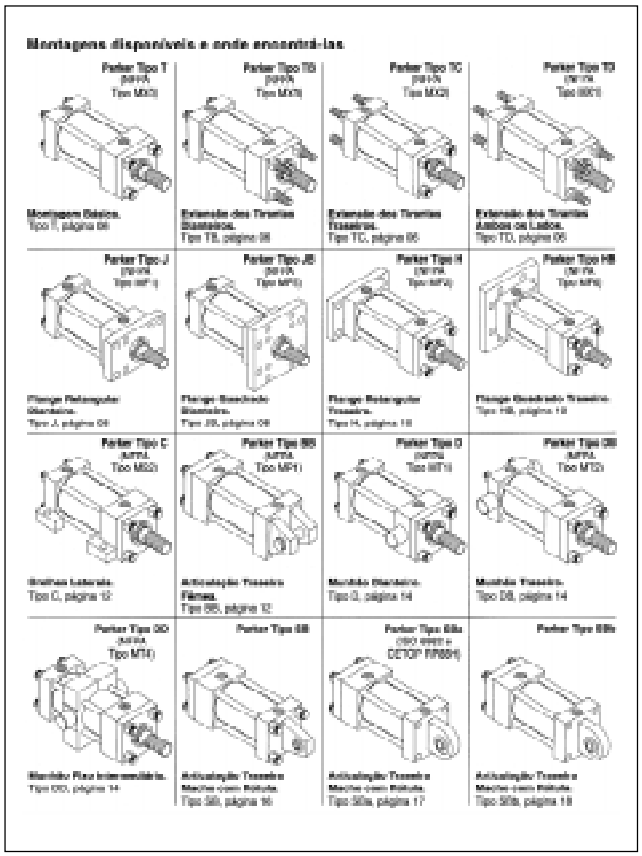
Funcionamento

Conforme o pistão do cilindro se aproxima do seu fim de curso, o batente bloqueia a saída normal do líquido e obriga o fluido a passar pela válvula controle de vazão. Nesta altura, algum fluxo escapa pela válvula de alívio de acordo com a sua regulagem. O fluido restante adiante do pistão é expelido através da válvula controle de vazão e retarda o movimento do pistão. A abertura da válvula controle de vazão determina a taxa de desaceleração.

Na direção inversa, o fluxo passa pela linha de bypass da válvula de controle de vazão onde está a válvula de retenção ligada ao cilindro. Como regra geral, os amortecimentos são colocados em cilindros cuja velocidade da haste exceda a 600 cm/min.

Estilo de Montagem do Cilindro

Os pistões podem ser montados de várias formas ou estilos, entre os quais estão as montagens por flange, por munhão, por sapatas (orelhas) laterais, montagem por base, etc.

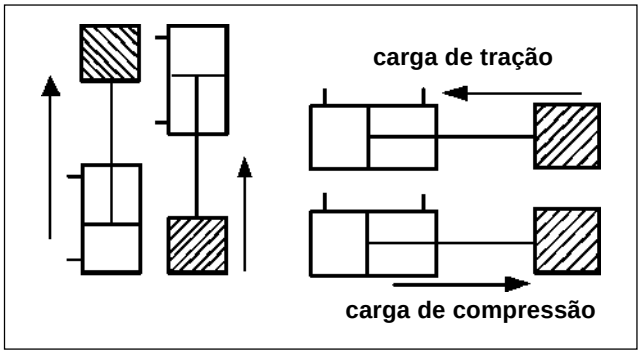


Movimentos Mecânicos

Os pistões convertem energia hidráulica em energia mecânica linear. Mas, dependendo de como eles são conectados às montagens mecânicas, podem propiciar muitas opções de movimentos mecânicos.

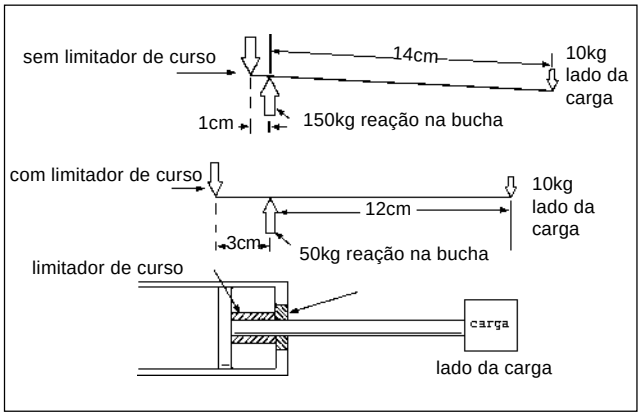
Tipos de Cargas de Cilindro

Os pistões podem ser usados em um número limitado de aplicações para mover vários tipos de carga. Mas, dependendo do modo como estão ligados à carga, a operação recebe nome diferente. Uma carga que é empurrada pelo pistão recebe o nome de carga de compressão. A carga que está sendo puxada recebe o nome de carga de tração.

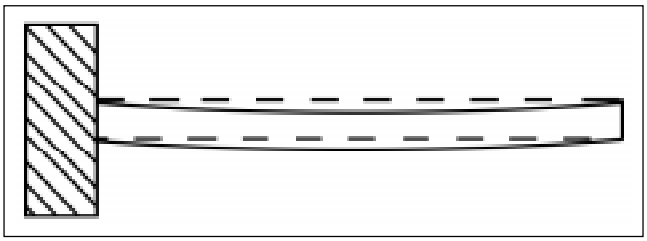


Tubo de Parada

O tubo de parada é um colar sólido de metal que se fixa sobre a haste do pistão. O tubo de parada conserva separados o pistão e a guarnição da haste no mancal, quando a haste de um cilindro de curso longo está totalmente estendida. Uma vez que a guarnição é um mancal, ela é projetada para suportar alguma carga enquanto suporta a haste no seu movimento de avanço e de retração.



Complementando a função de mancal, a guarnição, juntamente com o mancal, é o ponto de apoio para a haste. Se a carga ligada à ponta de um pistão de grande curso não for guiada rigidamente, então, em condição de avanço total, a haste se apoiará no mancal, desenvolvendo uma carga excessiva sobre este. O tubo de parada, com efeito, protege a guarnição pela distribuição da carga em toda a sua extensão, entre o pistão e a vedação. Acredite ou não, as hastes muito pesadas dos cilindros de grande curso flexionam apenas com o seu próprio peso.

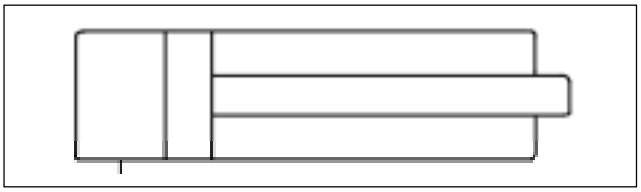


A haste de um pistão com 1.6 cm de diâmetro pesa 1.6 Kg por metro de extensão e flexiona 2.5 cm em vão de 3 metros. Nos cursos muito grandes de cilindros montados na horizontal, ocorre uma carga indesejável nas guarnições dos cabeçotes por causa do empenamento das hastes, quando é totalmente utilizado para separar o pistão da guarnição. Esta aplicação reduz a carga nas guarnições.

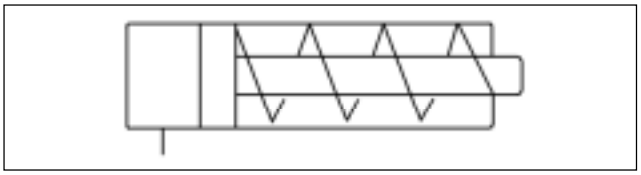
A maioria dos cilindros não necessita de tubo de parada. Para se determinar quando um tubo de parada é necessário, ou qual o comprimento que um tubo de parada deve ter, consulte o catálogo do fabricante.

Tipos Comuns de Cilindros

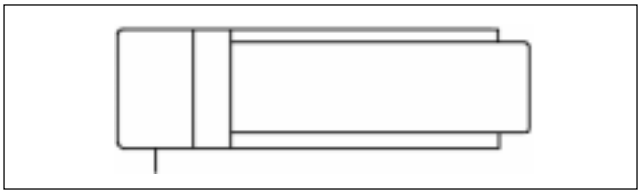
Cilindros de ação simples - um cilindro no qual a pressão de fluido é aplicada em somente uma direção para mover o pistão.



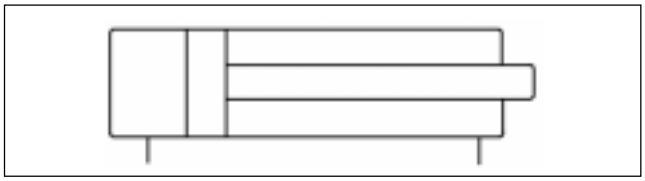
Cilindro com retorno com mola - um cilindro no qual uma mola recua o conjunto do pistão.



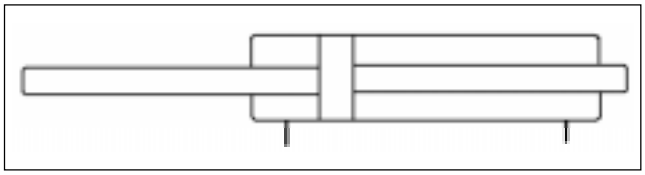
Cilindro martelo - um cilindro no qual o elemento móvel tem a mesma área da haste do pistão.



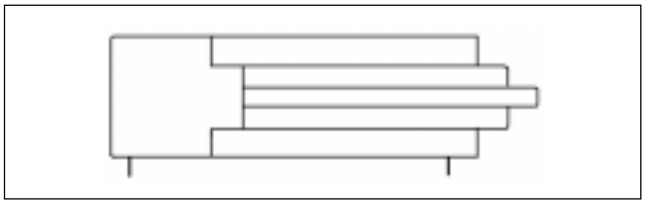
Cilindro de dupla ação - Um cilindro no qual a pressão do fluido é aplicada ao elemento móvel em qualquer uma das direções.



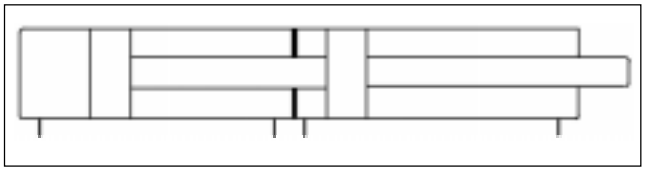
Cilindro de haste dupla - Um cilindro com um pistão simples e uma haste ligada a cada lado.



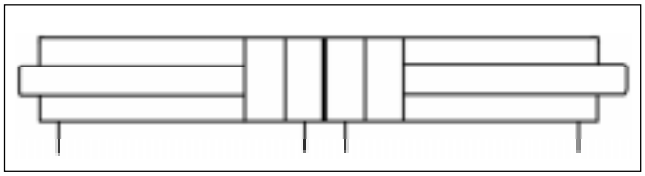
Cilindro telescópico ou de múltiplo estágio - um cilindro com arranjo multitubular da haste, que provê um curso longo com uma camisa curta na retração.



Cilindro duplex contínuo ou cilindro Tandem - consiste de dois ou mais cilindros montados em linha com pistões interligados por uma haste comum. As guarnições são montadas entre os cilindros para permitir a ação dupla de operação de cada cilindro. Um cilindro Tandem fornece uma força resultante maior quando o diâmetro do pistão é limitado, mas o seu curso não é.



Cilindro duplex - consiste de dois cilindros montados em linha e com hastes múltiplas (uma para cada cilindro). As guarnições são montadas entre os cilindros para permitir dupla ação de cada cilindro. Os cilindros duplex dão uma capacidade de três posições.



Atuadores Rotativos

Até agora discutimos sobre os atuadores lineares, que são conhecidos como cilindros. Daqui em diante vamos falar sobre atuadores rotativos. Esses mecanismos são compactos, simples e eficientes. Eles produzem um torque alto e requerem pouco espaço e montagem simples.

De um modo geral aplicam-se atuadores em indexação de ferramental de máquina, operações de dobragem, levantamento ou rotação de objetos pesados, funções de dobragem, posicionamento, dispositivos de usinagem, atuadores de leme, etc.

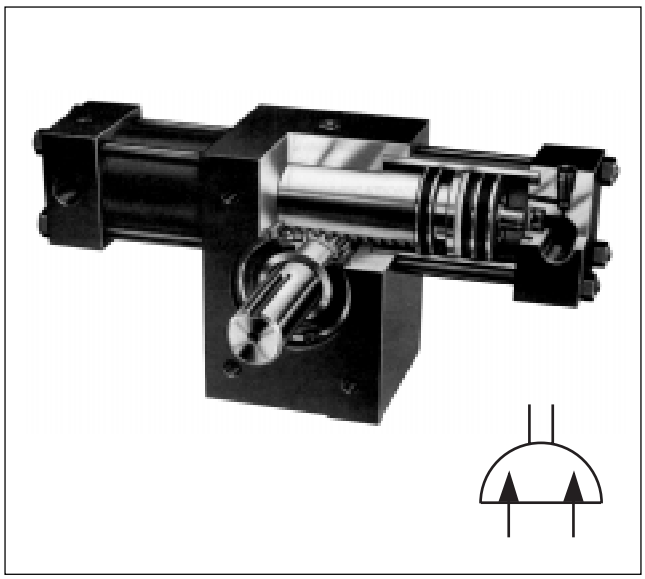
Campo de Aplicação

São utilizados para:

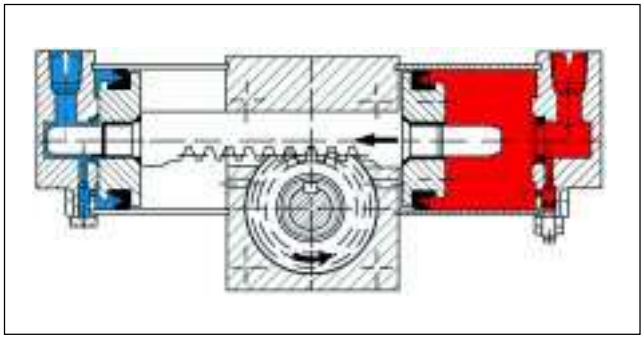
Manuseio de Material
Máquina Ferramenta
Maquinaria de Borracha e Plástico
Equipamento Móbil
Robótica
Empacotamento
Comutação de Válvula
Indústria Múltiplo-Processo
Marinha Comercial/Militar
Processamento de Alimento
Fabricação de Componentes Eletrônicos
Linhas de Transferência

Osciladores Hidráulicos

Convertem energia hidráulica em movimento rotativo, sob um determinado número de graus.



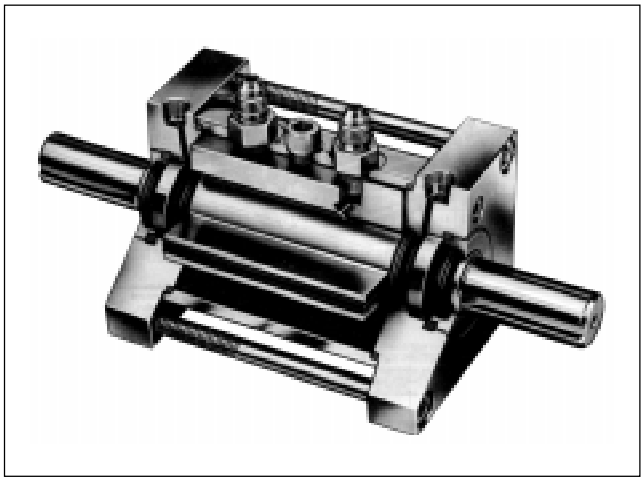
O oscilador hidráulico é um atuador rotativo com campo de giro limitado.
Um tipo muito comum de atuador rotativo é chamado de atuador de cremalheira e pinhão.
Esse tipo especial de atuador rotativo fornece um torque uniforme em ambas as direções e através de todo o campo de rotação. Nesse mecanismo, a pressão do fluido acionará um pistão que está ligado à cremalheira que gira o pinhão.
Unidades de cremalheira e pinhão do tipo standard podem ser encontradas em rotações de 90, 180, 360 graus ou mais. As variações dos atuadores de cremalheira e pinhão podem produzir unidades com saídas de torque de até 60 x 10^4 kgf.m.



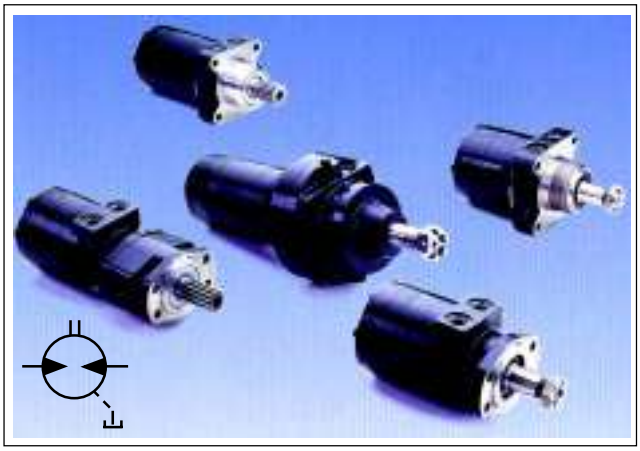
Oscilador de Palheta
Tipos

Palheta Simples
Palheta Dupla

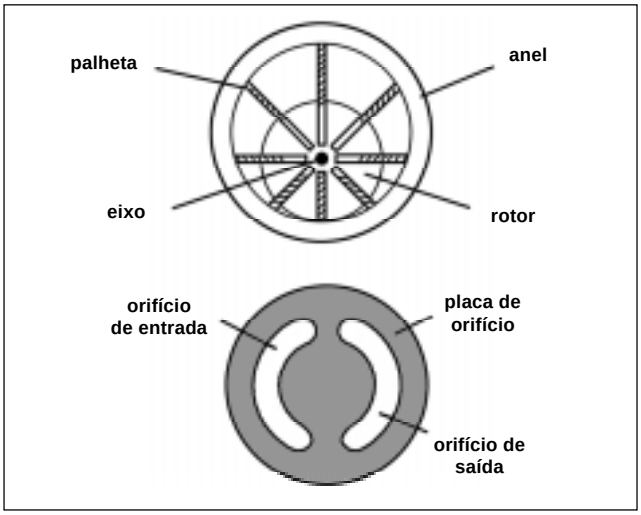
Estes modelos são providos de máximo valor de saída de torque para um tamanho reduzido.
Utilizados para uma grande variedade de aplicações industriais, são disponíveis em modelo de palheta simples, onde possui um ângulo de rotação máxima de 280°. A unidade de palheta dupla produz em dobro o torque de saída para uma mesma dimensão de carcaça e tem um giro máximo limitado a 100°.



Motores Hidráulicos

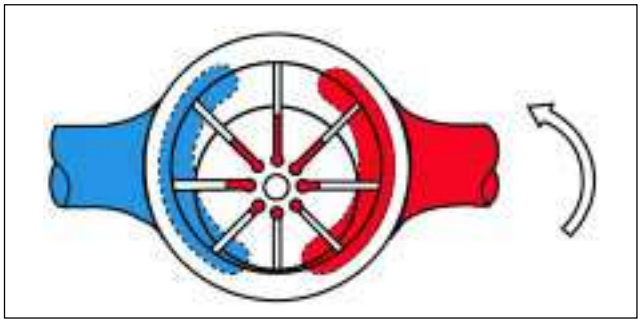


Os motores hidráulicos transformam a energia de trabalho hidráulico em energia mecânica rotativa, que é aplicada ao objeto resistivo por meio de um eixo. Todos os motores consistem basicamente de uma carcaça com conexões de entrada e saída e de um conjunto rotativo ligado a um eixo. O conjunto rotativo, no caso particular do motor tipo palheta ilustrado, consiste de um rotor e de palhetas que podem deslocar-se para dentro e para fora nos alojamentos das palhetas



Funcionamento

O rotor do motor é montado em um centro que está deslocado do centro da carcaça. O eixo do rotor está ligado a um objeto que oferece resistência. Conforme o fluido entra pela conexão de entrada, a energia de trabalho hidráulica atua em qualquer parte da palheta exposta no lado da entrada. Uma vez que a palheta superior tem maior área exposta à pressão, a força do rotor fica desbalanceada e o rotor gira.



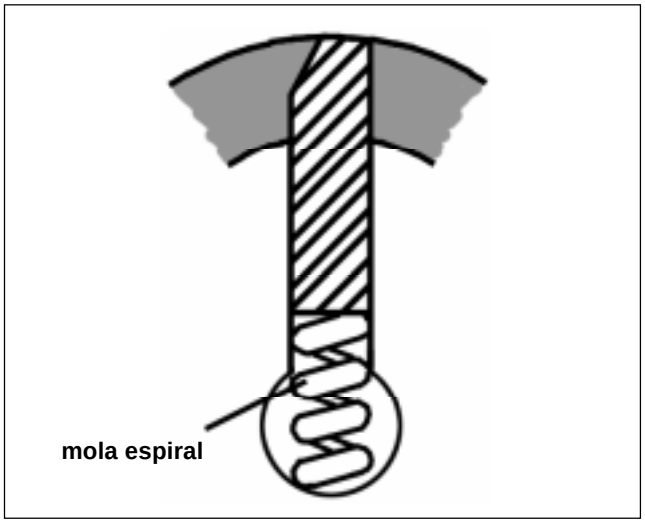
Conforme o líquido alcança a conexão de saída, onde está ocorrendo diminuição do volume, o líquido é recolocado.
Nota: Antes que um motor deste tipo possa operar, as palhetas devem ser estendidas previamente e uma vedação positiva deve existir entre as palhetas e a carcaça.

Extensão das Palhetas do Motor

Antes que um motor de palheta entre em operação, as suas palhetas devem ser estendidas.
Diferentemente de uma bomba de palheta, não se pode depender da força centrífuga para estender as palhetas e criar uma vedação positiva entre o cilindro e o topo da palheta. Outro meio deve ser encontrado para isto.

Existem dois métodos comuns para estender as palhetas num motor. Um deles é estender as palhetas por meio de molas, de modo que elas permaneçam continuamente estendidas. O outro método é o de dirigir pressão hidráulica para o lado inferior das palhetas.

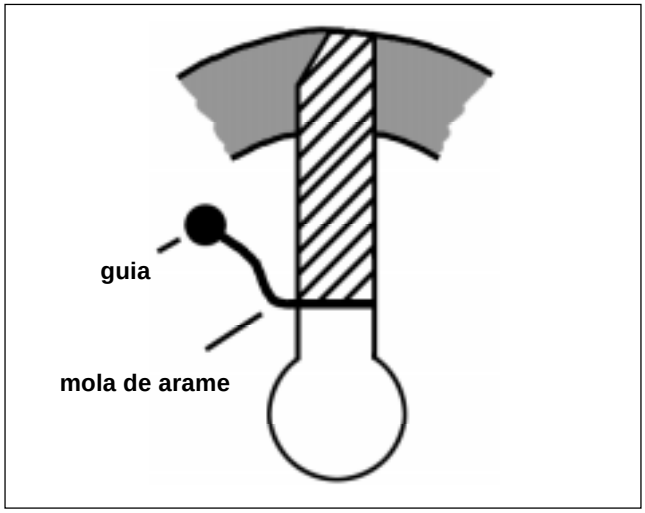
Em alguns motores de palhetas, o carregamento por mola é realizado posicionando-se uma mola espiral na ranhura da palheta.



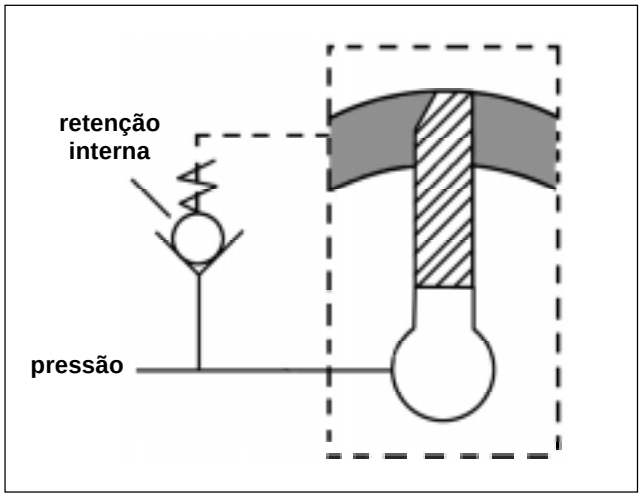
Outra maneira de estender uma palheta é usando-se uma pequena mola de arame. A mola é presa a um guia e se movimenta com a palheta enquanto esta se movimenta para dentro e para fora da ranhura.

Em ambos os tipos de carregamento por mola, a pressão do fluido é dirigida para o lado inferior da palheta tão logo o torque se desenvolva.

Outro método de estender as palhetas do motor é com o uso de pressão do fluido. Por este método, o fluido é impedido de entrar na ranhura da palheta até que a mesma esteja totalmente estendida e até que haja uma vedação positiva no topo da palheta. Neste momento, a pressão já existe sob a palheta.

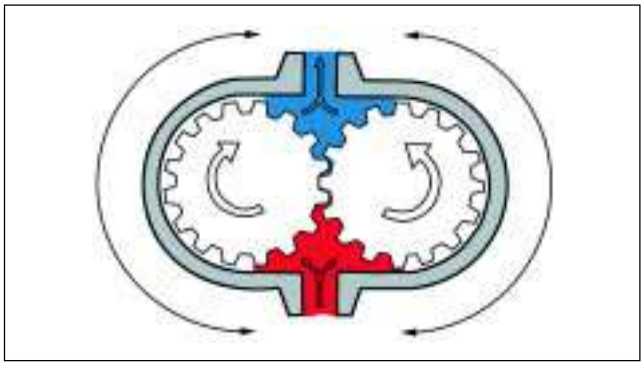


Quando a pressão do fluido é suficientemente alta para vencer a força da mola de retenção interna, o fluido entrará na câmara da palheta e desenvolverá um torque no eixo do motor. A válvula de retenção interna, nessas circunstâncias, desempenha uma função sequencial.



Motores de Engrenagem

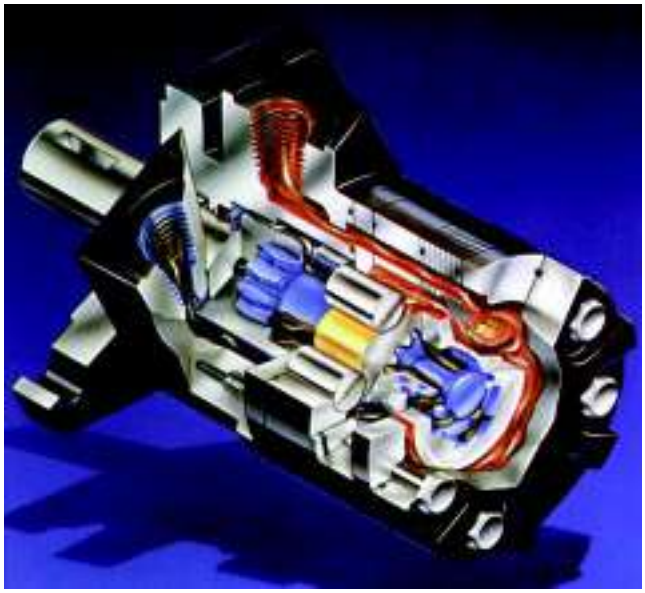
Um motor de engrenagem é um motor de deslocamento positivo que desenvolve um torque de saída no seu eixo, através da ação da pressão hidráulica nos dentes da engrenagem.
Um motor de engrenagem consiste basicamente de uma carcaça com aberturas de entrada e de saída e um conjunto rotativo composto de duas engrenagens. Uma das engrenagens, a engrenagem motora, é ligada a um eixo que está ligado a uma carga. A outra é a engrenagem movida.



Motor Tipo Gerotor

São motores de baixa velocidade e alto torque, utilizam o conceito internamente de rotor gerotor, com vantagens construtivas.
O rotor elememto de potência não orbita, somente gira. Esta função é executada pela orbitação do anel externo, eixo feito de uma única peça.
O complexo engrenamento é mantido entre o eixo e o rotor, desde que não haja movimento relativo entre eles.

Rolos que vedam entre compartimentos no elemento de potência são ajustados entre o rotor e o anel externo, como ilustrado abaixo. Quando selam entre os compartimentos de alta e baixa pressão, eles agem de maneira similar a uma válvula de retenção .
Quanto maior a pressão, maior a vedação. O rolo está livre para assumir alguma posição no sistema, ainda se alguma mudança devida ao dimensional ocorrer no rotor, a vedação entre o compartimento de alta e baixa pressão não será afetada.



Rendimento desenvolvido

Rolos autovedados garantem alta eficiência volumétrica, resultando em menor geração de calor, menos potência perdida, particularmente em altas pressões e fluidos de baixa viscosidade.

Sistema de compensação

O elemento de potência se autocompensa, a fim de manter eficiência volumétrica, não se desgastando com o uso, provendo vida longa para o motor.

Aumento da vida do eixo de vedação

Um sistema de válula de retenção assegura que a vedação do eixo drene através do pórtico de baixa pressão no motor. Se o sistema projetado é igual para mbos os pórticos do motor e simultaneamente são aplicados longos períodos de operação em alta pressão, a linha de dreno externa deve ser conectada para manter uma ótima pressão no eixo de vedação, aumentando a vida das vedações.

Resistência do sistema de potência

Construção sólida do eixo com engrenamento eixo-rotor causa uma baixa fadiga nos componentes, devido ao nível de contato entre os componentes.
O resultado é um motor capaz de resistir às mais severas aplicações, incluindo altas cargas de choque e rápidas reversões.

Eixo impulsor

O projeto de eixo motor em uma única peça permite ser prolongado através da tampa traseira para montar um freio, encoder ou drive auxiliar.

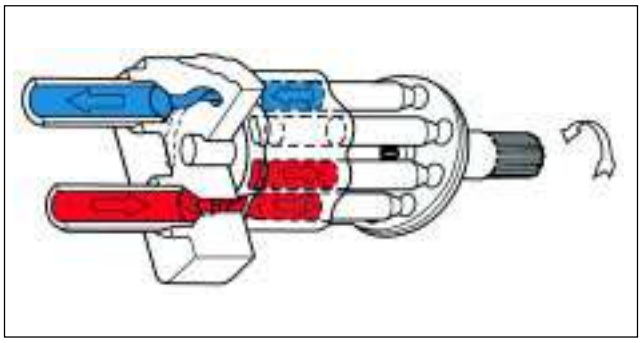
Válvula simplificada

A válvula do disco de baixa velocidade não é afetada pelo torque, lado de carga ou vestimenta, provendo alta eficiência mecânica ou volumétrica.

Projeto compacto

O elemento de potência é um sistema de disco valvulado, permite projeto do mais compacto motor orbital até 30% menor e 52% mais leve que os outros motores.

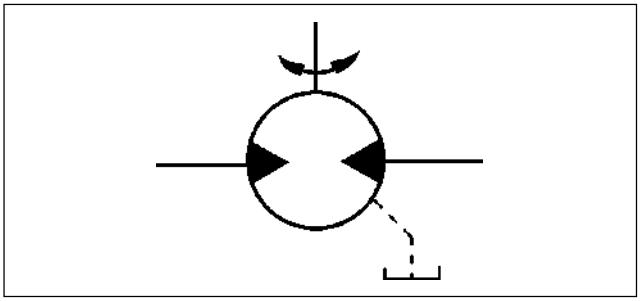
Motores de Pistão



O motor de pistão é um motor de deslocamento positivo que desenvolve um torque de saída no seu eixo por meio da pressão hidráulica que age nos pistões.
O conjunto rotativo de um motor de pistão consiste basicamente de placa de deslizamento, tambor de cilindro, pistões, placa retentora, mola de retenção, placa de orifício e eixo.

Os Motores Hidráulicos trabalham no Princípio Inverso de uma Bomba Hidráulica

Drenos de Motor



Os motores usados em sistemas hidráulicos industriais são quase que exclusivamente projetados para serem bidirecionais (operando em ambas as direções). Mesmo aqueles motores que operam em sistema de uma só direção (unidirecional) são provavelmente motores bidirecionais de projeto.

Com a finalidade de proteger a sua vedação do eixo, os motores bidirecionais, de engrenagem de palheta e de pistão são, de modo geral, drenados externamente.

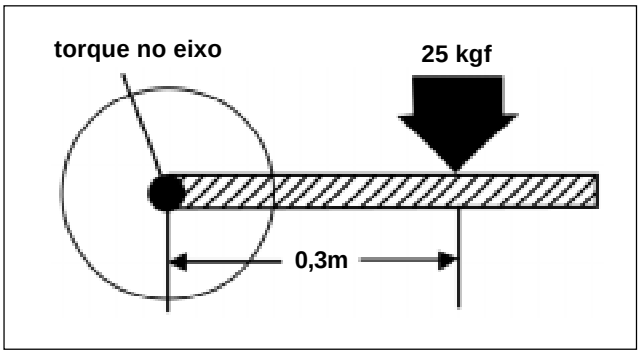
Torque

O torque é um esforço rotativo e indica que há uma força presente a uma dada distância do eixo do motor. Uma unidade para medir o torque é Newton x metro, ou Nm. Para se conseguir o valor em N, basta multiplicar o peso em Kgf por 9,81.

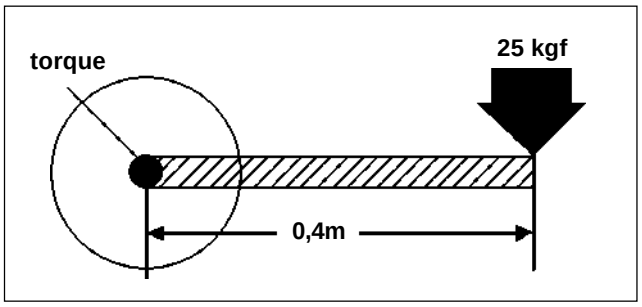
O torque nos diz onde a força está localizada em relação ao eixo do motor. A expressão que descreve o torque é:

Torque = Força x Distância ao Eixo
ou
Kgfm = Kgf x m

Na ilustração, a força de 25 kgf está posicionada sobre uma barra, a qual está ligada ao eixo do motor. A distância entre o eixo e a força é de 0,3 m. Isso resulta num torque no eixo de 7,5 kgf.m



Se o peso de 25 kgf estivesse colocado a 0,4 m, sobre a barra, o esforço de giro ou torque gerado no eixo seria igual a um esforço de torção no eixo de 10 kgf.m. Destes exemplos podemos concluir que, quanto mais distante a força está do eixo, maior é o torque no eixo. Deve-se notar que o torque não envolve movimento.



Um objeto resistivo ligado ao eixo de um motor gera um torque, no modo em que foi explicado acima. Isso, naturalmente, é uma resistência que o motor deve vencer pela pressão hidráulica que age sobre o conjunto rotativo.
A expressão usada para descrever o torque gerado por um motor hidráulico é:

$$\text{Torque} = \frac{\text{Pressão x deslocamento}}{2\,\pi \times 100} = \frac{\text{Kgf/cm}^2 \text{ x cm}^3\text{/rotação}}{200\,\pi}$$

(kgf.m)

Velocidade do Eixo do Motor

A velocidade pela qual o eixo de um motor gira é determinada pela expressão:

$$\text{Velocidade do Eixo do Motor (rpm)} = \frac{\text{vazão (l/min) x 1.000}}{\text{deslocamento do motor (cm3 / revolução)}}$$

Potência

O trabalho realizado por unidade de tempo chama-se potência.

$$\left(\frac{\text{kgf.m}}{9{,}81\text{s}} = \text{watt} \right)$$

A máquina que realiza o trabalho requerido em 3 segundos gera mais potência do que a máquina que realiza o mesmo trabalho em 3 minutos.

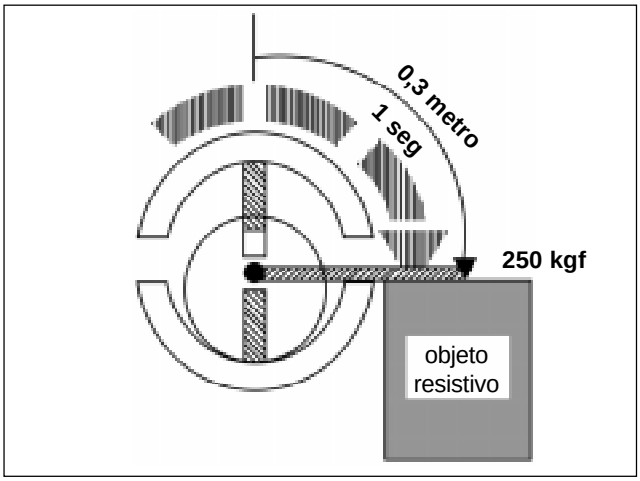
Potência Mecânica

A unidade de potência mecânica é o :

$$\frac{\text{kgf.m}}{\text{s}} : 9{,}81 = \frac{\text{joule}}{\text{s}} = \text{W}$$

Obs.: O **cavalo - vapor** é uma medida de potência muito usada e equivale a:

$$1\ \text{cv} = 735{,}75\text{W} = \frac{75\ \text{kgf.m}}{\text{s}}$$



Se um cilindro ou um motor hidráulico aplica uma força mecânica de 250 kgf contra uma carga resistível à distância de 0,3 metros no tempo de um segundo, a potência gerada é de 250 kgf x 0,3 m/s = 75,0 kgf.m/s ou 736 J/s ou 736 W. A potência equivale a:

$$\frac{736\text{W}}{746\text{W/HP}} = 0{,}986\ \text{HP}$$

Se o mesmo trabalho fosse realizado em meio segundo a potência desenvolvida seria de 1472 W ou 1,972 HP.

Equivalência em Potência Elétrica e Calor.

1 cv = 0,986 HP
1 cv = 4.500 kgm/mim ou 75 kgm/s
1 cv = 736 W (potência elétrica)
1 cv = 41,8 BTU/min = 10,52 kcal/s
1 HP = 33.000 lb pé por minuto
1 HP = 746 W
1 HP = 42,4 BTU/min

Potência Hidráulica

A potência hidráulica transmitida por um cilindro ou motor a um objeto resistível será também a potência hidráulica requerida no cilindro ou no motor.

Um sistema hidráulico realizando trabalho à razão de 736 kgf.m/seg ou 736 W gera essa potência também equivalente a 1 CV.
Contudo, ao invés de usar os termos Nm, relativo à potência mecânica, usar-se-á litros por minuto e kgf/cm^2 (pressão). Também, o cálculo dessas fórmulas pode ser realizado com a aplicação de fatores de conversão.

Cálculo de Potência de Cilindros e Sistemas

Para se calcular a potência desenvolvida por um cilindro hidráulico, ou a total do sistema hidráulico, a seguinte expressão é usada:

$$\text{CV} = \frac{\text{Potência} = \text{Vazão} \times \text{Pressão}}{\text{Vazão (l/min)} \times \text{Pressão (kgf/cm}^2\text{)}}{456}$$

Cálculo da Potência do Motor

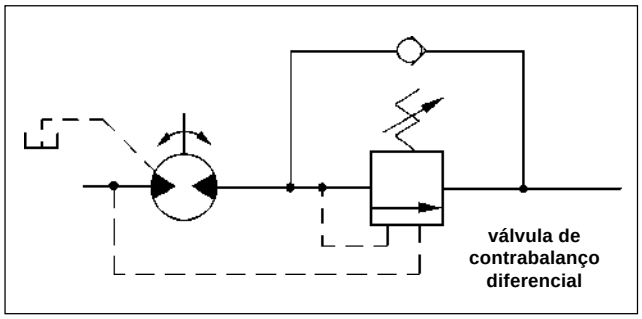
Para calcular a potência desenvolvida por um motor hidráulico, a seguinte expressão é usada:

$$\text{Potência (CV)} = \frac{\text{rpm} \times \text{Torque (kgf.m)}}{729}$$

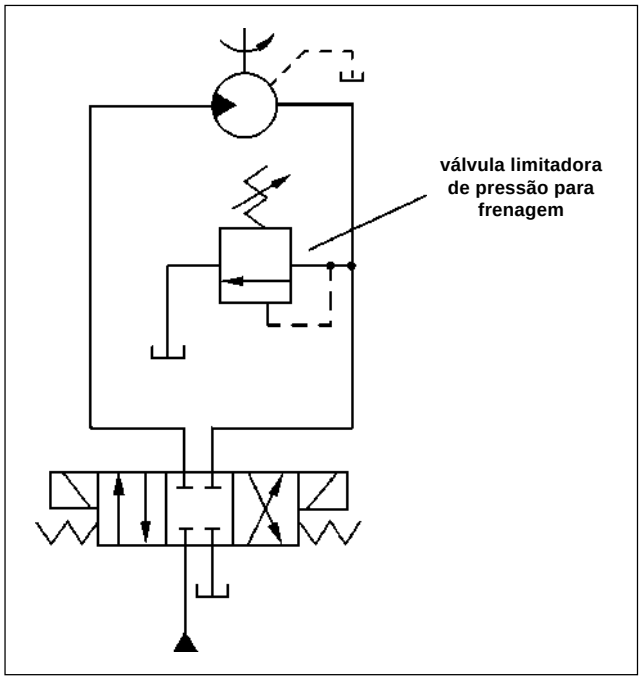
A constante 456 dá a relação kgf/cm^2, l/min e HP. Para um motor hidráulico a força da saída é dada pelo torque. A velocidade de operação do motor é indicada por rpm. A constante 729 dá a relação entre rpm, torque e potência.

Motores Hidráulicos no Circuito

Uma das maiores preocupações com relação aos circuitos de motor é o controle da carga ligada ao eixo do motor. Uma válvula de contrabalanço diferencial impedirá que a carga escape do controle e também permitirá que o motor desenvolva torque pleno.

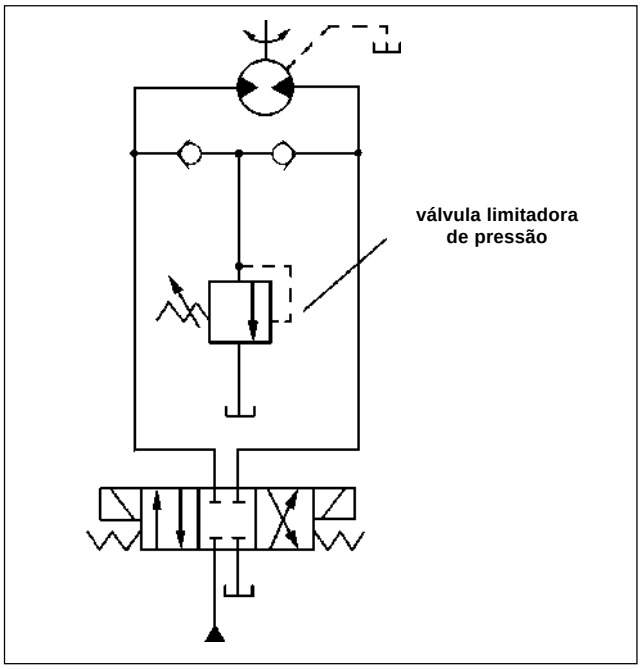


Uma válvula de contrabalanço diferencial detecta a carga. Ela responde automaticamente à demanda da carga. Muitas vezes, a função de frenagem tem que ser um processo de escolha racional, mais do que uma generalização técnica. Por exemplo, num sistema transportador, onde a carga é estática e a frenagem é requerida só eventualmente, uma válvula direcional pode ser selecionada com a função de frenagem.



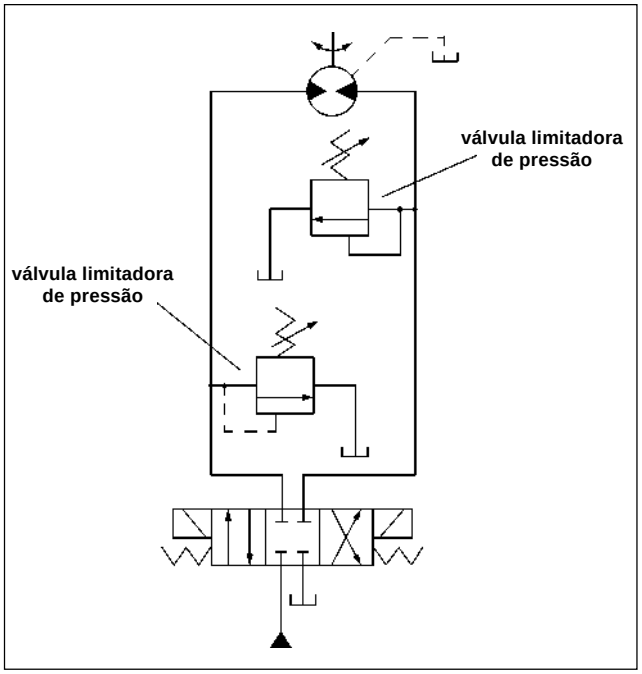
A frenagem é realizada por acionamento da válvula direcional, geralmente para a sua posição central e pelo bloqueio do fluxo que sai do motor. Quando a pressão na saída do motor aumenta até o valor de regulagem da válvula limitadora de pressão, a válvula se abre e freia o motor.

Se o motor precisar ser freado nas duas direções, uma válvula limitadora de pressão pode ser conectada, através das válvulas de retenção, a ambas as linhas do motor. Independentemente do modo que o motor é girado, a frenagem é realizada pela mesma válvula.



Em algumas aplicações há necessidade de duas pressões de frenagem. Por exemplo, um transportador, quando é carregado em uma direção e descarregado na direção oposta, precisaria de duas diferentes pressões de frenagem para tornar mais eficiente o aproveitamento do seu tempo de ciclo.

Quando duas pressões de frenagem diferentes são requeridas, duas válvulas limitadoras de pressão são conectadas nas linhas do motor. As válvulas limitadoras de pressão aplicadas desta maneira podem também ser usadas para posicionar os pontos de início e de parada, com cargas diferentes em direções opostas.

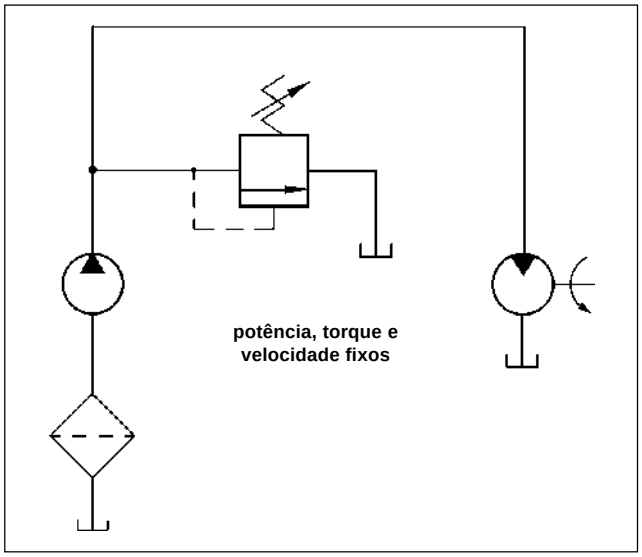


Nota: A regulagem das válvulas limitadoras de pressão deve ser mais alta do que a regulagem da válvula limitadora de pressão do sistema.

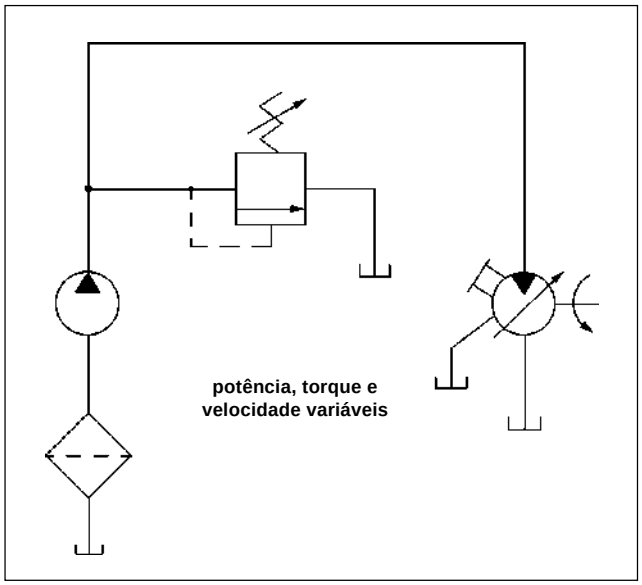
Combinação Motor-Bomba

Vários tipos de bombas e motores podem ser combinados para que possam satisfazer às exigências de sistemas diferentes.

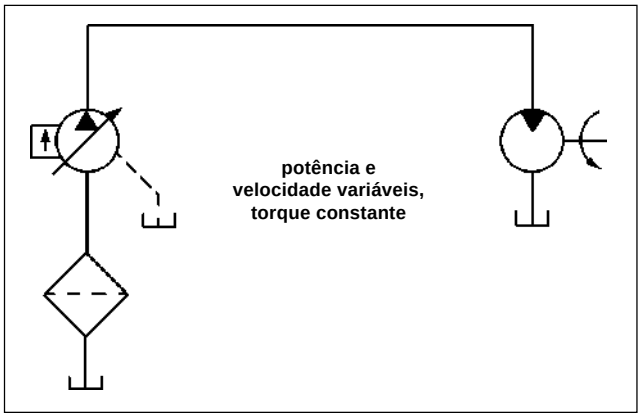
Uma bomba de deslocamento constante usada com um motor de deslocamento fixo resulta em potência hidráulica fixa desenvolvida pela bomba. O torque e a taxa do eixo são constantes no motor.



Uma bomba de deslocamento constante combinada com um motor de deslocamento variável resulta em potência hidráulica fixa que é remetida para o motor. Nesse caso, a taxa do eixo e o torque são variáveis no motor.



Uma bomba de deslocamento variável usada com um motor de deslocamento fixo resulta num torque constante no motor. Visto que a taxa de fluxo da bomba pode ser alterada, a potência remetida ao motor e a taxa do eixo do motor podem ser variadas.



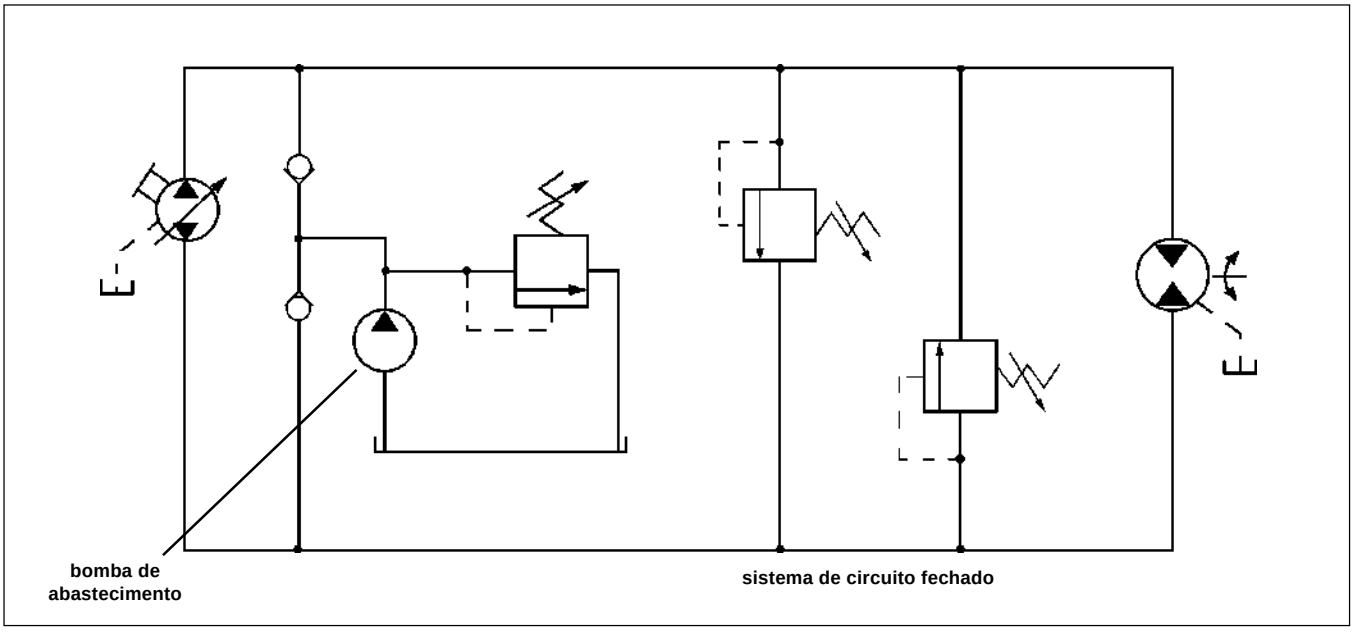
Um sistema que usa tanto uma bomba de deslocamento variável como um motor de deslocamento variável tem flexibilidade de variação da taxa do torque e da energia.

Transmissão Hidrostática

Na terminologia comum, todas as vezes que uma bomba de deslocamento variável ou um motor são usados num circuito motor-bomba, o sistema é classificado como sendo de **transmissão hidrostática.**
Numa transmissão hidrostática de circuito fechado, como a ilustrada, uma bomba de deslocamento variável pode variar a taxa do eixo do motor, bem como reverter a rotação do eixo.

Em sistemas de circuito fechado desta natureza, uma bomba pequena, conhecida como bomba de reabastecimento, é usada para repor qualquer vazamento que ocorra no sistema.

Transmissões hidrostáticas de circuito fechado são sistemas compactos. Isso porque o reservatório é pequeno, e porque as controladoras de fluxo e as válvulas direcionais não são necessárias para reverter ou controlar a taxa da rotação do eixo.



Motores Hidráulicos x Motores Elétricos

Os motores hidráulicos têm certas vantagens sobre os motores elétricos. Algumas destas vantagens são:

1. Reversão instantânea do eixo do motor.
2. Ficar carregado por períodos muito grandes sem danos.
3. Controle de torque em toda a sua faixa de velocidade.
4. Frenagem dinâmica conseguida facilmente.
5. Uma relação peso-potência de 0,22 kg/HP comparada a uma relação peso-potência de 4,5 kg/HP para motores elétricos.

Generalização sobre Atuadores Hidráulicos

A velocidade do atuador é função da vazão. A velocidade com a qual a haste de um pistão trabalha é determinada pela vazão de alimentação do volume desenvolvido pela bomba ao pistão.
A velocidade a qual o eixo de um motor hidráulico gira é dependente da vazão (litro/min) da bomba.

A força de ação do atuador é uma função da pressão. A força na saída do atuador, desenvolvida pelo cilindro, é uma função da pressão hidráulica agindo sobre a área do pistão.
A força de ação do eixo de um motor hidráulico é determinada pela quantidade de pressão hidráulica atuando na área exposta do conjunto rotativo do motor.

A potência desenvolvida por um atuador é uma função da velocidade do atuador multiplicada pela força na saída do atuador.
Para um cilindro, a pressão na saída é expressa por kgf/cm^2. A velocidade da haste é indicada por cm/min.

13. Acumuladores Hidráulicos

Um acumulador armazena pressão hidráulica. Esta pressão é energia potencial, uma vez que ela pode ser transformada em trabalho.

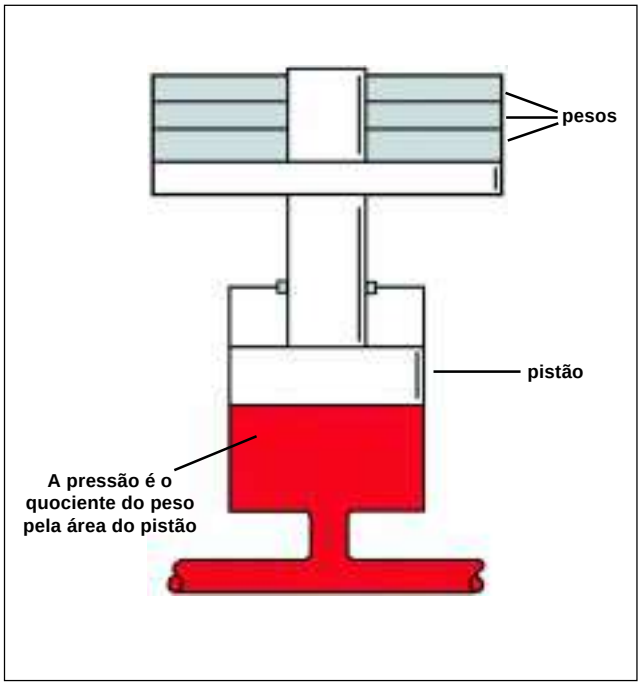
Tipos de Acumuladores

Os acumuladores são basicamente de 3 tipos: carregados por peso, carregados por mola e hidropneumáticos.

Acumuladores Carregados por Peso

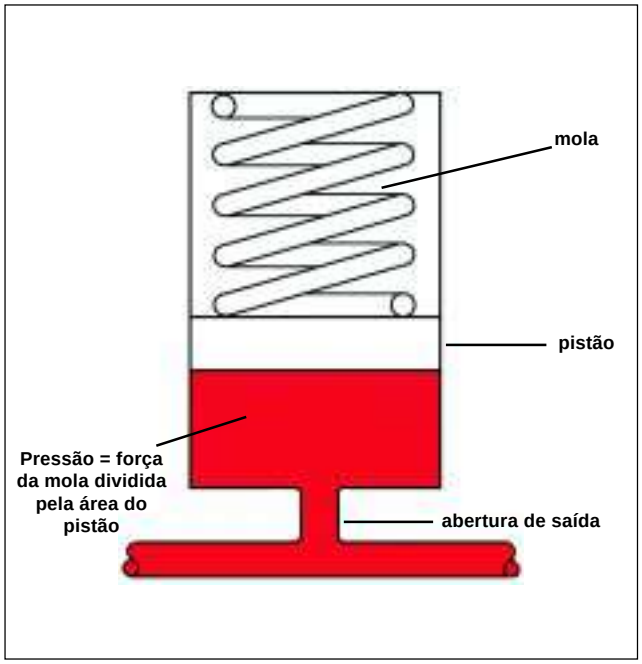
Um acumulador carregado por peso aplica uma força ao líquido por meio de carga com grandes pesos. Como os pesos não se alteram, os acumuladores carregados por peso são caracterizados pela pressão, que é constante durante todo o curso do pistão.

Os pesos utilizados nos acumuladores podem ser feitos de qualquer material pesado como: ferro, concreto, ou mesmo água (acondicionada).
Os acumuladores carregados por peso são, geralmente, muito grandes. Eles podem atender a muitas máquinas ao mesmo tempo, e são usados nas usinas de aço e nas centrais de sistemas hidráulicos.
Os acumuladores carregados por peso não são muito populares por causa do seu tamanho e da inflexibilidade na montagem (eles, geralmente, devem ser montados na vertical).



Acumuladores Carregados à Mola

Um acumulador carregado por mola consiste de: carcaça de cilindro, pistão móvel e mola. A mola aplica a força ao pistão, o que resulta na pressão do líquido. Conforme o líquido é bombeado para dentro do acumulador carregado por mola, a pressão no reservatório é determinada pela taxa de compressão da mola. Em alguns acumuladores deste tipo, a pressão da mola pode ser ajustada por meio de um parafuso de regulagem.
Os acumuladores carregados por mola são mais flexíveis do que o tipo carregado por peso. Eles são menores e podem ser montados em qualquer posição.



Acumuladores Hidropneumáticos

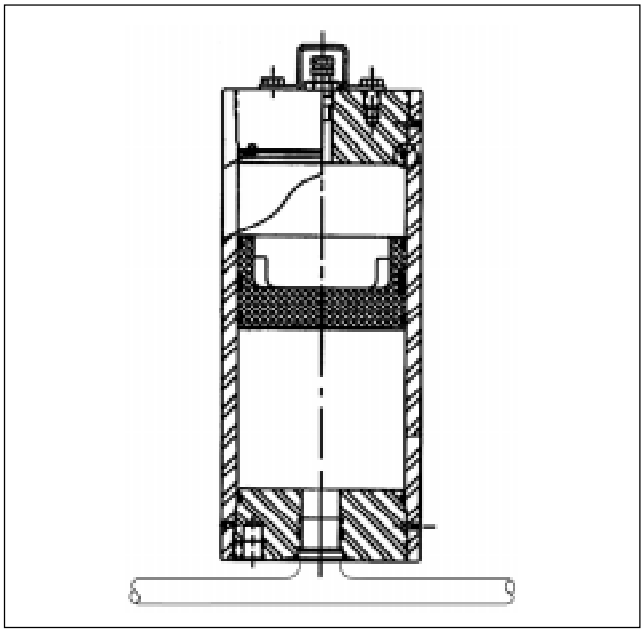
O acumulador hidropneumático é o tipo mais comum de acumulador usado na hidráulica industrial. Esse tipo de acumulador aplica a força do líquido usando um gás comprimido, que age como mola.

Nota: Em todos os casos de acumuladores hidropneumáticos de aplicação industrial, o gás usado é o nitrogênio seco. Ar comprimido não pode ser usado por causa do perigo de explosão - vapor ar-óleo.

Os acumuladores hidropneumáticos estão divididos nos tipos: pistão, diafragma e bexiga. O nome de cada tipo indica a forma de separação do líquido do gás.

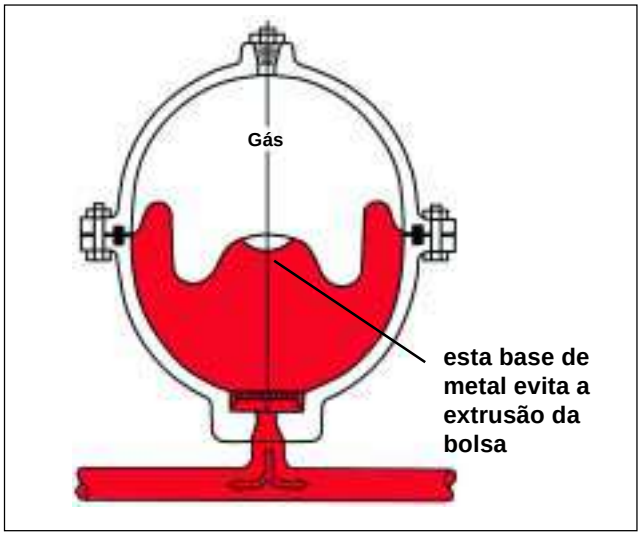
Acumuladores Tipo Pistão

O acumulador tipo pistão consiste de carcaça e pistão móvel. O gás que ocupa o volume acima do pistão fica comprimido conforme o líquido é recalcado na carcaça. Quando o acumulador fica cheio, a pressão do gás se iguala à pressão do sistema.



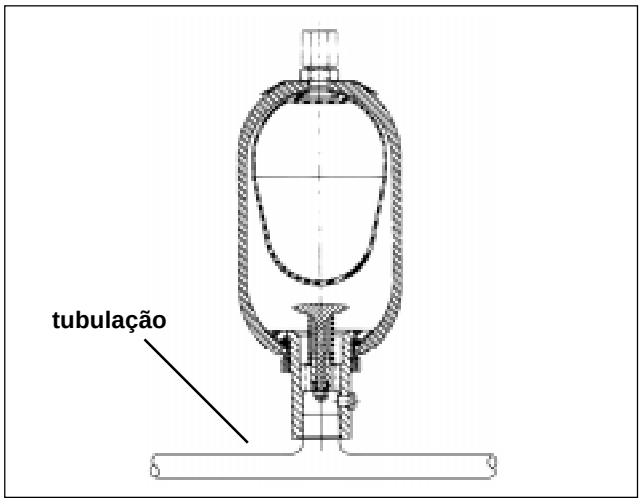
Acumuladores Tipo Diafragma

O acumulador do tipo diafragma consiste de dois hemisférios de metal, que são separados por meio de um diafragma de borracha sintética. O gás ocupa uma câmara e o líquido entra na outra.



Acumuladores Tipo Bexiga

O acumulador tipo balão consiste de uma bexiga de borracha sintética dentro de uma carcaça de metal. A bexiga é enchida com gás comprimido. Uma válvula do tipo assento, localizada no orifício de saída, fecha o orifício quando o acumulador está completamente vazio.



Isotérmico x Adiabático

Isotérmico e adiabático são termos que descrevem como um gás é comprimido.

Isotérmico significa "à mesma temperatura". Indica que todo o calor gerado no processo de compressão é dissipado.

Na compressão adiabática, o calor do processo é retido com o gás. Este é o caso onde a compressão ocorre rapidamente.

Compressão Isotérmica

Todo o calor do gás é dissipado, ele não armazena energia calorífica no processo de compressão da mesma temperatura.

- ▻ Compressão Lenta
- ▻ Ocupa um espaço menor na compressão
- ▻ No enchimento armazena mais fluido
- ▻ Descarrega mais fluido
- ▻ Expandido isotermicamente ocupa mais volume

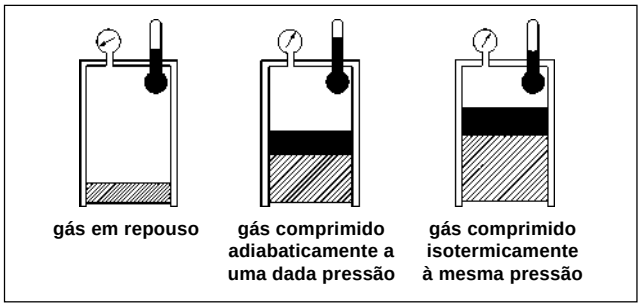
Compressão Adiabática

Todo calor na compressão é retido no gás, armazenando energia calorífica.

- ▻ Ocupa um espaço maior na compressão
- ▻ Compressão ocorre rapidamente
- ▻ No enchimento armazena menos líquido
- ▻ Descarrega menos fluido
- ▻ Expandido adiabaticamente ocupa menos volume (espaço)

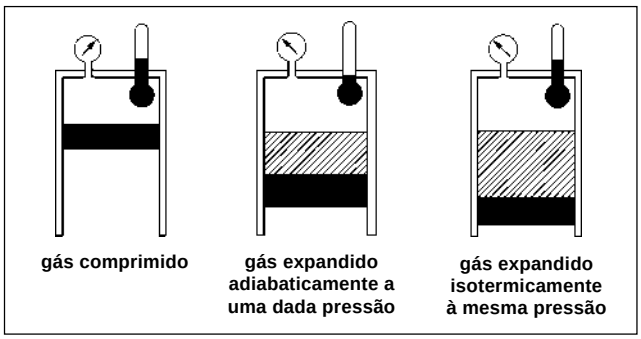
Nota: Temperatura é a quantidade de energia calorífica em trânsito. Temperatura indica a intensidade de calor. Uma vez que os gases expandem quando aquecidos, o gás comprimido em processo adiabático ocupará um espaço maior que um gás comprimido isotermicamente.

Consequentemente, um acumulador hidropneumático que é enchido devagar conterá mais líquido do que o acumulador enchido rapidamente.



Isotérmico e adiabático também descrevem um gás em processo de expansão.

Se o gás expande isotermicamente, então o gás permaneceu à mesma temperatura durante a expansão.
Uma vez que o gás contrai seu volume quando resfriado, um gás expandido adiabaticamente vai ocupar menos volume do que um gás expandido isotermicamente.



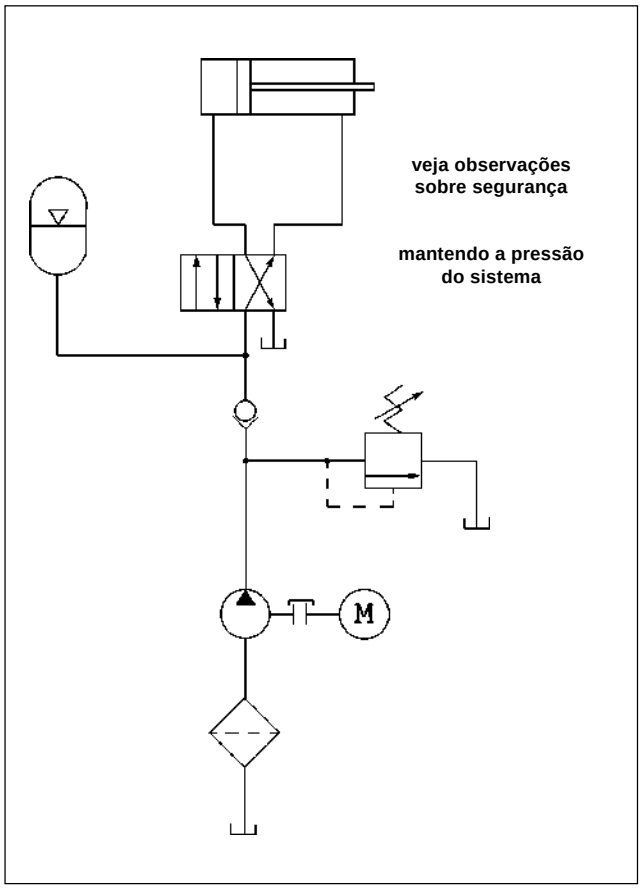
Como resultado, um acumulador hidráulico pneumático, que se esvazia rapidamente, descarregará menos fluido do que um acumulador que foi esvaziado devagar.

No dia-a-dia, os acumuladores hidropneumáticos operam mais ou menos entre as condições isotérmica e adiabática.

Acumuladores no Circuito

Os acumuladores podem desempenhar uma gama muito grande de funções no sistema hidráulico. Algumas dessas funções são: manter a pressão do sistema, desenvolver o fluxo no sistema ou absorver choques no sistema.

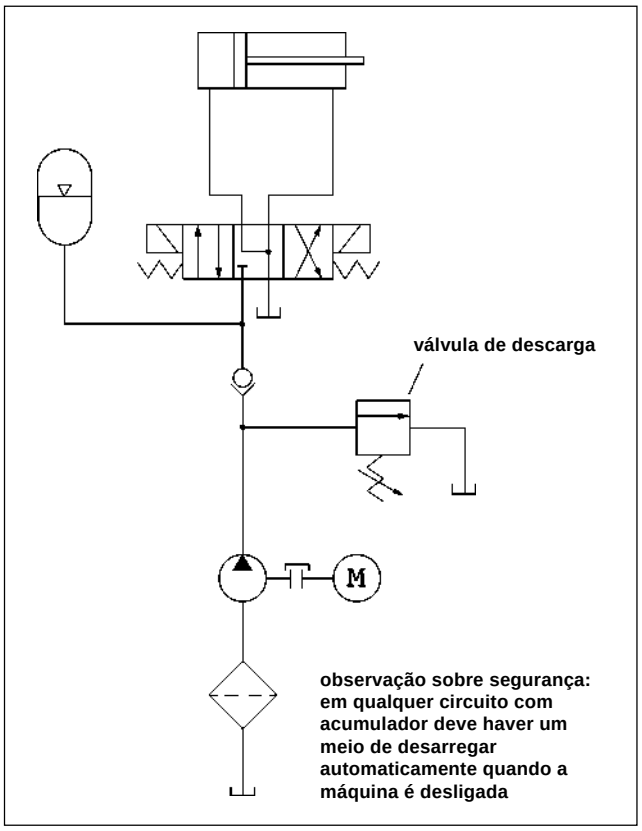
Um acumulador, numa emergência, poderá manter a pressão do sistema. Se a bomba num circuito de prensagem, laminação ou de fixação, falha, o acumulador pode ser usado para manter a pressão do sistema, de modo que o material que está sendo trabalhado não seja danificado. Nesta aplicação, o volume do acumulador é muitas vezes usado para completar o ciclo da máquina.



Um acumulador pode manter a pressão em uma parte do sistema enquanto a bomba estiver suprindo o fluxo pressurizado na outra parte.
Os acumuladores também mantêm a pressão do sistema, compensando a perda de pressão ocorrida por vazamento ou aumento de pressão causado pela expansão térmica.

Os acumuladores são uma fonte de energia hidráulica. Quando a demanda do sistema é maior do que a bomba pode suprir, a energia potencial acumulada no acumulador pode ser usada para prover o fluxo.
Por exemplo, se uma máquina for projetada para executar ciclos de modo aleatório, uma bomba de pequeno volume pode ser usada para encher o acumulador.

No momento de a máquina operar, uma válvula direcional é acionada e o acumulador supre a pressão de fluxo requerida para o atuador. Usando-se um acumulador e uma bomba pequena combinados haverá economia.



Um acumulador é utilizado em alguns casos para absorver os choques dos sistemas.

O choque pode desenvolver-se em um sistema pela inércia de uma carga ligada a um cilindro ou motor hidráulico, ou pode ser causado pela inércia do fluido quando o fluxo do sistema é bloqueado subitamente, ou mudar de direção quando uma válvula de controle direcional é acionada rapidamente. Um acumulador no circuito absorverá um pouco do choque, não permitindo assim que o choque seja inteiramente transmitido ao sistema.

Volume Útil

Um acumulador hidropneumático, que é usado para desenvolver o fluxo do sistema, opera pressões máxima e mínima. Em outras palavras, um acumulador é carregado ou cheio com fluido até que uma pressão máxima seja alcançada e é recarregado a uma pressão mais baixa depois que o trabalho é executado.
O volume líquido que é descarregado entre as duas pressões compõe o volume útil do acumulador.

Pré - Carga

A pressão do gás (nitrogênio seco), que está presente no acumulador hidropneumático quando o mesmo é drenado, é a sua pré-carga. Quanto maior a pré-carga, menor é a quantidade de líquido que o acumulador retém. Contudo, isto não significa que o volume útil é diminuído.

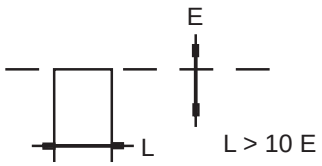
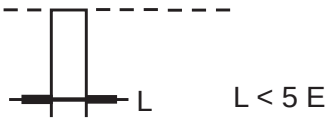
Por exemplo, na tabela seguinte, pode-se ver que um acumulador de 231 in^3, com uma pré-carga de gás de 100 psi, reserva 210 in^3 de fluidos hidráulicos a uma pressão de operação de 2.000 psi, e 202 in^3 de fluido a 1.500 psi, quando carregado adiabaticamente.
Se o acumulador estivesse operando entre 1.500 psi e 2.000 psi, o volume útil seria de 8 in^3.
O mesmo acumulador, com uma pré-carga de 500 psi, reserva 149 in^3 a 2.000 psi, e 128 in^3 a 1.500 psi, quando carregado adiabaticamente. O volume útil, neste caso, é 21 in^3.
A pré-carga do gás para um acumulador hidropneumático é geralmente 100 psi menor do que a menor pressão do sistema.

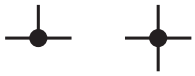
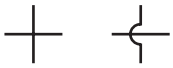
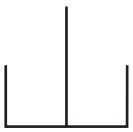
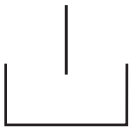
Tabela de Performance Adiabática / Isotérmica - Acumulador 231 pol³

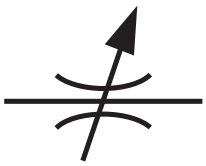
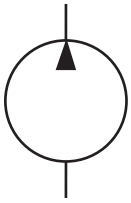
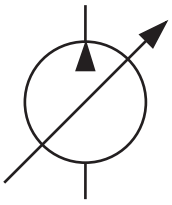
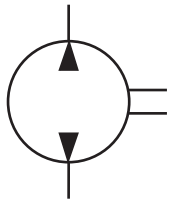
Pressão psi pré-carga gás N_2	Pressão de Operação - psi																					
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1.000	1.100	1.200	1.300	1.400	1.500	1.600	1.700	1.800	1.900	2.000	2.100
100		86.6 112	113 154	144 174	158 187	168 196	175 202	182 207	186 211	190 214	192 216	196 218	198 220	200 222	202 223	204 224	206 225	207 226	209 227	210 227	211 228
200			57.4 76.6	39.7 116	112 141	126 157	138 168	147 178	155 184	161 190	166 195	170 198	174 202	178 204	181 207	184 209	186 211	188 213	190 214	192 215	194 216
300				43.4 58.5	71.4 94.0	91.1 118	105 134	118 148	127 158	136 166	143 173	148 176	153 184	157 188	162 191	165 194	169 197	172 199	174 202	177 203	179 203
400					34.2 46.7	58.8 78.5	77.3 101	92.0 118	103 132	114 143	121 151	128 159	135 165	141 171	145 175	149 179	153 183	157 186	160 189	163 191	165 194
500						28.5 39.3	50.2 67.5	67.0 88.6	80.5 105	91.8 119	102 130	110 139	117 146	123 153	128 159	134 164	138 169	142 173	146 176	149 179	152 182
600							24.6 33.8	43.6 59.0	58.8 78.8	72.1 95.0	83.2 108	92.4 119	101 128	108 136	114 143	120 149	126 154	130 159	132 164	136 168	140 171
700								21.7 29.9	38.6 52.5	53.0 71.1	65.1 86.3	75.5 99.4	84.6 110	92.6 119	99.5 127	106 134	112 141	117 146	121 151	125 155	129 160
800									19.1 26.2	35.0 47.7	48.0 64.5	59.3 79.4	69.4 91.9	78.1 102	85.8 111	92.5 119	99.8 127	105 133	110 139	114 144	119 148
900										17.4 24.1	31.6 43.2	43.6 59.4	54.7 73.3	63.9 84.9	72.5 95.5	80.0 104	86.8 112	92.8 120	98.5 126	104 132	108 137
1000											15.7 21.5	28.7 39.5	40.5 55.0	50.9 68.2	59.5 79.6	67.8 89.7	75.0 98.4	81.5 106	87.5 113	93.0 120	98.0 125
1100												14.2 19.8	26.8 36.6	37.4 58.3	47.2 63.9	55.9 74.7	63.4 89.4	70.4 93.1	76.9 101	82.6 108	88.0 114
1200													13.3 18.6	24.8 34.2	35.0 47.7	44.4 60.0	52.1 70.2	59.8 79.8	66.5 88.2	72.8 95.7	78.5 103
1300														12.3 17.1	23.1 31.8	32.5 44.6	41.0 55.9	49.6 66.3	56.4 75.5	63.1 83.9	69.1 91.1
1400															11.6 15.9	21.7 29.9	30.8 42.2	39.0 53.0	46.3 62.7	53.5 71.9	59.8 80.0
1500																10.6 15.0	20.2 28.0	28.9 39.8	36.9 50.1	44.4 59.8	51.9 68.5

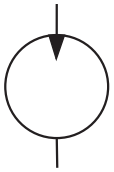
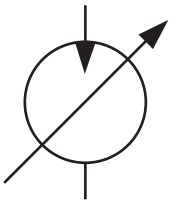
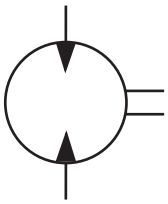
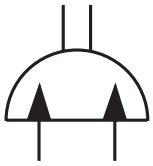
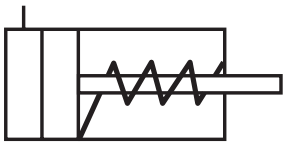
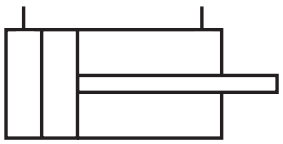
Volume do Fluido Acumulado em Pol³ (IN^3) - 1 Pol³ (IN^3) = 16,387 cm^3 - 1 psi = 0,0703 Kgf/cm^2

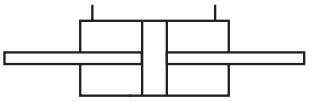
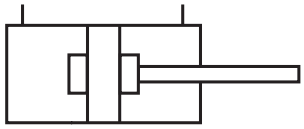
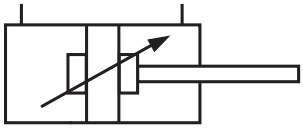
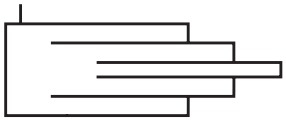
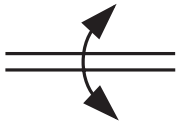
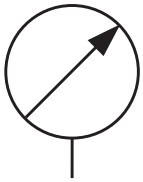
14. Simbologia

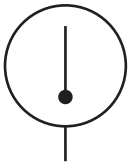
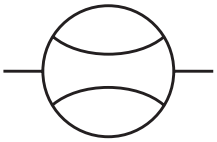
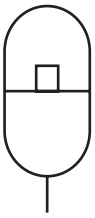
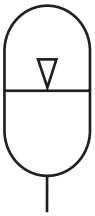
	Linha de pressão
	Linha piloto
	Linha de dreno
	Linha de contorno. Delimita um conjunto de funções em um único corpo
	Conector
	Linha flexível

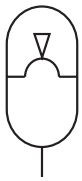
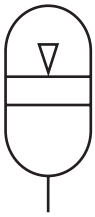
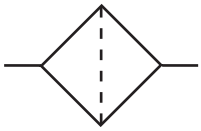
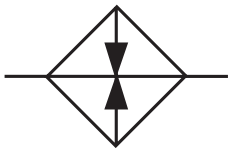
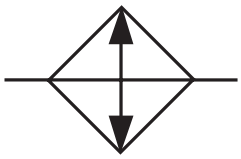
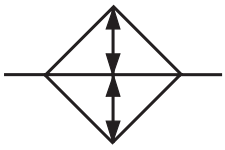
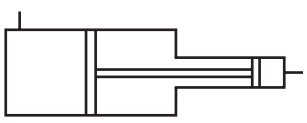
	União de linhas
	Linhas cruzadas não conectadas
	Direção de fluxo
	Reservatório aberto à atmosfera
	Linha terminando abaixo do nível de fluido
	Linha terminando acima do nível de fluido

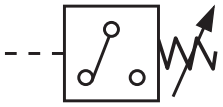
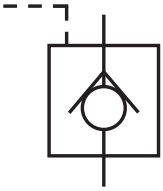
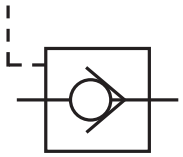
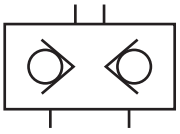
	Linha sob carga
	Plugue ou conexão bloqueada
	Restrição fixa
	Restrição variável
	Bomba simples, deslocamento fixo
	Bomba simples, deslocamento variável
	Bomba reversível com dois sentidos de fluxo

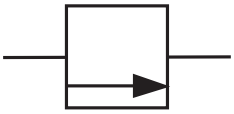
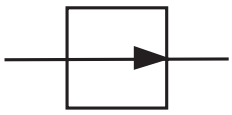
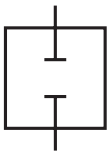
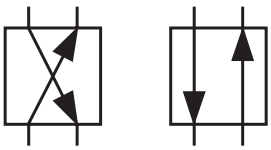
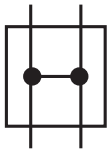
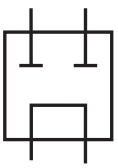
	Motor rotativo, deslocamento fixo
	Motor rotativo, deslocamento variável
	Motor reversível, dois sentidos de fluxo
	Motor oscilante
	Cilindro de simples ação com retração por mola
	Cilindro de ação simples com avanço por mola
	Cilindro de dupla ação

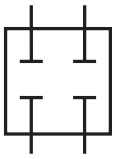
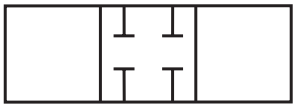
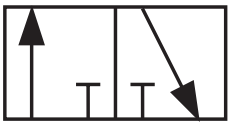
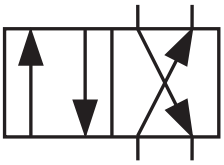
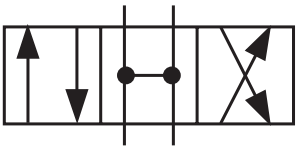
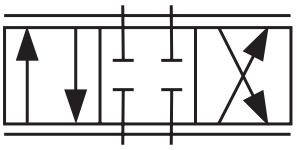
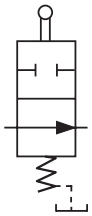
	Cilindro com haste dupla
	Cilindro com dois amortecedores fixos
	Cilindro com dois amortecedores reguláveis
	Cilindro telescópico
	Eixo com rotação em único sentido
	Eixo com rotação nos dois sentidos (reversível)
	Manômetro

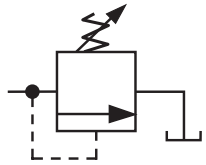
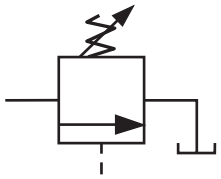
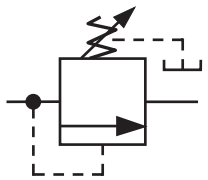
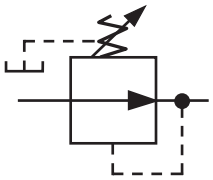
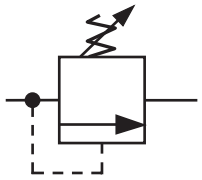
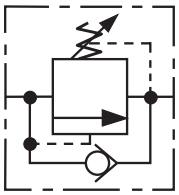
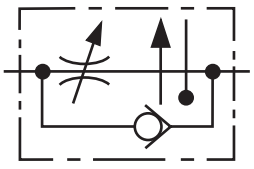
	Termômetro
	Rotâmetro (medidor de fluxo)
	Motor elétrico
	Acumulador por peso
	Acumulador por mola
	Acumulador por gás (genérico)
	Acumulador por gás com bexiga

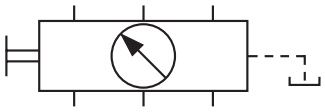
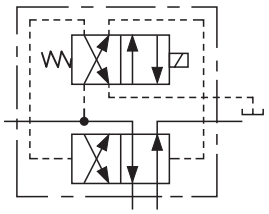
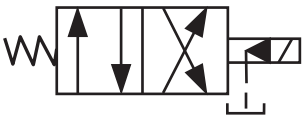
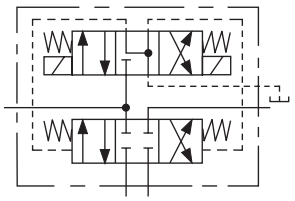
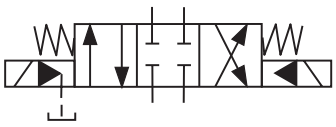
	Acumulador por gás com membrana
	Acumulador por gás com pistão
	Filtro
	Aquecedor na linha
	Regulador de temperatura sem representação das linhas de fluxo do meio refrigerante
	Regulador de temperatura (as setas indicam que o calor pode ser introduzido ou dissipado)
	Intensificador de pressão

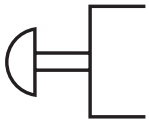
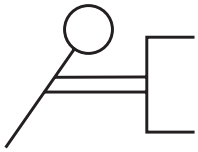
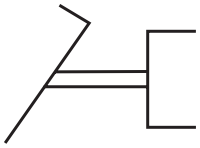
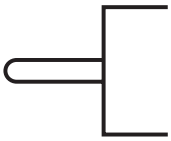
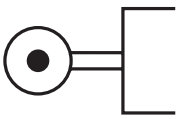
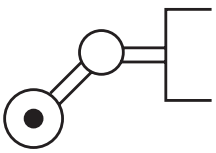
	Pressostato
	Válvula de retenção sem mola
	Válvula de retenção com mola
	Válvula de retenção pilotada para abrir
	Válvula de retenção pilotada para fechar
	Válvula de retenção dupla ou geminada
	Válvula agulha

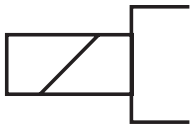
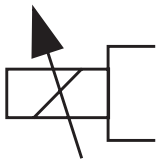
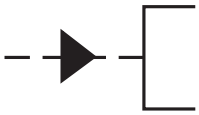
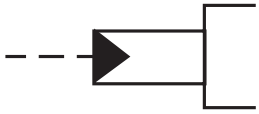
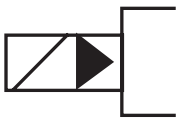
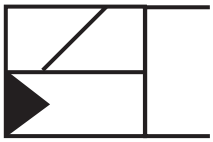
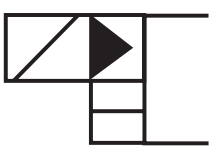
	Componente básico de válvula
	Válvula de passagem única, normalmente fechada
	Válvula de passagem única, normalmente aberta
	Duas conexões bloqueadas
	Duas direções de fluxo
	Duas direções de fluxo interligados
	Uma direção de fluxo em tandem e dois bloqueios

	Quatro conexões bloqueadas
	Passagem de fluxo bloqueada na posição central
	Válvula direcional duas posições, três vias
	Válvula direcional duas posições, quatro vias
	Válvula direcional, três posições, quatro vias (centro aberto)
	Válvula de posicionamento infinito (indicado por barras horizontais de centro fechado)
	Válvula desaceleradora normalmente aberta

	Válvula de segurança
	Válvula de descarga com dreno interno controlada remotamente
	Válvula de sequência atuada diretamente e drenada externamente
	Válvula redutora de pressão
	Válvula de contrabalanço
	Válvula de contrabalanço com retenção integral
	Válvula controladora de fluxo com compensação de pressão e temperatura com retenção integral

	Válvula seletora de manômetro simples
	Válvula seletora de manômetro com manômetro incorporado
	Válvula de controle direcional 4/2 operada por pressão através de uma válvula piloto, comandada por solenóide, com retorno de mola
	Válvula de controle direcional 4/2 (Simplificado)
	Válvula de controle direcional 4/3 operada por pressão através de uma válvula piloto, comandada por solenóide com centragem por molas
	Válvula de controle direcional 4/3 (Simplificada)
	Por ação muscular (símbolo básico, sem indicação do modo de operação)

	Botão
	Alavanca
	Pedal
	Apalpador ou came
	Mola
	Rolete
	Rolete articulado ou gatilho (operando em um único sentido)

	Solenóide com uma bobina
	Solenóide com uma bobina operando proporcionalmente
	Piloto direto
	Piloto indireto
	Solenóide e piloto
	Solenóide ou piloto
	Solenóide e piloto ou mecânico

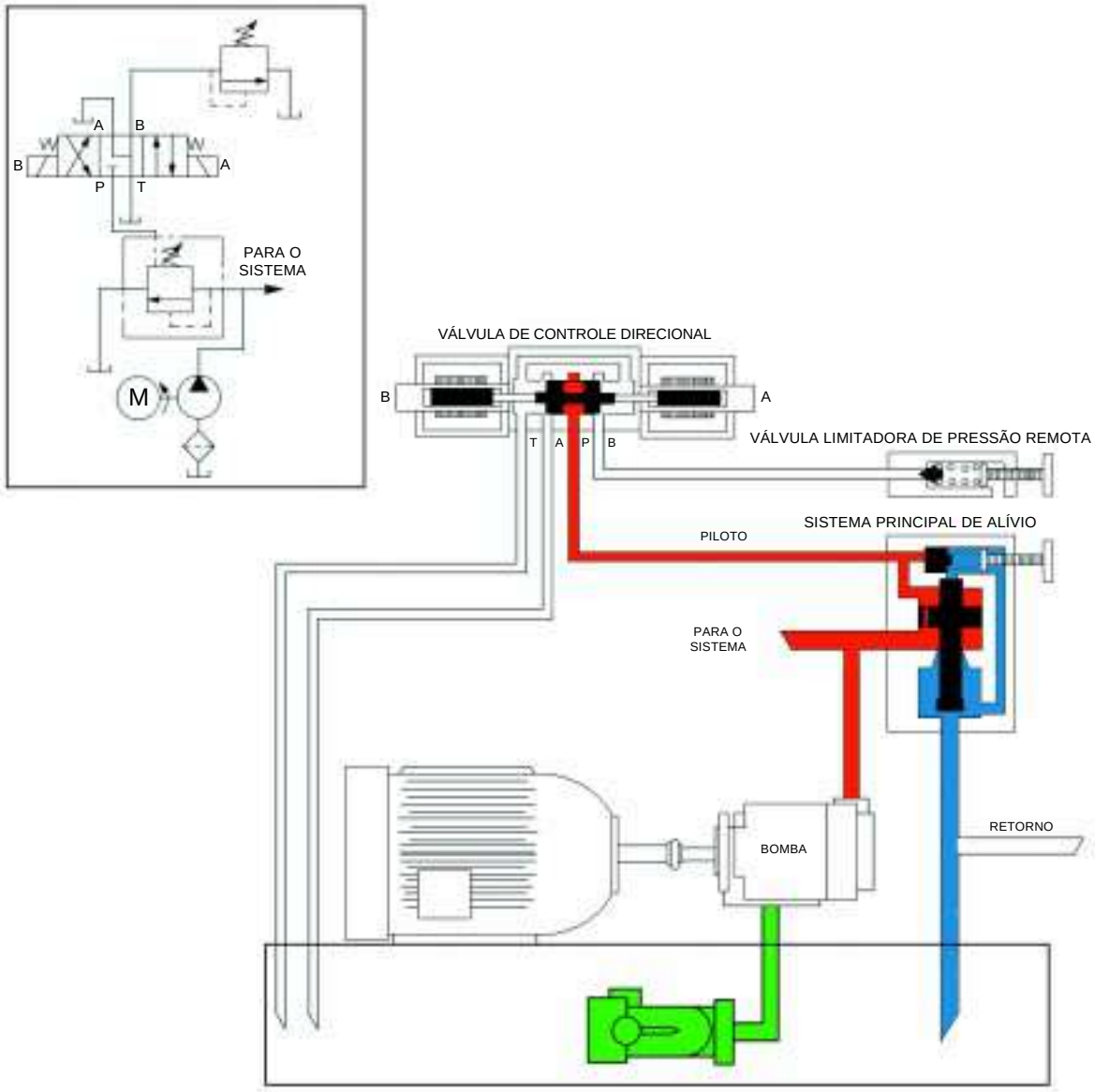
15. Circuitos Hidráulicos Básicos

1. Circuito de Descarga
2. Circuito Regenerativo
3. Válvula Limitadora de Pressão de Descarga Diferencial
4. Circuito de Descarga de um Acumulador
5. Circuito com Aproximação Rápida e Avanço Controlado
6. Descarga Automática da Bomba
7. Sistema Alta-Baixa
8. Circuito de Controle de Entrada do Fluxo
9. Circuito de Controle de Saída do Fluxo
10. Controle de Vazão por Desvio do Fluxo
11. Válvula de Contrabalanço
12. Circuito com Redução de Pressão
13. Válvula de Contrabalanço Diferencial
14. Válvula de Retenção Pilotada

AS SEGUINTES LEGENDAS SERÃO USADAS PARA O CÓDIGO DE CORES DOS DESENHOS:

Vermelho	**: Pressão de alimentação ou operação**
Amarelo	**: Restrição no controle de passagem de fluxo**
Laranja	**: Redução de pressão básica do sistema**
Verde	**: Sucção ou linha de drenagem**
Azul	**: Fluxo em descarga ou retorno**
Branco	**: Fluido inativo**

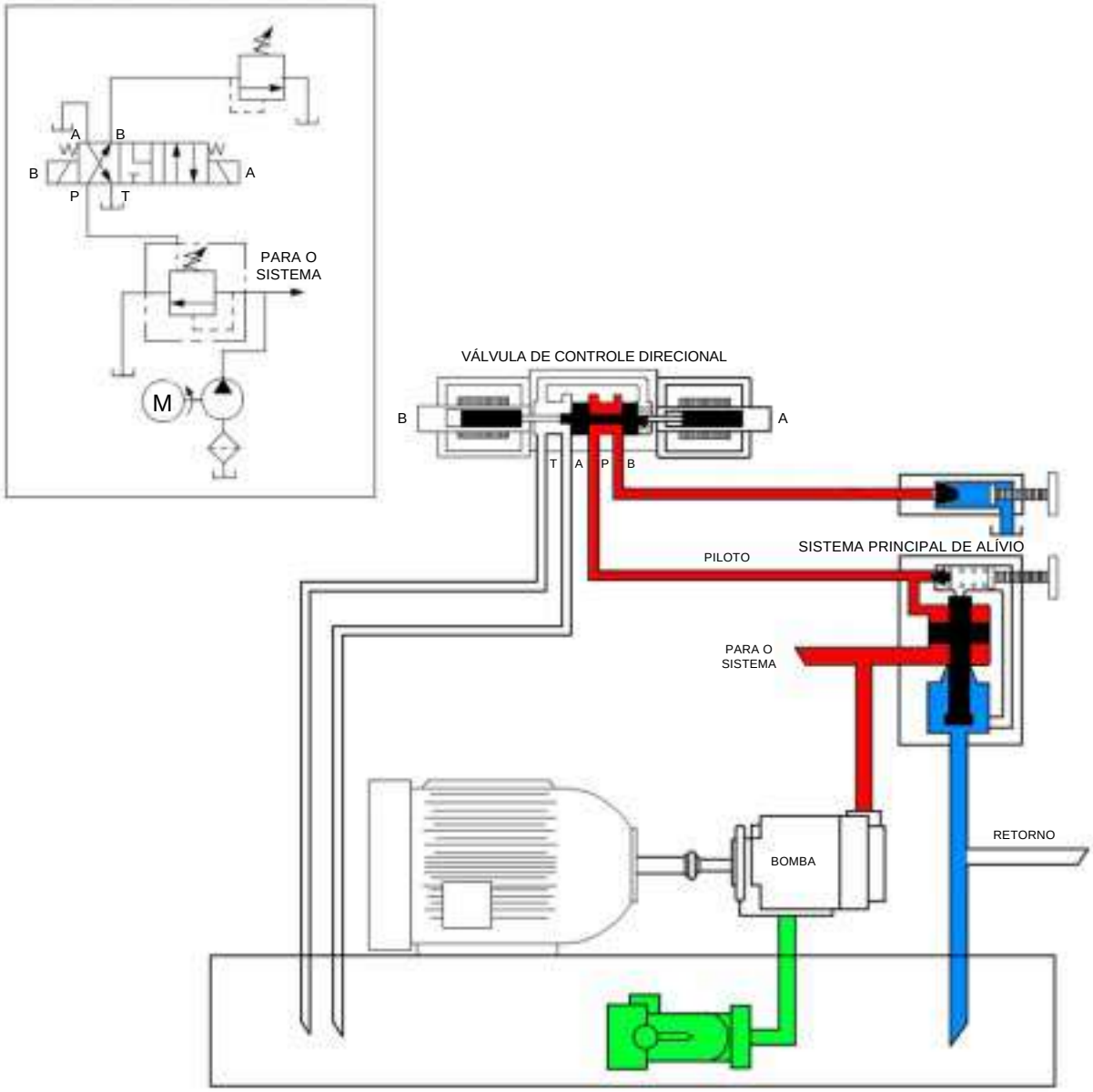
1. Circuito de Descarga



Pressão Alta-Máxima

A válvula de controle direcional não está energizada e nessa condição a linha de pilotagem da válvula limitadora de pressão está bloqueada. A pressão do fluido recalcado é determinada pelo pré-ajuste da válvula de pressão.

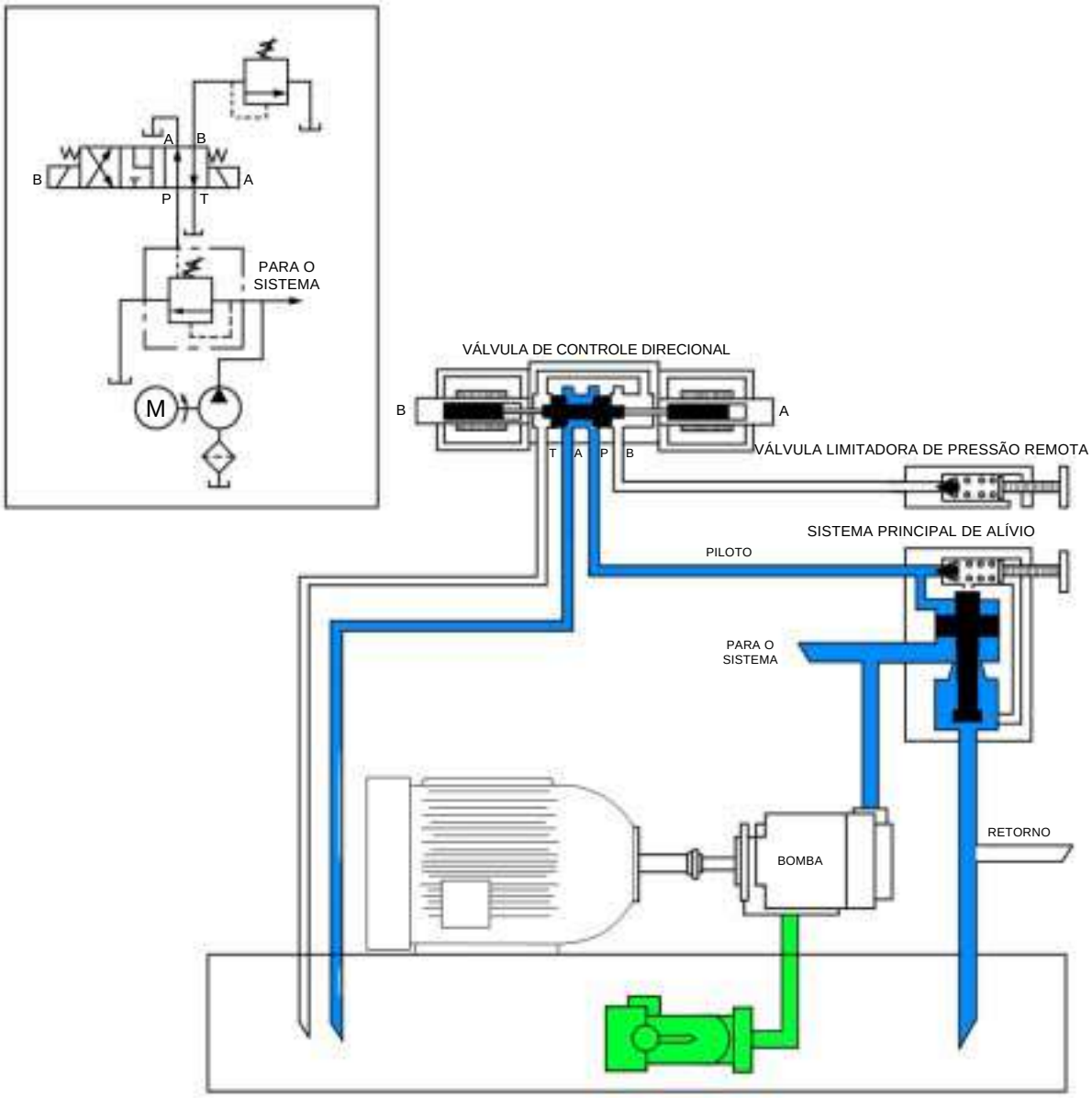
1. Circuito de Descarga



Pressão Intermediária

O solenóide "B" da válvula direcional é energizado. O carretel muda de posição interligando a linha de pressão da válvula limitadora de pressão remota com a linha de pilotagem da válvula limitadora de pressão principal. A pressão do sistema é limitada pela válvula limitadora de pressão remota que, à distância, controla a válvula limitadora de pressão principal.

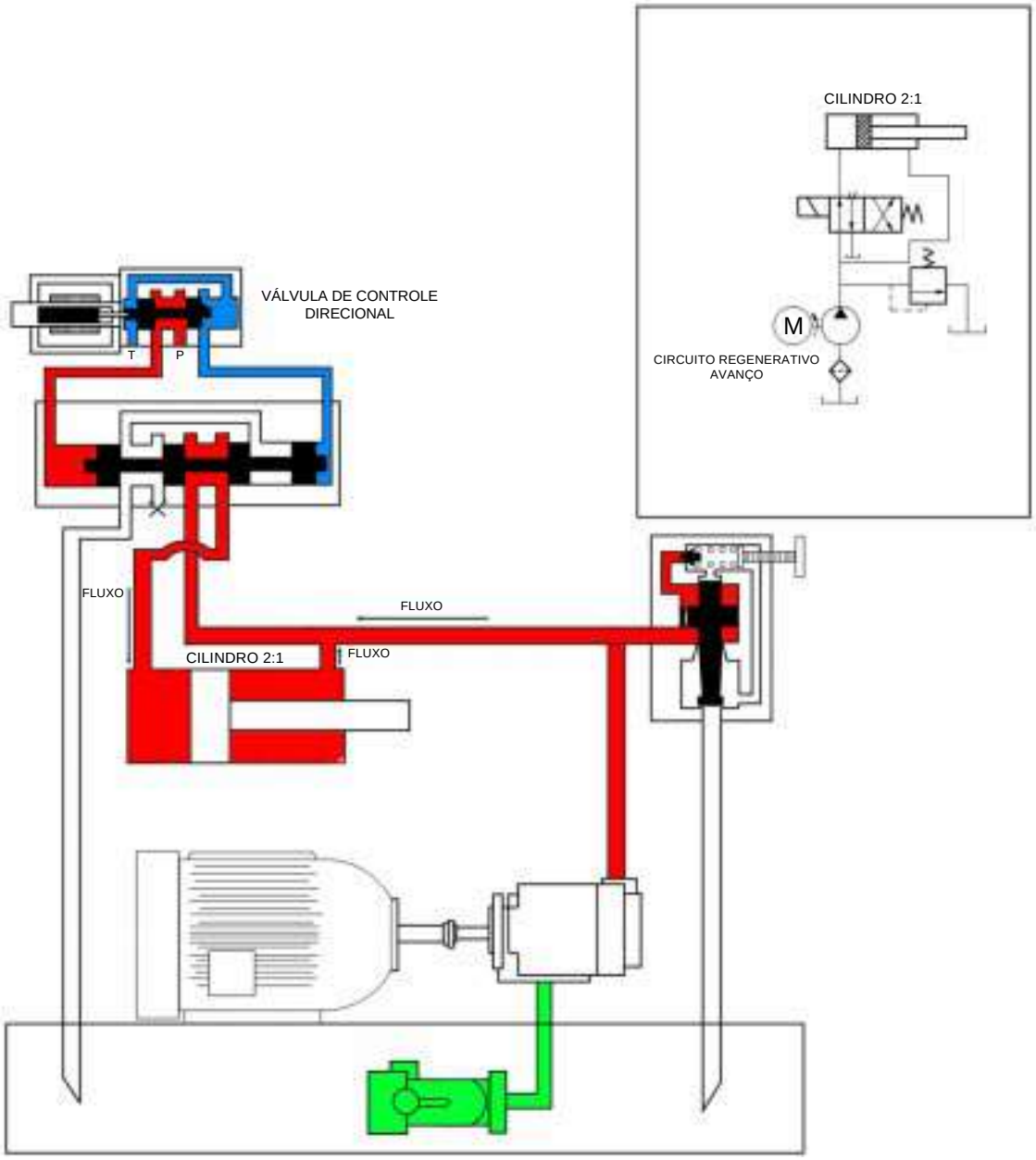
1. Circuito de Descarga



Recirculando

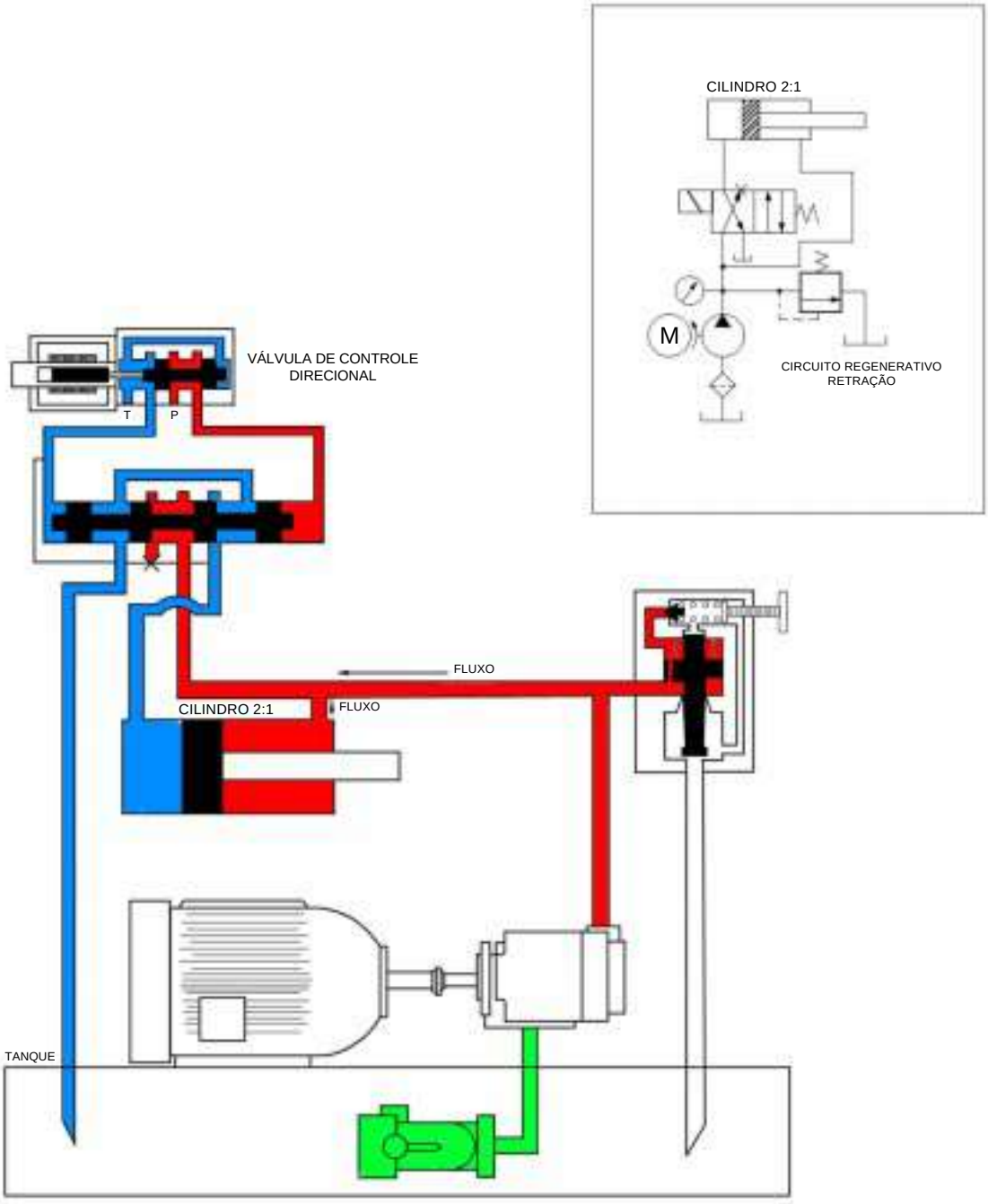
O solenóide "A" é energizado interligando a conexão de pilotagem da válvula limitadora de pressão principal com a linha de retorno para o tanque. Realizando esta operação, a única resistência que o fluido encontra é a resistência da mola que mantém o carretel na sua posição. Isso resulta em uma recirculação do fluxo de óleo para o tanque a uma pressão relativamente baixa.

2. Circuito Regenerativo - Avanço



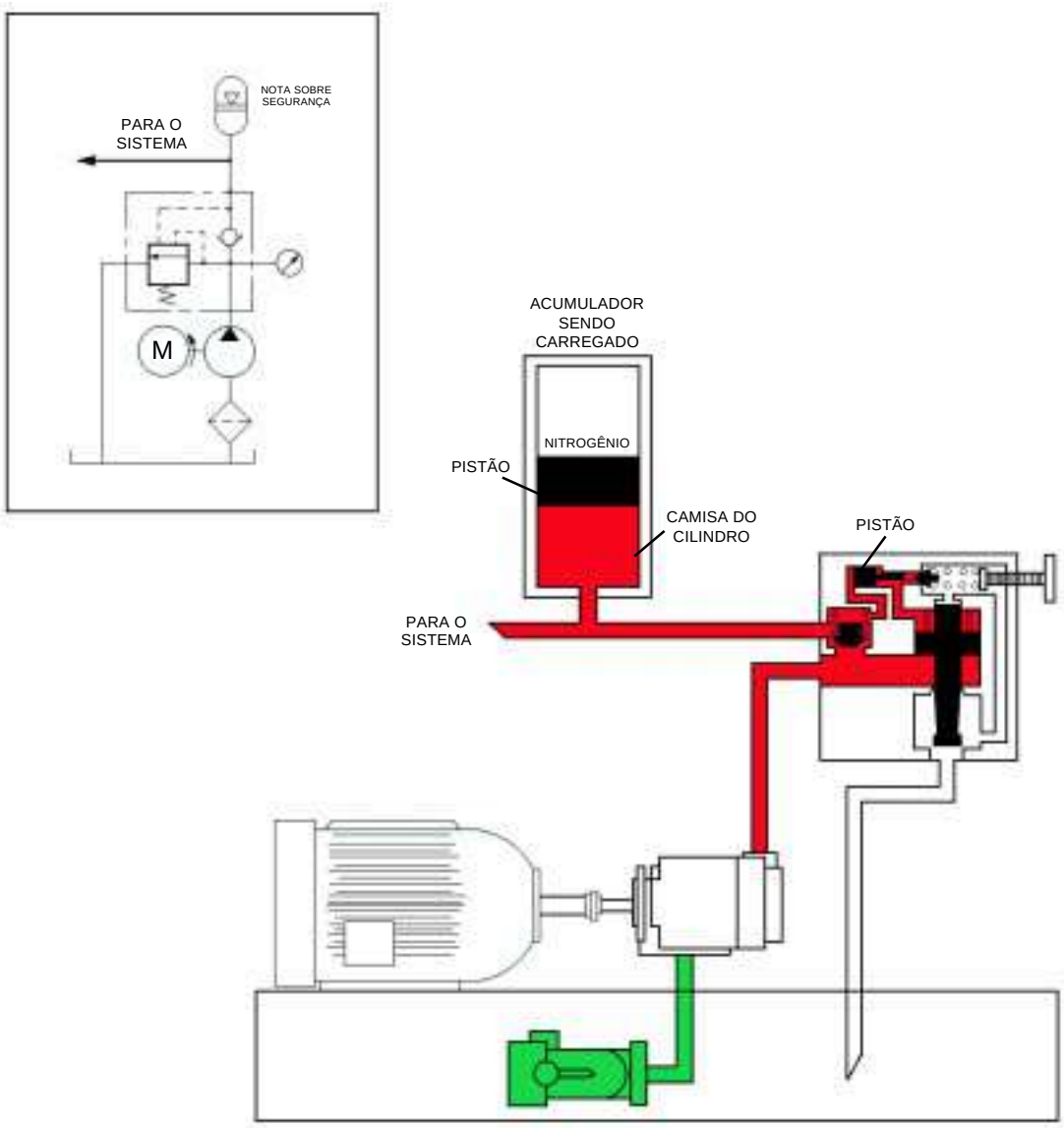
O circuito regenerativo que está ilustrado consiste de uma bomba, uma válvula de alívio, uma válvula direcional com um orifício bloqueado e um cilindro 2:1. Com a válvula direcional na posição mostrada, ambos os lados do pistão do cilindro estão sujeitos à mesma pressão. O desequilíbrio de força resultante provoca o avanço da haste. A descarga de fluido do lado da haste é adicionada ao fluxo da bomba. Visto que, em um cilindro 2:1 a descarga de fluido do lado da haste é sempre a metade do volume que entra do lado traseiro, o único volume que é bombeado pelo fluxo da bomba é a outra metade do volume que entra do lado traseiro. Para calcular a velocidade da haste de um cilindro 2:1 quando este está em regeneração, a seção transversal da haste é usada nos cálculos.

2. Circuito Regenerativo - Retorno



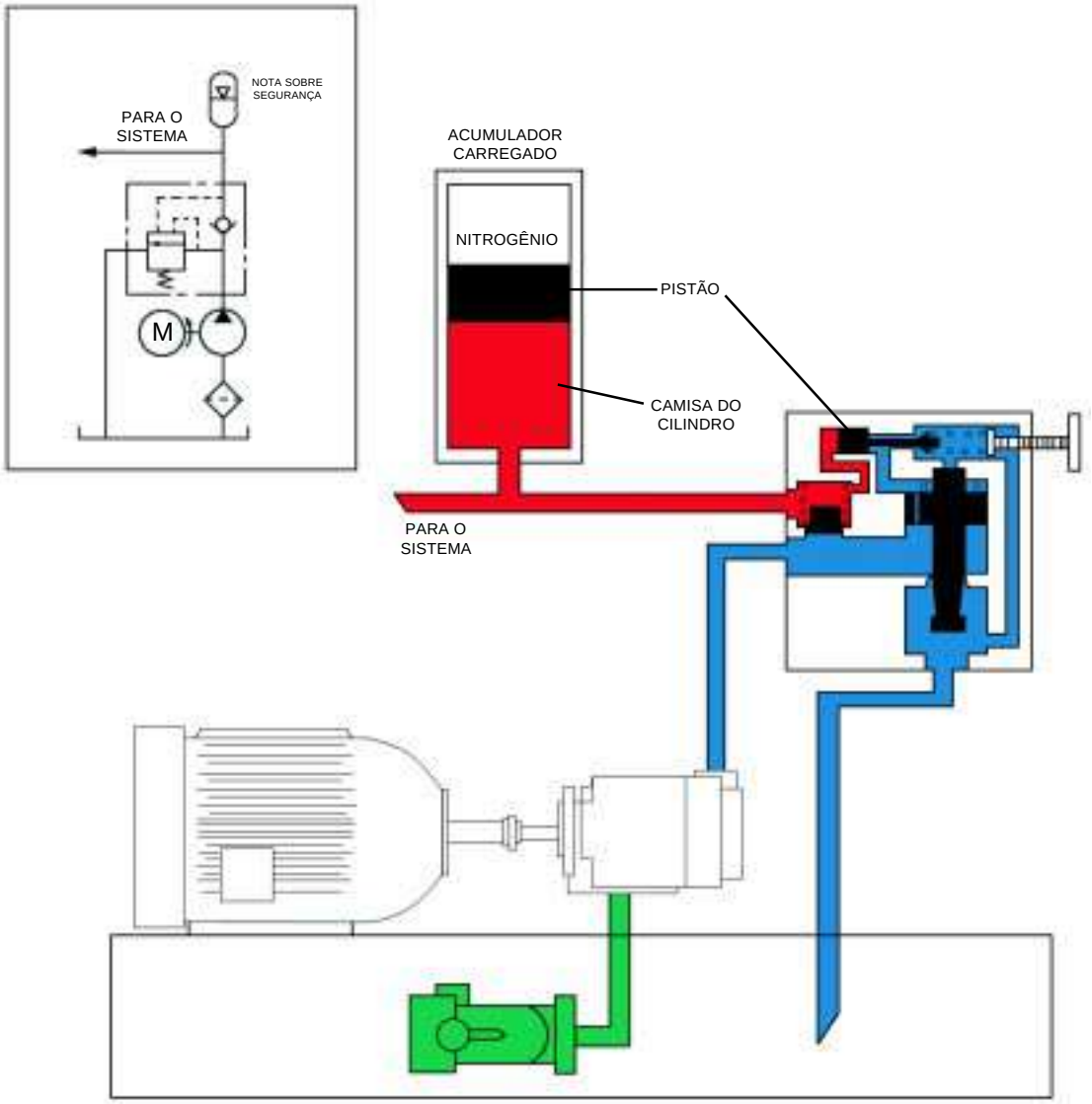
Para recuar a haste do cilindro, aciona-se a válvula direcional. A parte traseira do cilindro é drenada para o tanque. Todo o fluxo e a pressão da bomba são dirigidos para o lado da haste. Visto que a bomba está despejando o mesmo volume que o da parte traseira (metade do volume da parte traseira) a haste recua à mesma velocidade.

3. Válvula Limitadora de Pressão de Descarga Diferencial



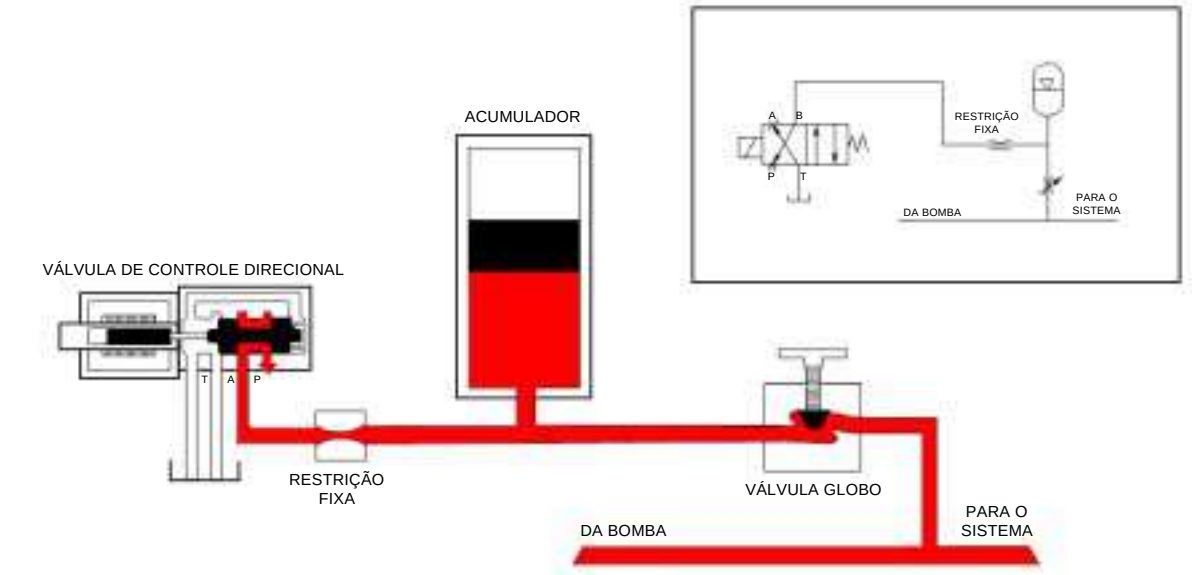
Um pistão diferencial é montado em um furo oposto ao plugue da válvula piloto. Em cada extremidade do piloto, as áreas expostas à pressão são iguais. Durante o tempo em que o acumulador está sendo carregado, a pressão em cada extremidade do pistão é igual.

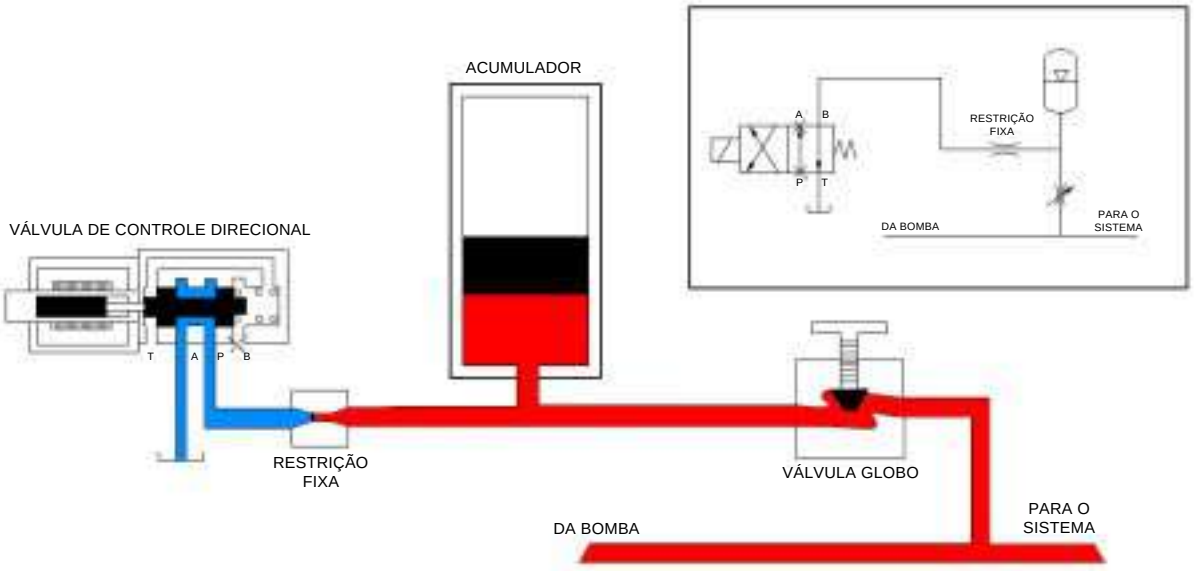
3. Válvula Limitadora de Pressão de Descarga Diferencial



Quando o acumulador é carregado, o pistão é forçado contra o plugue e força-o contra o assento. Isso move o carretel principal contra a mola. A válvula limitadora de pressão é então drenada. Ao mesmo tempo, a válvula de retenção fecha, impossibilitando a descarga do acumulador através da válvula de alívio. Neste ponto, obtém-se a pressão máxima no acumulador.

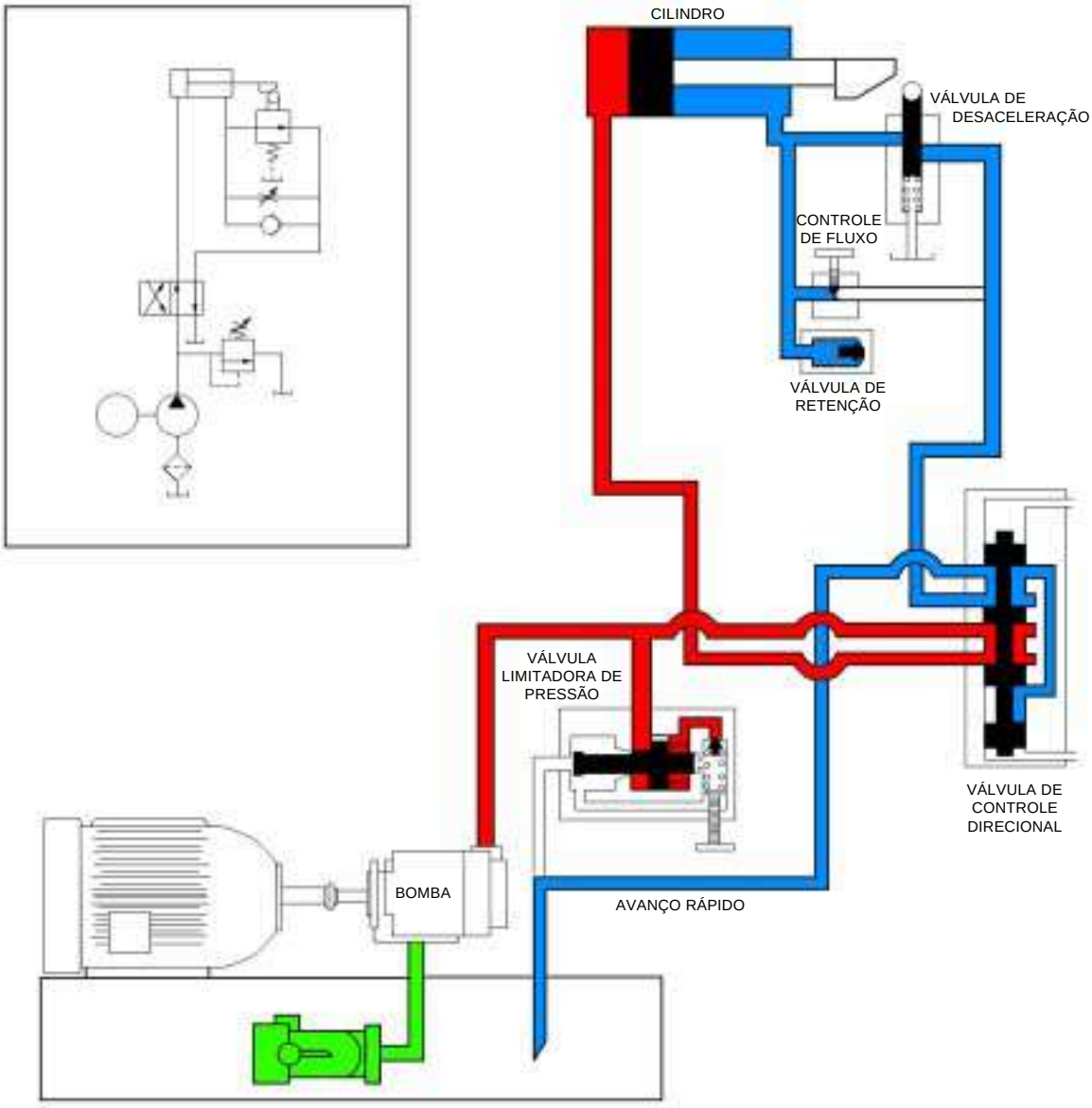
4. Circuito de Descarga de um Acumulador





Em qualquer circuito com acumulador, é necessário um descarregamento automático quando o sistema não está em uso. Isso pode ser obtido usando-se uma válvula direcional 4/2 simples solenóide convertida em uma 2/2 simples solenóide.
No exemplo, a válvula solenóide convertida para duas vias pode ser energizada quando o motor é ligado. Isto bloqueia o fluxo da válvula e permite o carregamento do acumulador.

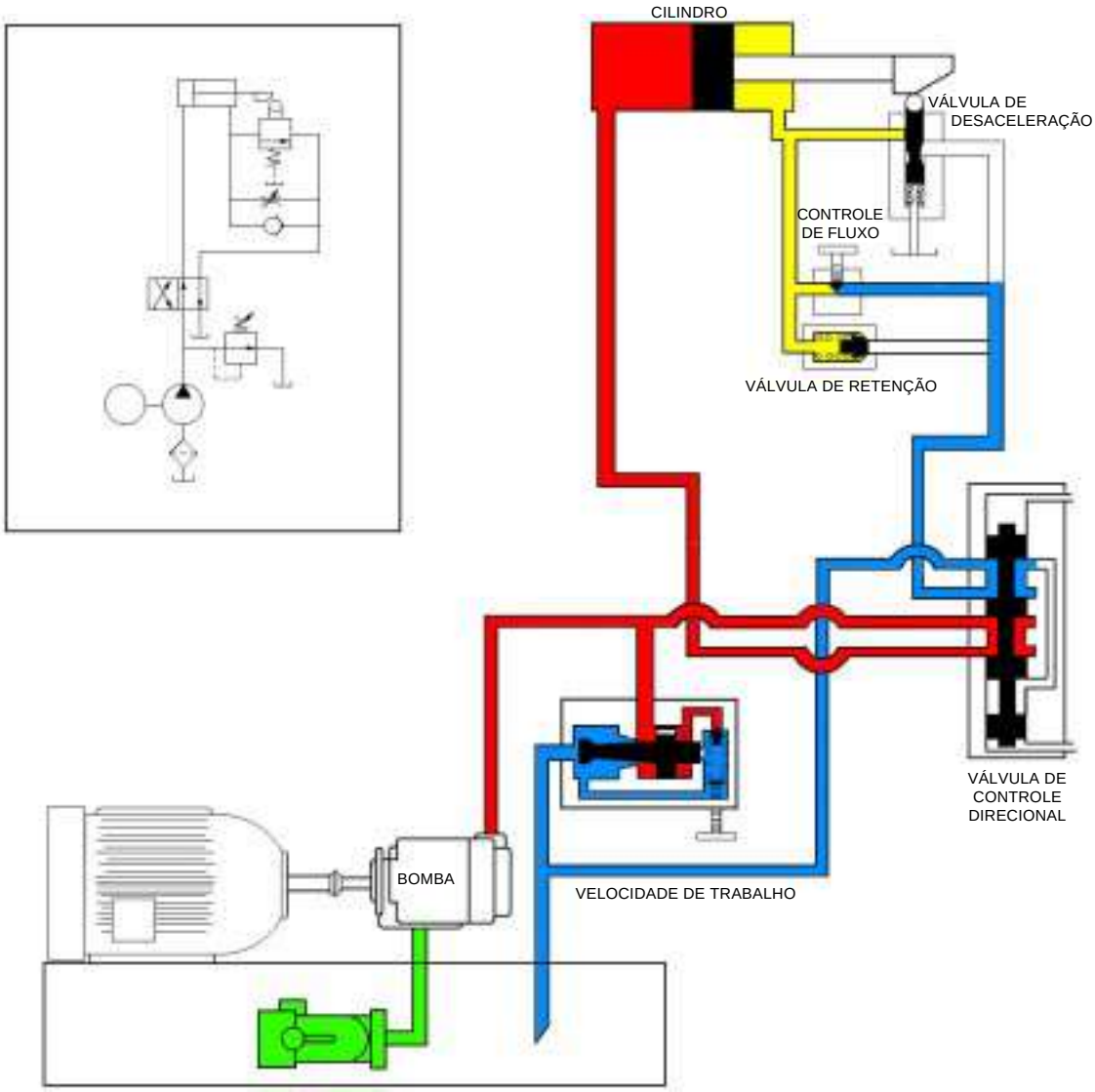
5. Circuito com Aproximação Rápida e Avanço Controlado



Avanço Rápido

Em muitos circuitos hidráulicos, um avanço rápido do cilindro é necessário até que a porção de avanço aproxime-se da área de trabalho. Este circuito é conhecido como um circuito com aproximação rápida e avanço controlado. Para esta parte do circuito, a válvula direcional foi acionada e o fluxo da bomba é remetido para o cabeçote traseiro do cilindro. O fluxo de óleo da caixa flui livremente pela válvula de desaceleração. O fluido se movimentará através da válvula de controle direcional e voltará para o tanque.

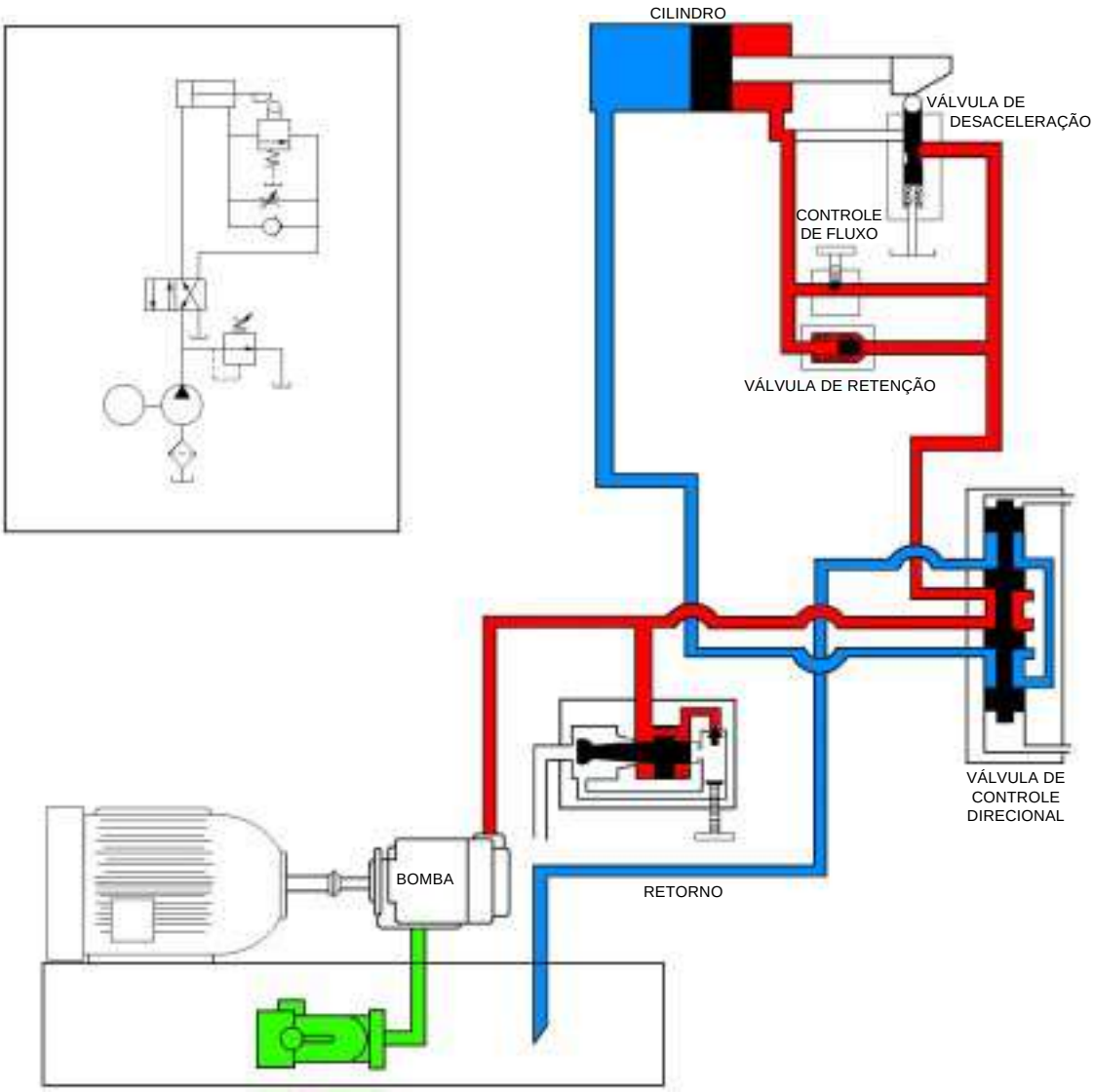
5. Circuito com Aproximação Rápida e Avanço Controlado



Velocidade do Trabalho

É neste ponto do circuito que o came conectado à ponta da haste do cilindro aciona a válvula de desaceleração. À medida que o came aciona o rolete, o fluxo através da válvula é gradualmente cortado. Esta válvula permite que uma carga ligada ao pistão do cilindro seja retardada a qualquer ponto do seu percurso, desde que o amortecimento ainda não esteja operando. No restante do percurso, o óleo que sai do lado do cabeçote dianteiro do pistão passará pela válvula de controle de vazão (ajustada à taxa de trabalho necessária), passando pela válvula de controle direcional e de volta ao tanque. Deve ser notado que a válvula limitadora de pressão abriu porque o controle de vazão excedeu à resistência do sistema.

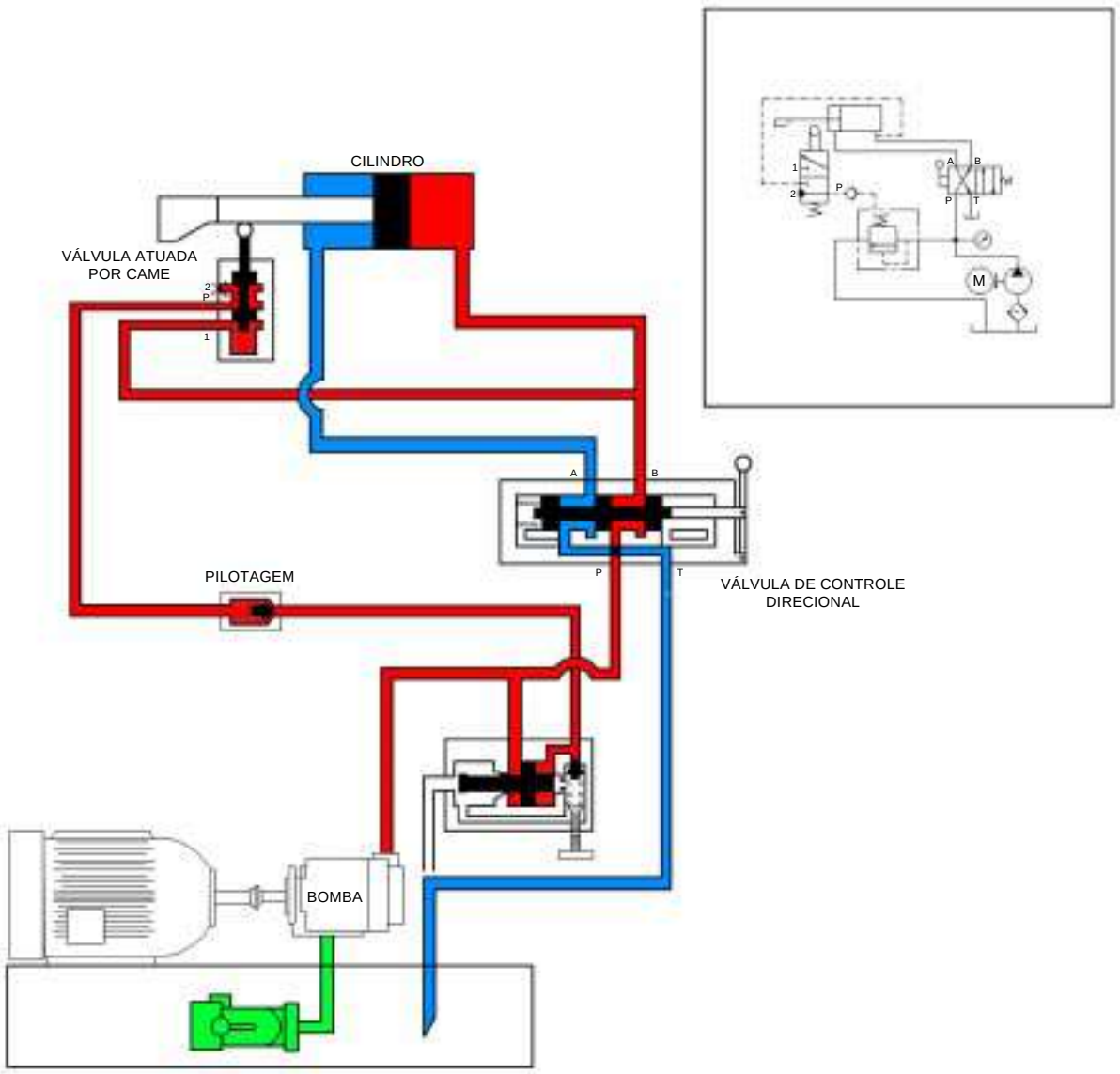
5. Circuito com Aproximação Rápida e Avanço Controlado



Retorno

Neste croqui, o fluxo da bomba é direcionado através da válvula de controle até a válvula de retenção, a válvula de controle de vazão e a válvula de desaceleração. Pelo fato da válvula de retenção oferecer menor resistência, a maior parte do fluxo passará por ela. O fluido que sai da parte traseira do cilindro é direcionado através da válvula de controle direcional e de volta ao tanque.

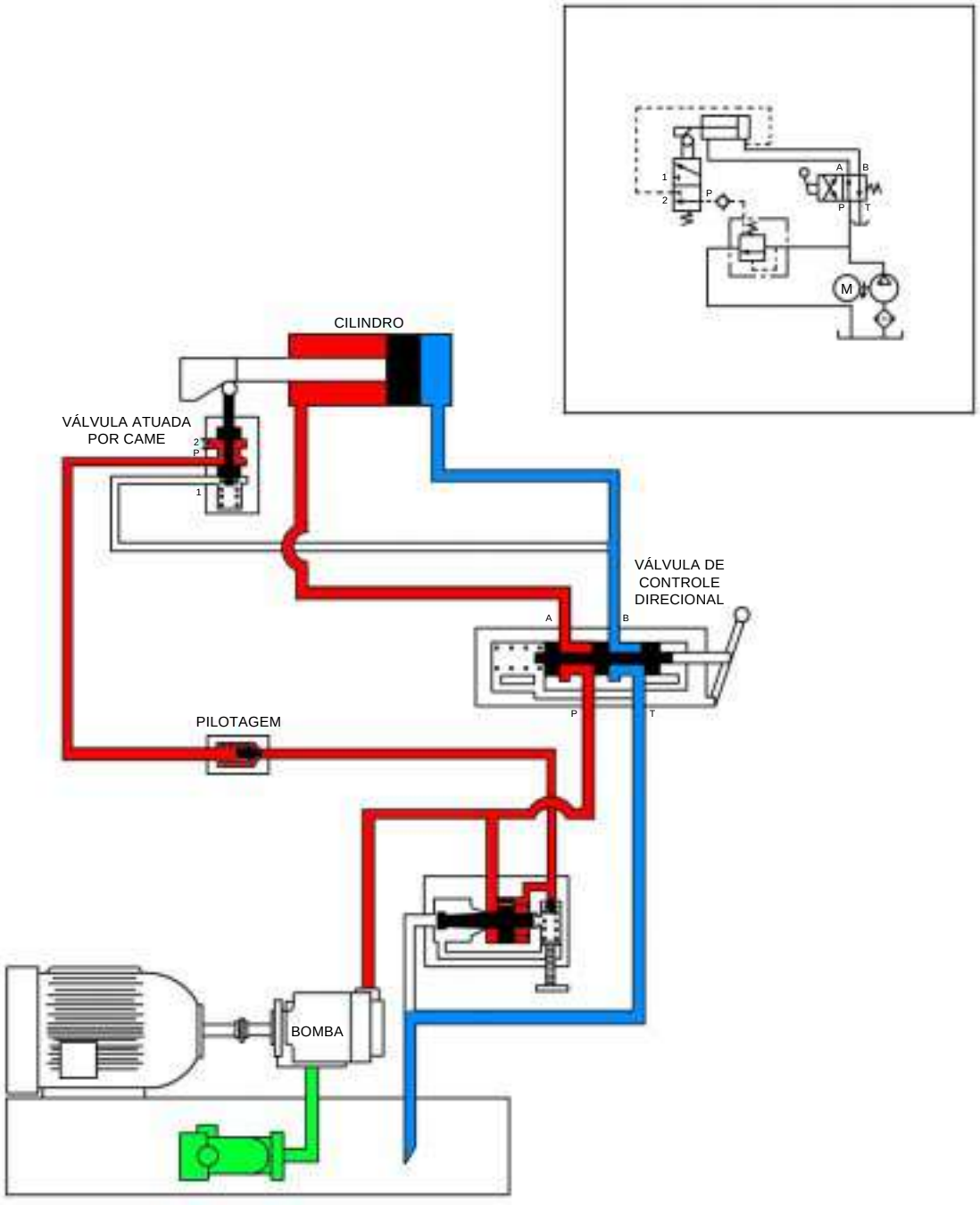
6. Descarga Automática da Bomba



Cilindro Avançado

Para fazer um cilindro avançar, a válvula direcional é atuada. Isto direciona o fluxo da bomba para o cabeçote traseiro do cilindro, bem como fecha a válvula de retenção. Com a válvula de retenção fechada, o fluxo da pilotagem pára e a pressão de trabalho é obtida.

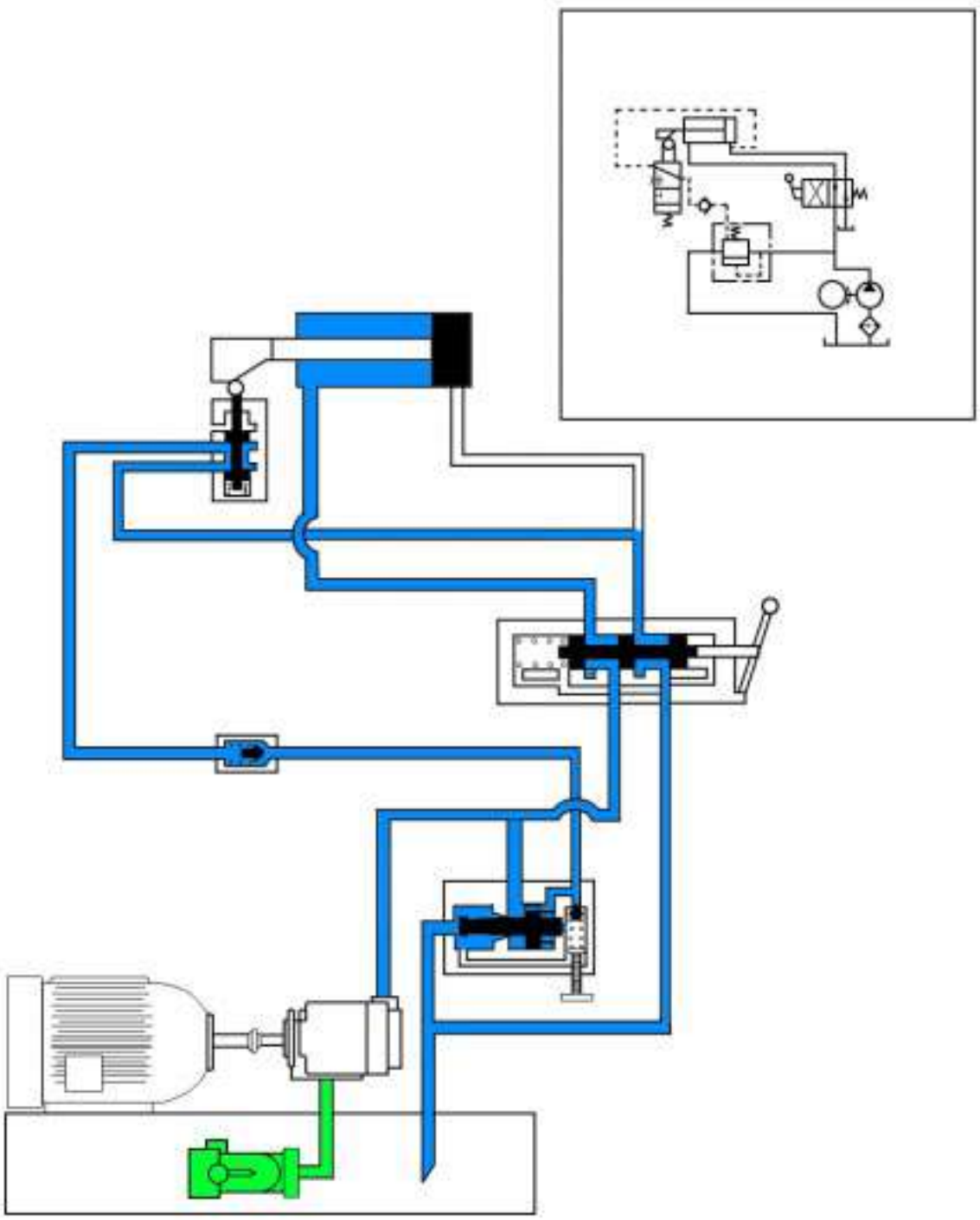
6. Descarga Automática da Bomba



Cilindro Retornando

Para o retorno do cilindro, a válvula de controle direcional é manualmente atuada. Isto direciona o fluxo da bomba para o cabeçote dianteiro do cilindro. A linha de pilotagem da válvula limitadora de pressão permanece fechada até o cilindro estar completamente retornado.

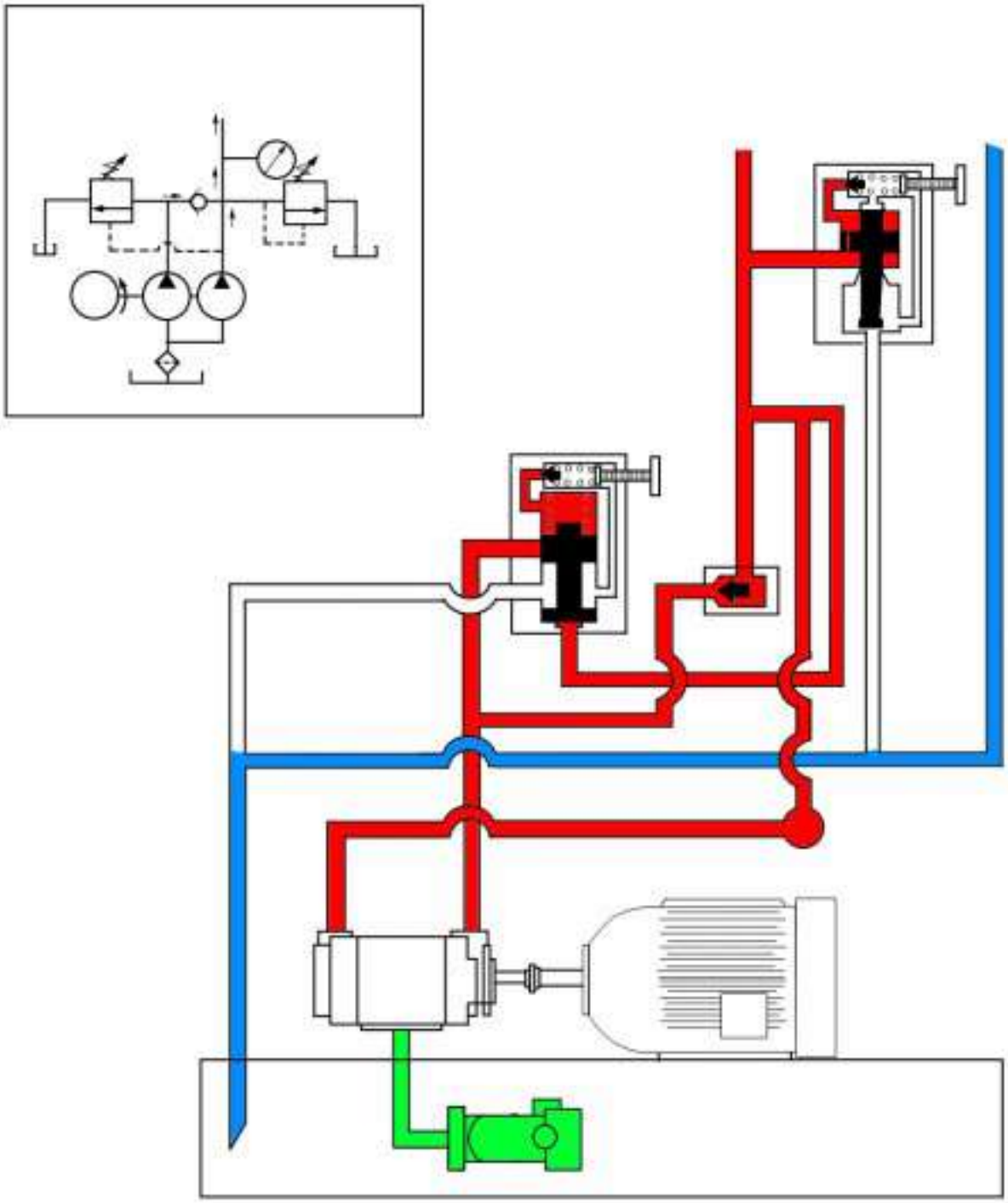
6. Descarga Automática da Bomba



Bomba em Descarga

No final do retorno do cilindro, o came da válvula é atuado. Isto possibilita a passagem do fluido na linha de drenagem da válvula limitadora de pressão para o tanque. Por sua vez a válvula limitadora de pressão abre, causando a recirculação da bomba a uma baixa pressão.

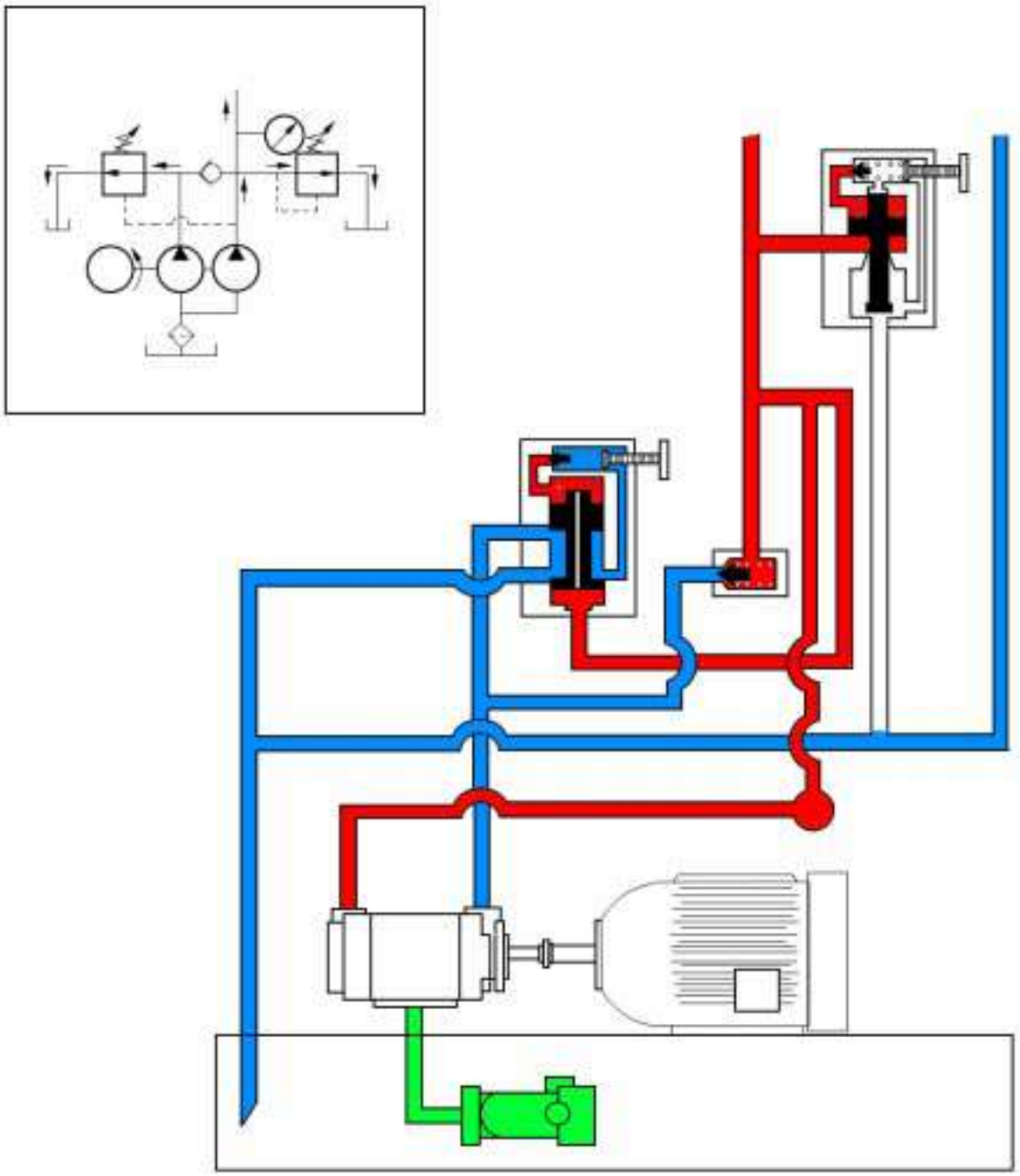
7. Sistema Alta-Baixa



Operação à Baixa Pressão

O sistema alta-baixa satisfaz a demanda de um sistema através da combinação de uma bomba de 170 l/min e uma outra bomba de 19 l/min. Quando o motor elétrico é ligado, a vazão da bomba de 170 l/min passa através da válvula de retenção somando-se à vazão da bomba de 19 l/min; 189 l/min então passam pelo sistema, possibilitando o avanço do cilindro a uma pressão relativamente baixa.

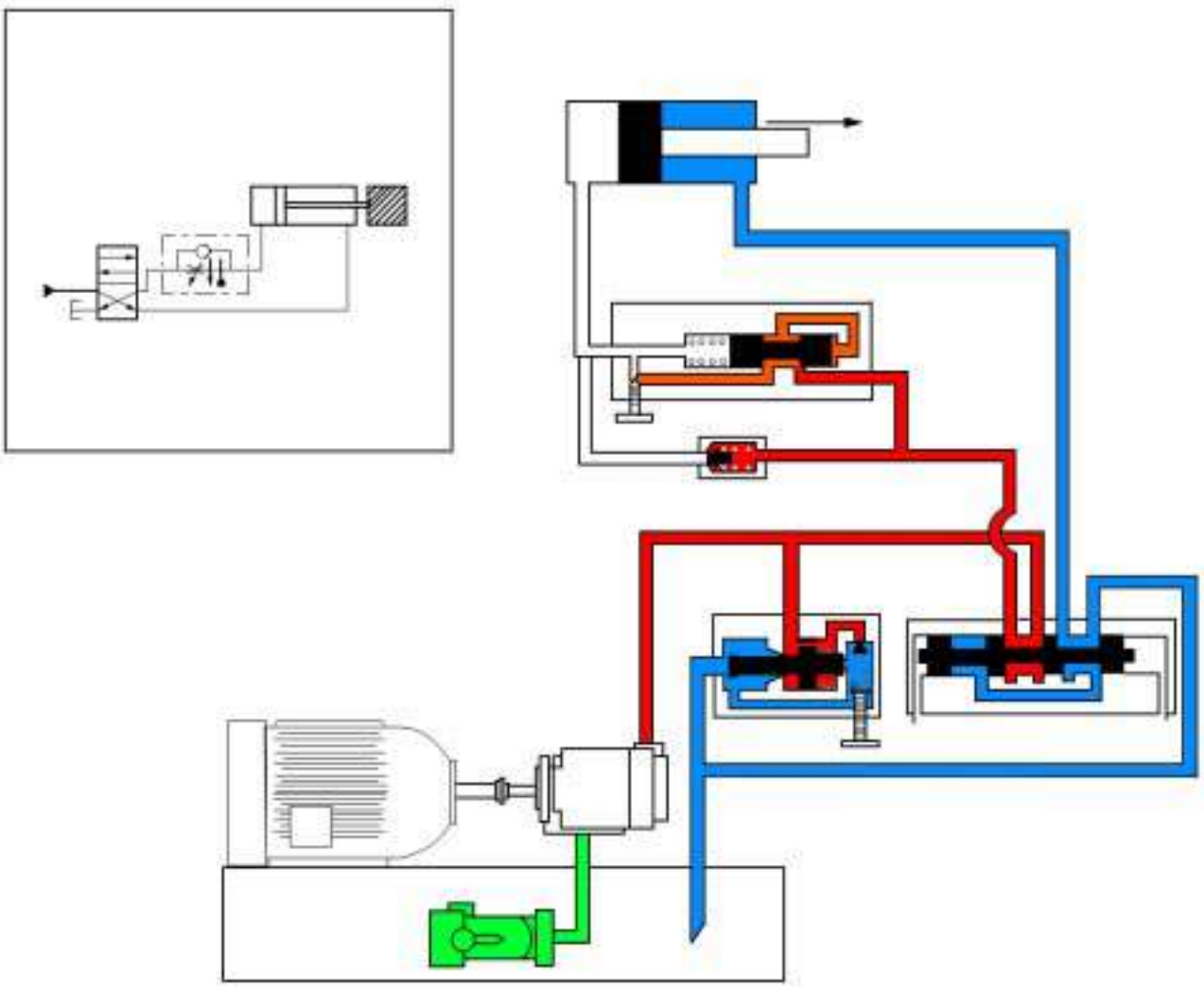
7. Sistema Alta-Baixa



Operação à Alta Pressão

Quando a carga de trabalho é atingida bem como a pressão de trabalho, a pressão da bomba começa a aumentar contra a válvula limitadora de pressão ajustada para 100 kgf/ cm^2 .
Quando a pressão chega a 35 kgf/cm^2 a válvula de descarga normalmente fechada abre, permitindo que a bomba de 170 l/min descarregue para o tanque a sua vazão, enquanto a bomba de 19 l/min continua a trabalhar. Esta operação elimina a geração desnecessária de força pela bomba de 170 l/min.

8. Circuito de Controle de Entrada do Fluxo

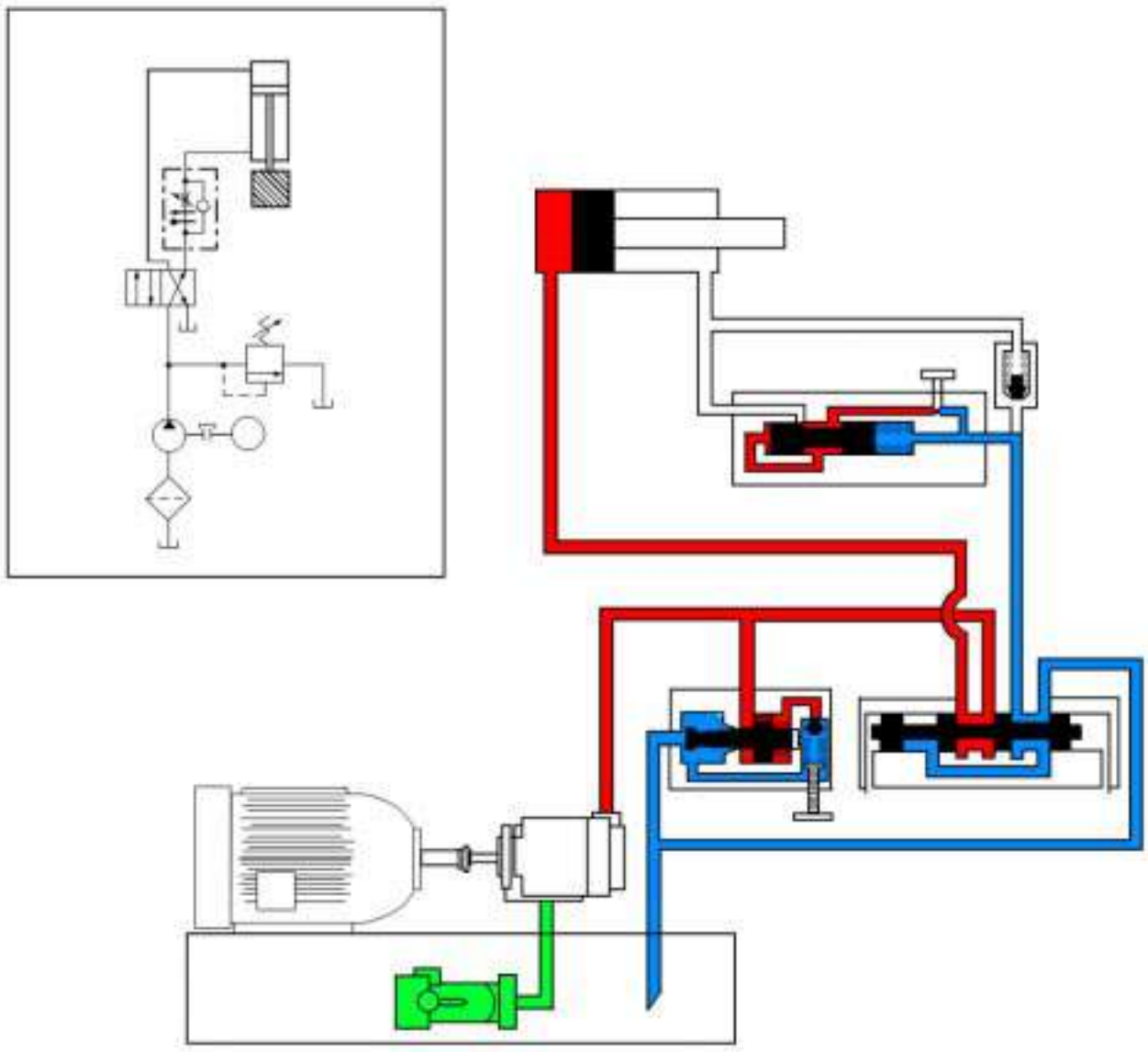


No circuito ilustrado, a válvula de controle de fluxo com pressão compensada tipo restritora está regulada para 11 litros/min. A válvula de alívio está regulada a 35 kgf/cm^2 . A pressão de trabalho-carga é de 14 kgf/cm^2. A mola do compensador tem um valor de 7 kgf/cm^2. Durante a operação do sistema, a pressão de trabalho-carga de 14 kgf/cm^2 mais a mola de 7 kgf/cm^2 empurra o êmbolo compensador.

A bomba tenta empurrar o seu fluxo total de 20 litros/min através do orifício da válvula de agulha. Quando a pressão adiante da válvula de agulha alcança 21 kgf/cm^2, o êmbolo do compensador se desloca e causa uma restrição ao fluido que está entrando. A pressão na entrada de controle de fluxo se eleva até o limite de ajuste da válvula de alívio que está a 35 kgf/cm^2. À medida que o fluido passa pela restrição provocada pelo êmbolo compensador, 14 kgf/cm^2 dos 35 kgf/cm^2 são transformados em calor. A pressão antes da válvula de agulha fica limitada a 21 kgf/cm^2.

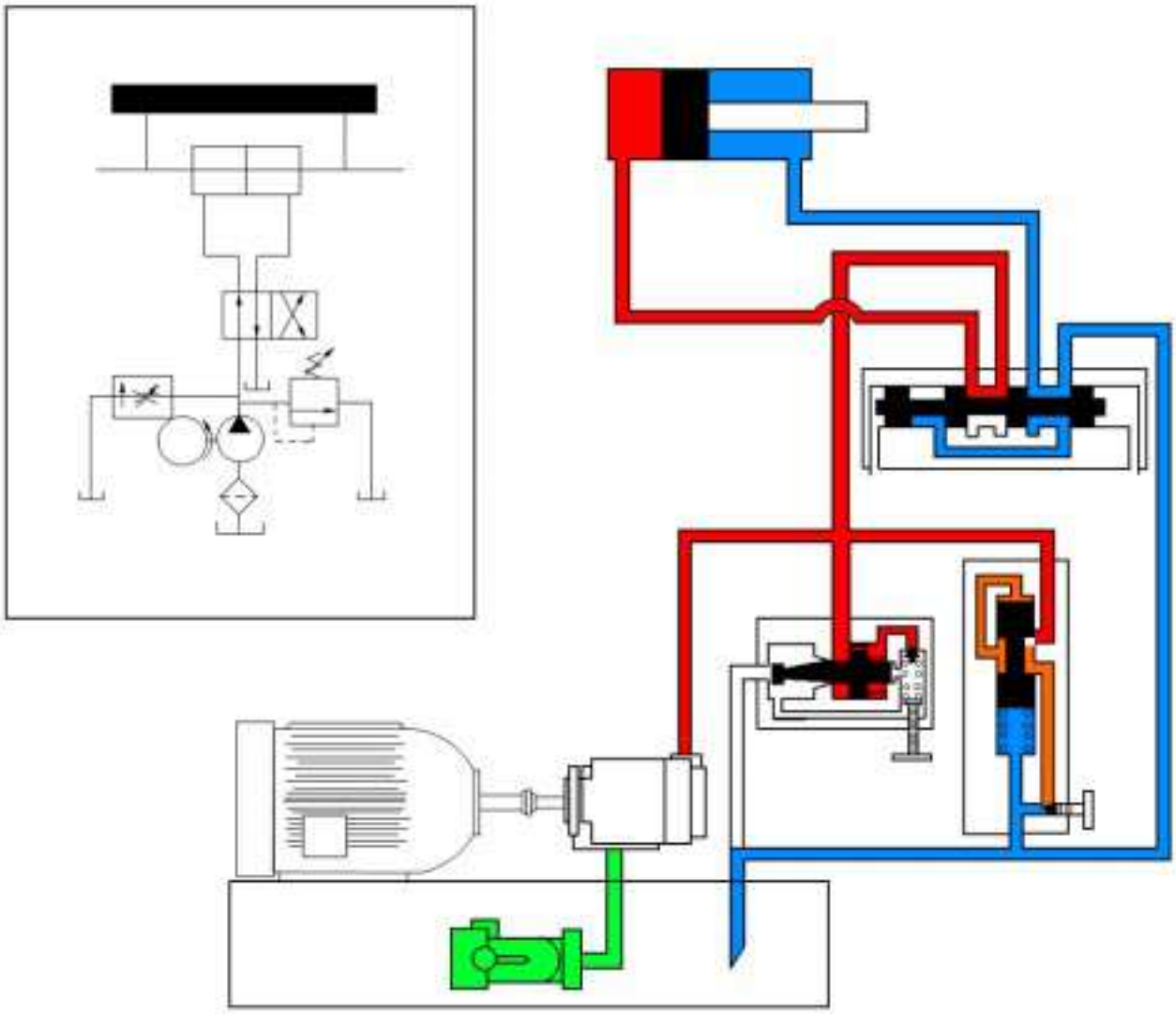
Desses 21 kgf/cm^2, 14 kgf/cm^2 são usados para vencer a resistência da carga: 7 kgf/cm^2 são usados para provocar o fluxo pelo orifício da válvula de agulha. A taxa de fluxo, neste caso, é de 11 litros/min. Os restantes 9 litros/min são descarregados pela válvula de alívio.

9. Circuito de Controle de Saída do Fluxo



Se a velocidade de um atuador tiver que ser precisa durante todo o tempo de trabalho, pode-se usar o controle de saída do fluxo com compensação de temperatura e pressão.
Em alguns casos, a carga de trabalho muda de direção (a carga passando sobre o ponto central de um arco) ou a pressão de carga de trabalho subitamente muda de pressão plena para pressão zero (o caso de uma broca que rompeu a última película). Isto faz com que a carga dispare.
Uma válvula de controle de fluxo colocada no orifício de saída do atuador controla a taxa de fluxo que sai do atuador. Este é um circuito com controle na saída, que dá um controle de velocidade positivo aos atuadores usados em operações de furar, serrar, mandrilar e descarregar. Um circuito com controle na saída é um circuito de controle de fluxo muito comum.

10. Controle de Vazão por Desvio do Fluxo

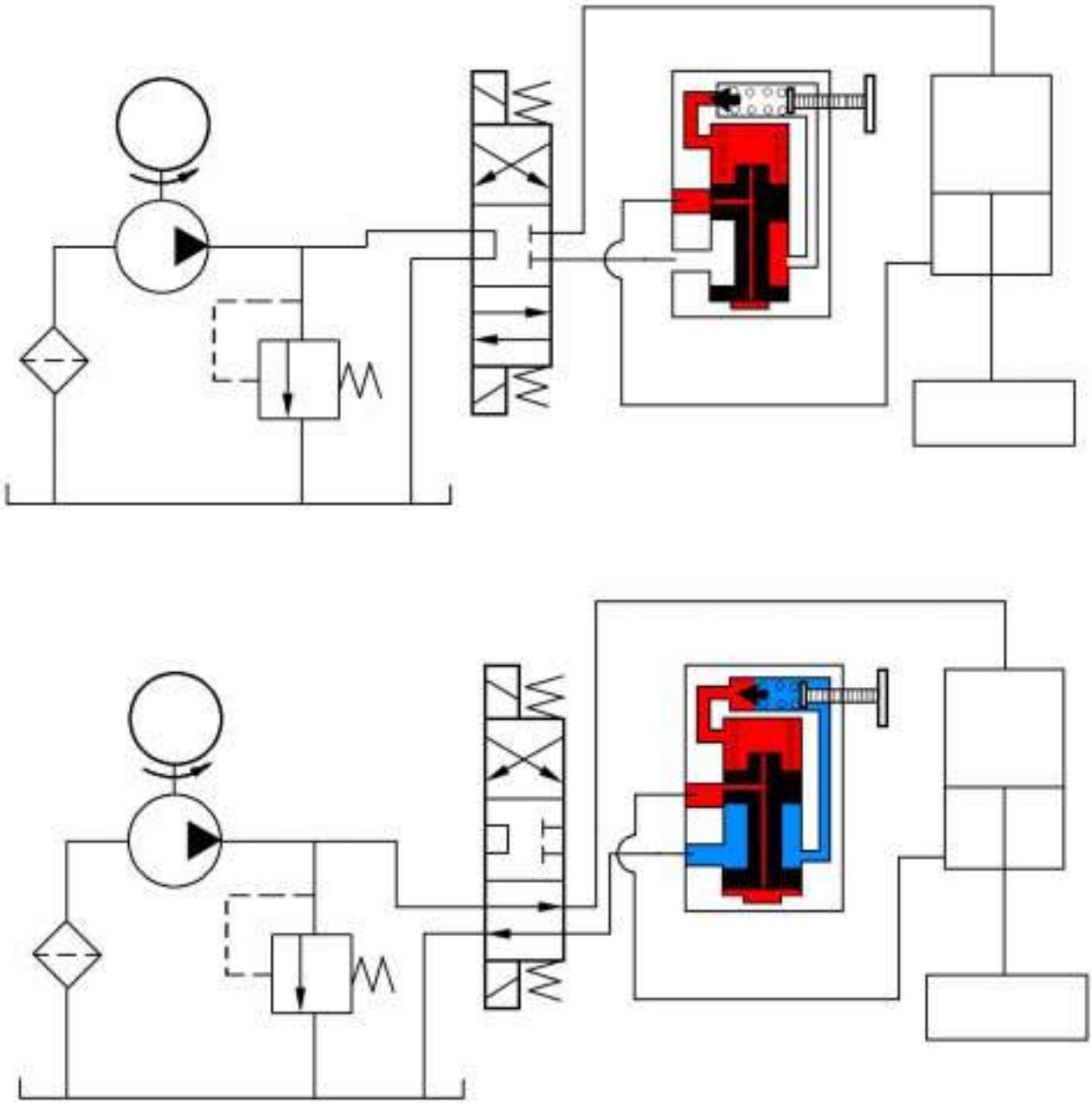


Outro tipo de circuito de controle de fluxo é o circuito de sangria. Neste circuito, a válvula de controle de fluxo não causa uma resistência adicional para a bomba. Ele opera retornando para o tanque parte do fluxo da bomba à pressão do sistema existente.

Além de gerar menos calor, um circuito de sangria pode também ser mais econômico do que um circuito com controle na entrada ou um circuito com controle na saída. Por exemplo, se uma vazão de 380 litros/min tivesse que ser reduzida para 340 litros/min, seria preciso uma válvula de controle de fluxo de 340 l/min, no caso de um circuito com controle na entrada e, dependendo do tamanho do cilindro, haveria necessidade de um controle de fluxo de 265 litros/min no caso de um cilindro com controle na saída. Num circuito de sangria, entretanto, poderia ser usado um controle de fluxo de 38 litros/min. Mesmo com estas vantagens aparentes, um circuito de sangria não é um circuito de controle de fluxo muito comum. Isso acontece porque um controle de fluxo, num conjunto de sangria, controla só indiretamente a velocidade de um atuador. Ele pode medir com precisão o fluxo para o tanque, mas se houver vazamento através de vários componentes do sistema, a velocidade do atuador diminuirá.

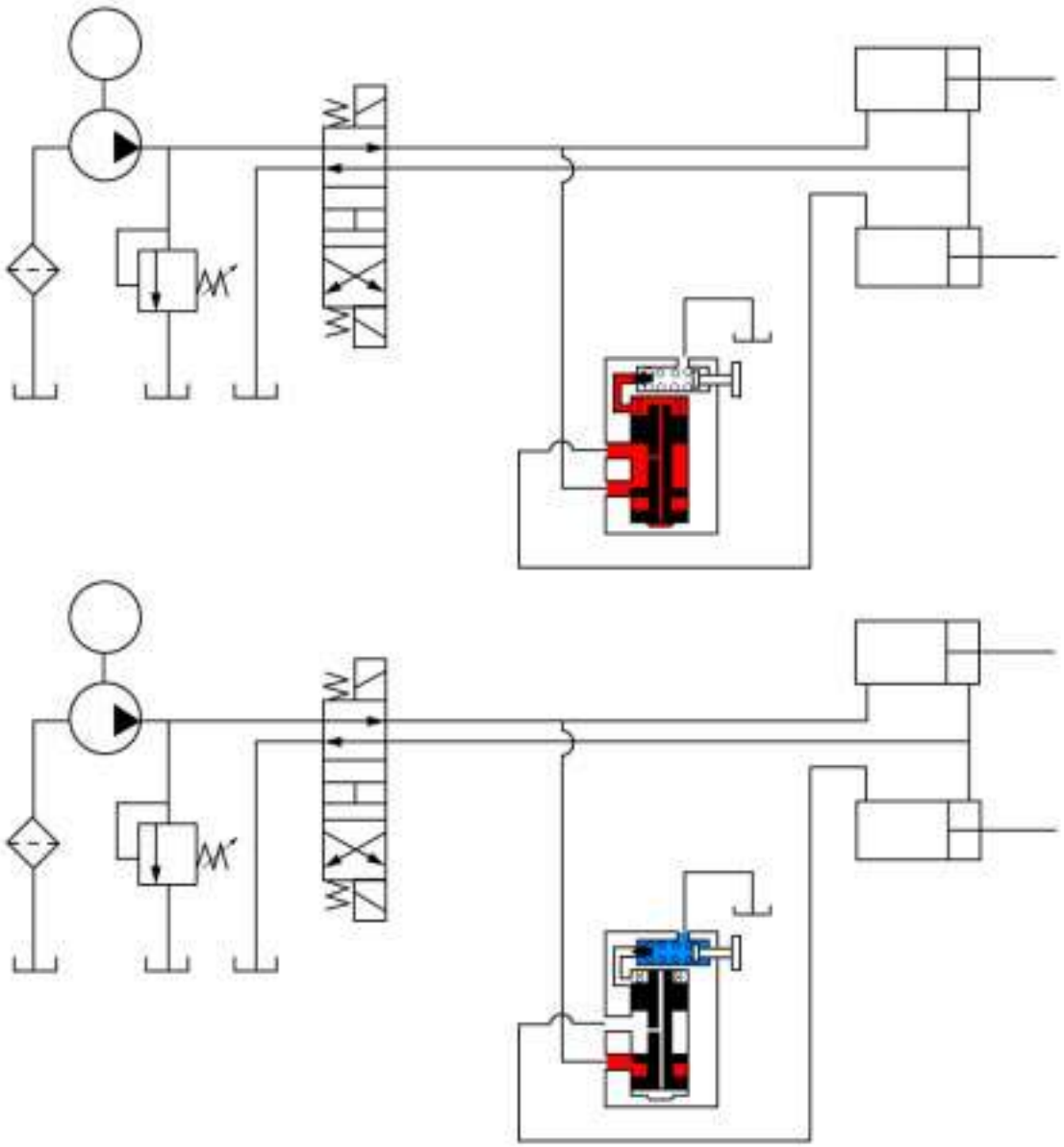
Um circuito de sangria pode ser usado em qualquer aplicação que não requeira uma regulagem de fluxo precisa; e onde a carga ofereça uma resistência constante, como em retíficas, brunidoras e na elevação vertical de cargas.

11. Válvula de Contrabalanço



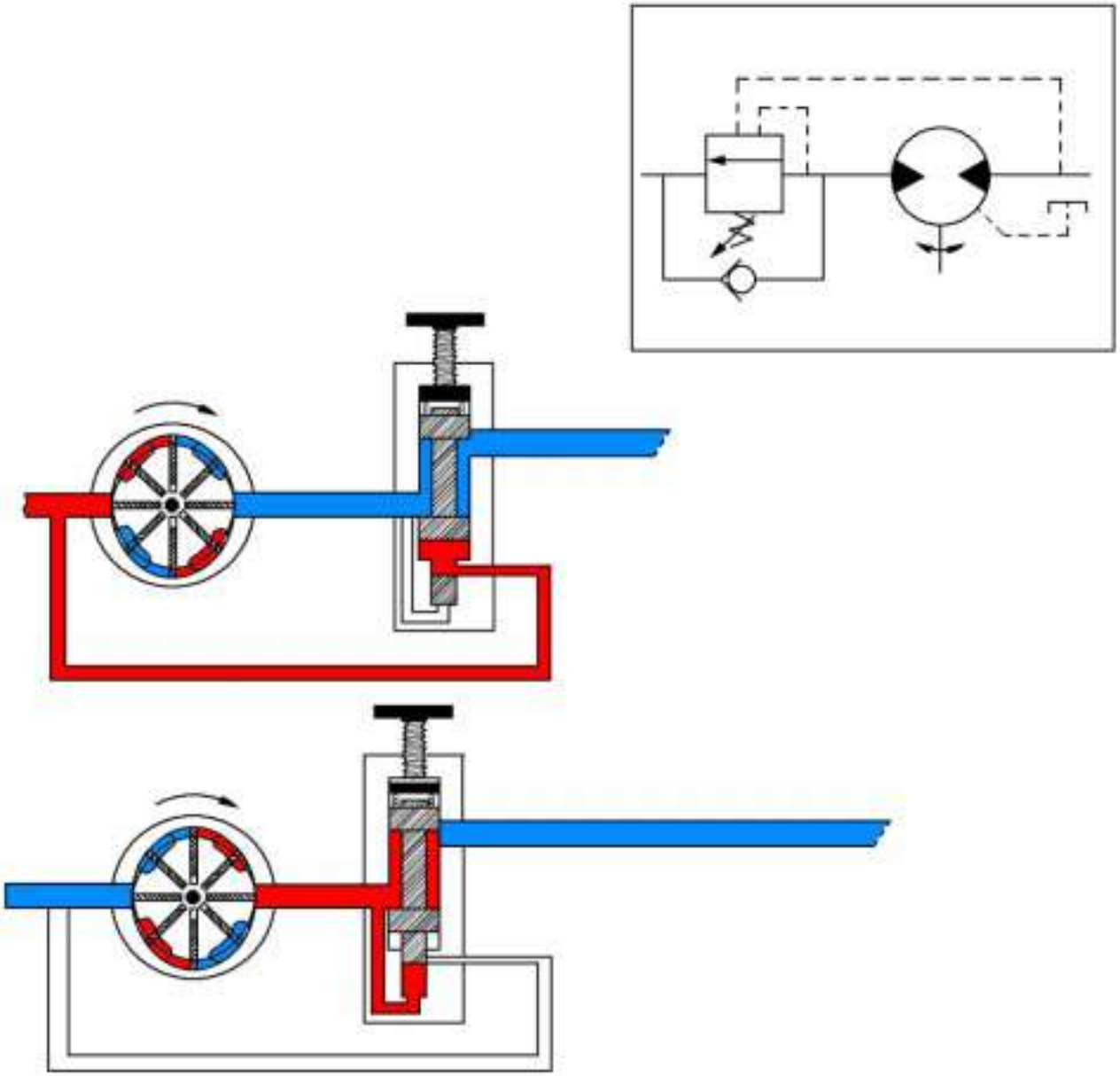
No circuito de uma prensa, quando a válvula direcional direciona o fluxo para o cabeçote traseiro do cilindro, o peso da prensa conectado à haste do cilindro provocará uma queda incontrolável. A vazão da bomba não será capaz de manter a prensa. Para evitar esta situação, uma válvula de pressão normalmente fechada é colocada abaixo da prensa. O carretel da válvula não interligará as vias primárias e secundárias até que a pressão atuante na parte superior do carretel seja maior do que a pressão desenvolvida pelo peso da prensa (em outras palavras, quando a pressão está presente no cabeçote traseiro do cilindro). Desta maneira, o peso da prensa é contrabalanceado através do curso de descida. A válvula de contrabalanço é controlada pela pressão proveniente da via primária, tão logo ocorra a inversão do fluxo, e a pressão na via primária cai. O carretel é desatuado. As vias primária e secundária são desconectadas. O fluxo através da válvula é desbloqueado. Uma vez que o fluxo não passa pela válvula, ele passa pela válvula de retenção (não representada).

12. Circuito com Redução de Pressão



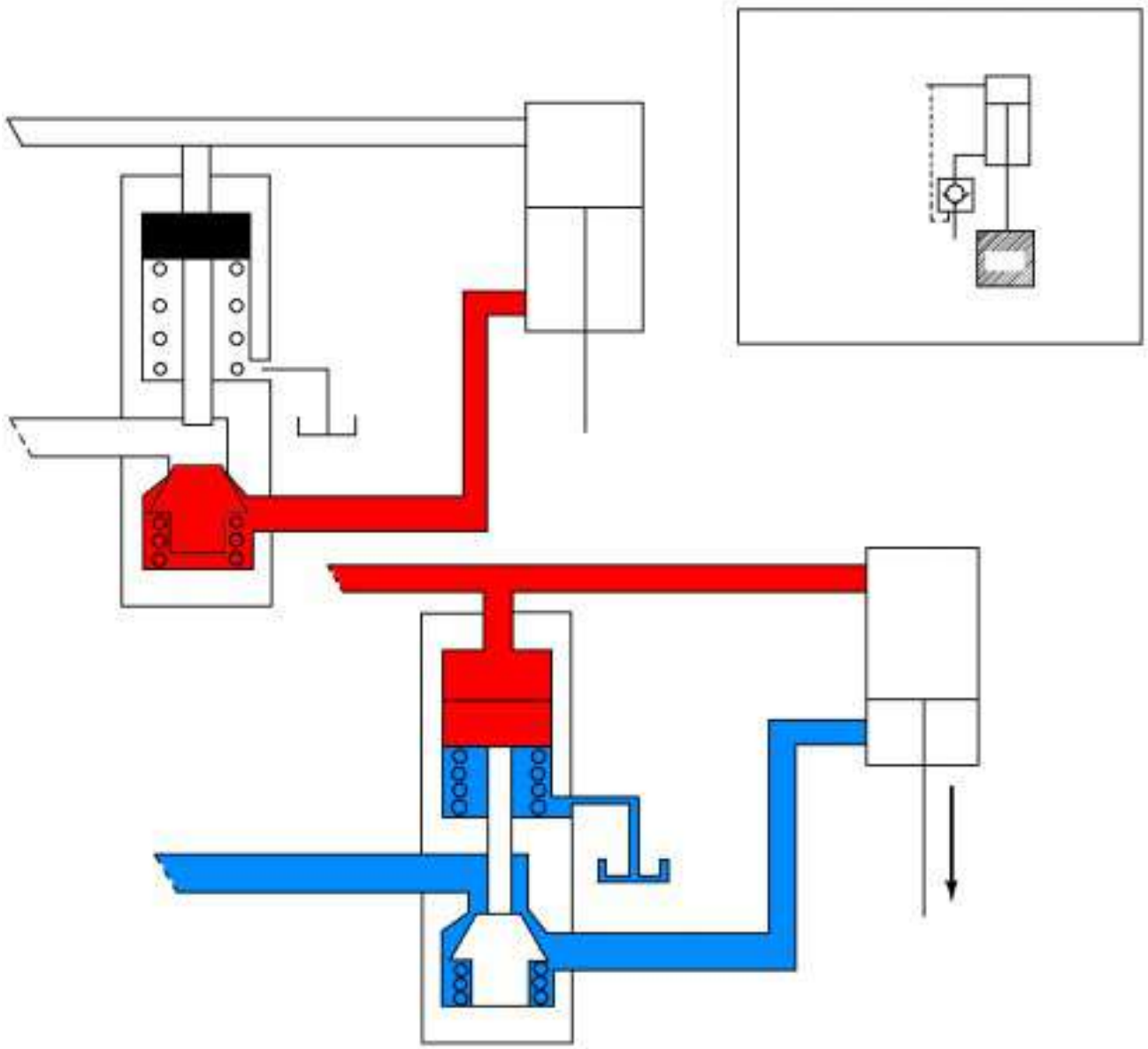
Uma válvula redutora de pressão é uma válvula de controle de pressão normalmente aberta.
Uma válvula redutora de pressão é acionada quando pressurizada pela pressão do fluido que passou pela válvula. Quando a pressão depois da válvula é igual à pressão ajustada na válvula, o carretel se fecha parcialmente e causa uma restrição no fluxo. Essa restrição transforma em calor toda a energia que exceder à da regulagem da válvula.
Se a pressão depois da válvula cair, o carretel abrirá e permitirá que a pressão aumente de novo.
O circuito sincronizado da ilustração requer que o cilindro "B" aplique uma força menor do que a do cilindro "A". Uma válvula redutora de pressão colocada logo adiante do cilindro "B" permitirá que o fluxo chegue ao cilindro até que a pressão atinja a do ajustamento da válvula. Nesse ponto, o carretel da válvula é atuado, causando uma restrição a essa linha do circuito. O excesso de pressão adiante da válvula é transformado em calor. O cilindro "B" opera a uma pressão reduzida.

13. Válvula de Contrabalanço Diferencial



A válvula consiste de um corpo com via primária e secundária, passagens de pilotagem interna e externa, carretel, pistão e mola. É uma válvula normalmente fechada. Assumindo que a mola do carretel está ajustada para 56 kgf/cm^2, o pistão se movimenta empurrando o carretel e abrindo a passagem através da válvula.
Se a pressão cai abaixo de 56 kgf/cm^2 a válvula fecha. O pistão onde a pressão da pilotagem interna atua tem a área menor do que a do carretel. A relação de áreas geralmente é de 8:1. Com o piloto externo conectado à linha do motor, uma pressão de apenas 6,8 kgf/cm^2 é necessária para abrir a válvula, desde que atue na parte superior do carretel com área oito vezes maior que a do pistão.
Com a válvula ajustada para 56 kgf/cm^2, irá abrir quando a linha de pressão da entrada do motor chegar a 7 kgf/cm^2. A pressão na entrada do motor será necessária apenas para girar a carga. Se a carga tender a girar sem controle, a pressão na entrada do motor cai. A válvula fecha e não reabre até que uma contrapressão de 56 kgf/cm^2 seja gerada.

14. Válvula de Retenção Pilotada



Uma válvula de retenção pilotada possibilita fluxo livre da via de entrada para a de saída, exatamente como uma válvula de retenção comum.
O fluxo de fluido, ao passar através da válvula, da saída para a entrada, irá forçar o assento contra sua sede. O fluxo através da válvula é então bloqueado.
Quando houver pressão suficiente na linha de pilotagem, o pistão é deslocado e retira o assento de sua sede. O fluxo pode passar através da válvula, da saída para a entrada, até quando houver pressão suficiente de pilotagem.
Com uma válvula de retenção pilotada bloqueando o fluxo que sai do cilindro na "linha B", a carga ficará suspensa até quando não houver pressão na "linha A".
A válvula de retenção permanecerá aberta enquanto a pressão na "linha A" estiver presente.
Para suspender a carga, o fluxo pode facilmente passar através da válvula, uma vez que esta é a direção de fluxo livre da válvula.

Parker Hannifin Ind. Com. Ltda.
Av. Lucas Nogueira Garcez 2181
Esperança Caixa Postal 148
12325-900 Jacareí, SP
Tel.: 12 3954-5100
Fax: 12 3954-5262
www.parker.com.br

A Parker Hannifin

A Parker Hannifin é uma companhia líder mundial na fabricação de componentes destinados ao mercado de Controle do Movimento, dedicada a servir seus clientes, prestando-lhes um impecável padrão de atendimento. Classificada como a corporação de número 200 pela revista Fortune, nossa empresa está presente na Bolsa de Valores de Nova York e pode ser identificada pelo nosso símbolo PH. Nossos componentes e sistemas somam mais de 1.000 linhas de produtos, os quais têm a função essencial de controlar movimentos em um amplo segmento entre o Industrial e o Aeroespacial em mais de 1.200 mercados. A Parker é o único fabricante a oferecer aos seus clientes uma ampla gama de soluções hidráulicas, pneumáticas e eletromecânicas para o controle de movimentos. Nossa companhia possui a maior rede de Distribuidores Autorizados neste campo de negócios, com mais de 6.000 distribuidores, atendendo mais de 300.000 clientes em todo o mundo.

A Missão da Parker

Ser o líder mundial na manufatura de componentes e sistemas para fabricantes e usuários de bens duráveis.
Mais especificamente, nós iremos projetar, vender e fabricar produtos para o controle do movimento, vazão e pressão.

Nós alcançaremos crescimento lucrativo através da excelência no serviço ao cliente.

Informações sobre Produtos

Os clientes Parker Hannifin no Brasil dispõem de um Serviço de Atendimento ao Cliente - SAC, que lhes prestará informações sobre produtos, assistência técnica e distribuidores autorizados mais próximos, através de uma simples chamada grátis para o número 0800-11-7001.

Aeroespacial

Líder em desenvolvimento, projeto, manufatura e serviços de sistemas de controle e componentes para o mercado aeroespacial e segmentos relacionados com alta tecnologia, alcançando crescimento lucrativo através de excelência no atendimento ao cliente.

Climatização e Controles Industriais

Projeta, manufatura e comercializa componentes e sistemas para controle de fluidos para refrigeração, ar condicionado e aplicações industriais em todo o mundo.

Fluid Connectors

Projeta, manufatura e comercializa conectores rígidos e flexíveis como mangueiras, conexões e produtos afins para aplicação na condução de fluidos.

Seal

Projeta, manufatura e comercializa vedações industriais, comerciais e produtos afins, oferecendo qualidade superior e satisfação total ao cliente.

Hidráulica

Projeta, manufatura e comercializa uma linha completa de componentes e sistemas hidráulicos para fabricantes e usuários de máquinas e equipamentos no segmento industrial e mobil.

Filtração

Projeta, manufatura e comercializa produtos para filtração e purificação, provendo a seus clientes maior valor agregado, com qualidade, suporte técnico e disponibilidade global para sistemas.

Automação

Líder no fornecimento de componentes e sistemas pneumáticos e eletromecânicos para clientes em todo o mundo.

Instrumentação

Líder global em projeto, manufatura e distribuição de componentes para condução de fluidos em condições críticas para aplicações na indústria de processo, ultra-alta-pureza, médica e analítica.

Parker Hannifin
Filiais

Belo Horizonte - MG
Rua Inconfidentes 1075 - 8º andar
Funcionários
30140-120 Belo Horizonte, MG
Tel.: 31 3261-2566
Fax: 31 3261-4230
belohorizonte@parker.com.br

Campinas - SP
Rua Tiradentes 289 - salas 21 e 22
Guanabara
13023-190 Campinas, SP
Tel.: 19 3235-3400
Fax: 19 3235-2969
campinas@parker.com.br

Curitiba - PR
Rua Alferes Poli 1471
Rebouças
80230-090 Curitiba, PR
Tel.: 41 333-1836
Fax: 41 334-3027
curitiba@parker.com.br

Vale do Paraíba - Jacareí - SP
Av. Lucas Nogueira Garcez 2181
Esperança Caixa Postal 148
12325-900 Jacareí, SP
Tel.: 12 3954-5100
Fax: 12 3954-5262
valeparaiba@parker.com.br

Porto Alegre - RS
Av. Frederico Ritter 1100
Distrito Industrial
94930-000 Cachoeirinha, RS
Tel.: 51 470-9144
Fax: 51 470-6909
portoalegre@parker.com.br

Recife - PE
Rua Santa Edwirges 135
Bairro do Prado
50830-000 Recife, PE
Tel.: 81 3227-3376
Fax: 81 3227-6064
recife@parker.com.br

Rio de Janeiro - RJ
Rua da Glória 366 - sala 901
Glória
20241-180 Rio de Janeiro, RJ
Tel.: 21 2509-4008
Fax: 21 2507-0221
riodejaneiro@parker.com.br

São Paulo - SP
Rodovia Anhanguera, km 25,3
05276-977 São Paulo, SP
Tel.: 11 3917-1222 - Ramal 263
Fax: 11 3917-1690
saopaulo@parker.com.br

SERVIÇO DE ATENDIMENTO AO CLIENTE
LIGAÇÃO GRATUITA
0800-11-7001

sac@parker.com.br

Parker Training

Parker Hannifin Ind. Com. Ltda
Av. Lucas Nogueira Garcez 2181
Esperança Caixa Postal 148
12325-900 Jacareí, SP
Tel.: 12 3954-5100
Fax: 12 3954-5262
www.parker.com.br
training@parker.com.br

Distribuidor Autorizado

Ap. M2001-1 BR - 07/99 - 1000